

한반도 르네상스 구현을 위한

VIP 리포트

■ 친환경 전력정책의 비용과 편익

목 차

■ 친환경 전력정책의 비용과 편익

Executive Summary

1. 연구배경	1
2. 친환경 전력정책의 비용	4
3. 친환경 전력정책의 편익	8
4. 결론 및 시사점	12

본 보고서에 있는 내용을 인용 또는 전재하시기 위해서는 본 연구원의 허락을 얻어야 하며, 보고서 내용에 대한 문의는 아래와 같이 하여 주시기 바랍니다.

총 괄 : 백 흥 기 이사대우 (02-2072-6228, hkback@hri.co.kr)

신성장연구실 : 장 우 석 연구위원 (02-2072-6237, jangws@hri.co.kr)

산업정책실 : 이 재 호 연구위원 (02-2072-6272, jhlee@hri.co.kr)

Executive Summary

< 요약 >

■ 연구배경

국민안전과 건강을 위한 탈원전·탈석탄 정책이 유럽 선진국을 중심으로 확산되고 있다. 한국도 새 정부의 공약에 따라 6월 한 달간 노후 석탄화력발전소 8기의 운영을 일시 중단하였고, 신고리 5·6호기 원전에 대해 계속 건설 여부를 묻는 공론화위원회를 가동 중이다. 본 연구는 정부의 이러한 친환경 전력정책 이행에 따라 예상되는 비용과 편익을 항목별로 정리하고, 정책의 연착륙을 위한 시사점과 제언사항을 도출하고자 한다.

■ 친환경 전력정책의 비용

(발전비용 증가와 전기요금 인상) 친환경 전력정책에 따라 전원믹스를 구성하는 경우 발전단가가 높은 재생에너지와 천연가스 비중이 확대되기 때문에, 발전비용 증가와 이에 따른 전기요금 인상이 전망된다. 친환경 전력정책을 추진하는 경우에 기존정책을 유지하는 경우보다 2020년 0.8조원, 2025년 3.5조원, 2030년 6.6조원의 발전비용 증가가 예상된다. 또한 각 가구가 부담해야 하는 월평균 전기요금 인상분은 2020년 660원, 2025년 2,964원, 2030년 5,572원으로 추정된다. 이는 2016년과 비교했을 때, 2030년 기준으로 발전비용은 14.5%, 가구당 전기요금은 11.9% 인상된 효과이다.

(발전소 건설 매몰비용) 현재 건설 또는 계획 중인 신규 원자력발전소와 석탄화력발전소의 건설이 영구 중단됨에 따라 발생하는 전체 매몰비용은 4조원 이상으로 추산된다. 이 중 신규 원자력발전소에 현재까지 투입된 사업비와 각종 보상이 2.7조원 이상이고, 석탄화력발전소에 투입된 사업비가 1.3조원 이상이다.

(원자력발전 산업 영향) 탈원전 정책에 따라 국내 원자력산업의 위축과 관련 분야 일자리의 감소가 예상된다. 국내 원자력산업 전체 매출액은 2015년 기준 26.6조원이며, 관련 산업에 종사하는 인력은 3만 5천명 규모이다. 단기적으로는 건설 부문, 장기적으로는 운영·정비, 발전부문의 매출 및 일자리 감소가 예상된다.

■ 친환경 전력정책의 편익

(국민안전에 대한 불안 해소) 2011년 후쿠시마 원전 사고와 2016년 경주 지진 이후, 한국에서도 원전사고에 대한 우려가 확산되고 있다. 원전 당국의 여러 노

력에도 불구하고 100% 완전한 안전보장은 사실상 불가능하다. 정부의 탈원전 정책은 국민안전을 지키고 불안감을 해소하는데 크게 기여할 것으로 보인다.

(미세먼지 저감과 온실가스 감축) 석탄화력발전 축소는 미세먼지를 저감시켜 국민건강 증진에 기여할 것으로 보인다. 2030년을 기준으로 기존정책을 유지하는 경우보다 발전소에서 직접 배출되는 미세·초미세먼지의 38% 이상, 2차적으로 생성되는 응축성 미세먼지의 30% 이상을 저감시킬 수 있을 것으로 예상된다. 석탄화력발전의 축소는 온실가스 감축에도 기여할 것으로 전망된다. 파리 기후변화협약이 2016년 11월 발효됨에 따라 한국도 2021년부터 온실가스 의무감축 대상국에 포함된다. 전원믹스 전환에 따라 2030년을 기준으로 2,120만 톤 이상의 온실가스를 추가적으로 감축할 수 있을 것으로 추정된다.

(재생에너지 산업 육성 기회) 재생에너지 발전이 20%까지 확대되면서, 국내 관련 산업도 대폭 성장할 것으로 기대된다. 전세계적으로 재생에너지 발전량은 지속적으로 증가할 것이며, 특히 태양광과 풍력발전의 성장이 두드러질 것으로 예상된다. 국내 기업들은 태양광 일부 영역에서 글로벌 경쟁력을 확보해 나가고 있는 단계이다. 국내 재생에너지 시장 확대는 기업 경쟁력을 강화하고 신성장동력을 창출할 수 있는 기회이다.

■ 결론 및 시사점

(결론) 친환경 전원믹스는 국민안전과 건강을 지키기 위한 정책인 동시에 신성장동력 창출을 위한 수단으로, 한국도 세계적인 트렌드에 따라 장기적인 관점에서 친환경 전력정책을 추진하는 것이 바람직하다. 새로운 전력정책 추진에 따른 추가적인 발전비용 증가분은 2030년 기준 6.6조원(+14.5%), 가구당 월평균 전기요금 인상분은 5,572원(+11.9%)으로, 사회적 합의를 통해 수용 가능한 범위라고 판단한다. 물론, 직접적인 발전비용 외에 건설 및 계획 중인 발전소의 매몰비용과 국내 원전산업 위축 및 일자리 감소에 따른 영향을 간과해서는 안되며, 이를 최소화하기 위한 노력이 병행되어야 한다.

(시사점) 친환경 전력정책의 성공적인 정착을 위해서는 ① 대국민 정책 수용성 확보를 위한 정보의 공유, ② 국내 원전산업 피해 최소화를 위한 해외수출 지원 및 노후원전 폐로·해체기술 육성, ③ 재생에너지 산업경쟁력 확보를 위한 지원, ④ 외부비용을 고려한 에너지 세제 개편, ⑤ 친환경 전력정책을 전력 관련 기본계획에 일관성, 정합성 있게 반영하는 노력 등이 필요하다.

1. 연구배경

- 국민안전과 건강을 위한 탈원전·탈석탄 정책이 유럽 선진국을 중심으로 확산, 정부도 공약사항이었던 친환경 전력정책의 본격적인 이행 시작
 - 독일, 프랑스, 덴마크 등 유럽 선진국들은 원자력과 석탄화력발전을 축소하고 재생에너지 비중을 대폭 확대하는 친환경 전력정책을 추진 중
 - 독일은 2011년 후쿠시마 원전 사고 직후 완전한 의미의 탈원전을 선언하고, 2022년까지 17곳의 원전을 모두 폐쇄할 계획
 - 대표적인 원전 국가였던 프랑스도 현재 75% 수준인 원자력발전의 비중을 2025년까지 50%로 축소하고, 재생에너지 비중을 32%로 확대할 계획
 - 덴마크는 탈석탄을 통해 2035년까지 전력·열 부문 100% 재생에너지화 목표
 - 중국도 석탄화력 비중을 2020년까지 62%로 축소하고 재생에너지 확대 계획
 - 한국도 새 정부 출범과 함께 원자력과 석탄화력 비중을 축소하고 재생에너지와 천연가스발전을 확대하는 친환경 전력정책을 본격적으로 추진
 - 지난 6월 고리 1호기 영구정지 기념식에서 대통령이 직접 친환경 전력정책의 추진의지를 다시 한 번 강조
 - 6월 한 달간 30년 이상 된 노후 석탄화력발전소 8기의 운영을 일시 중단, 현재 신고리 5·6호기 계속 건설 여부를 묻는 공론화위원회를 가동 중

< 주요 선진국의 친환경 전력 정책 >

국가	주요 내용
독일	<ul style="list-style-type: none"> · 2022년까지 단계적 원전 폐쇄 · 재생에너지 발전차액제도 강화
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> · 2025년까지 원자력 비중 75%→50%로 축소 · 재생에너지 비중 32%로 확대
덴마크	<ul style="list-style-type: none"> · 2035년까지 전력·열 부문 100% 재생에너지화 목표
중국	<ul style="list-style-type: none"> · 2020년까지 석탄화력 73%→62% 미만으로 축소 · 대규모 태양광, 풍력발전단지 조성

< 新정부의 전력정책 공약 >

구분	주요 내용
탈원전	<ul style="list-style-type: none"> · 신고리 5·6호기 포함 신규 건설 중단 · 설계수명 만료 원전은 사용을 연장하지 않고 폐쇄 · 노후원전 해체산업 육성
탈석탄	<ul style="list-style-type: none"> · 신규건설 중단, 공정률이 낮은 발전소 원점 재검토 · 노후발전기 10기 조기 폐쇄
재생에너지	<ul style="list-style-type: none"> · 2030년까지 20%로 확대 · 신재생에너지 의무공급비율 상향

자료 : 더불어민주당 제19대 대선 공약집.

- 본 연구는 정부의 친환경 전력정책 이행에 따라 예상되는 비용과 편익을 항목별로 정리하고 정책적 시사점을 도출하는 것을 목적으로 함
- 비용항목으로 ① 발전비용 증가와 전기요금 인상, ② 발전소 건설 매몰비용, ③ 원자력발전 산업 영향에 대해 분석
 - 단가가 높은 재생에너지, 천연가스발전 확대에 따른 기존정책 대비 추가적인 발전비용 증가와 가구당 전기요금 인상효과 분석¹⁾
 - 건설 및 계획 중인 원자력발전소 6기, 석탄화력발전소 9기의 매몰비용 종합
 - 원전산업 위축에 따른 관련 분야 매출액과 일자리 감소 위험 점검
- 편익항목으로 ① 국민안전에 대한 불안 해소, ② 미세먼지 저감과 온실가스 감축, ③ 재생에너지 산업 육성 기회에 대해 분석
 - 후쿠시마 사고, 경주 지진 이후 확산된 원전 사고 우려로부터 국민안전 확보 효과 점검
 - 석탄화력발전 축소로 인한 미세먼지 저감효과, 파리 기후변화협약의 발전부문 온실가스 감축의무 이행효과 분석²⁾
 - 국가 신성장동력으로서 재생에너지 산업 육성 기회 점검

< 본 연구의 분석항목 >

분석항목		주요 내용
비용 항목	(1) 발전비용 증가와 전기요금 인상	· 기존정책 대비 친환경 전력정책의 발전비용 증가분, 가구당 전기요금 인상효과 분석
	(2) 발전소 건설 매몰비용	· 신규 원자력발전소 6기, 석탄화력발전소 9기의 매몰비용 종합
	(3) 원자력발전 산업 영향	· 국내 원전산업 매출액 및 일자리 감소 위험 점검
편익 항목	(1) 국민안전에 대한 불안 해소	· 원전 사고 우려로부터 국민안전 확보 효과 점검
	(2) 미세먼지 저감과 온실가스 감축	· 기존정책 대비 친환경 전력정책의 미세먼지 저감, 온실가스 감축효과 분석
	(3) 재생에너지 산업 육성 기회	· 재생에너지 산업규모, 국내기업 경쟁력 현황을 바탕으로 신성장동력으로서의 기회 점검

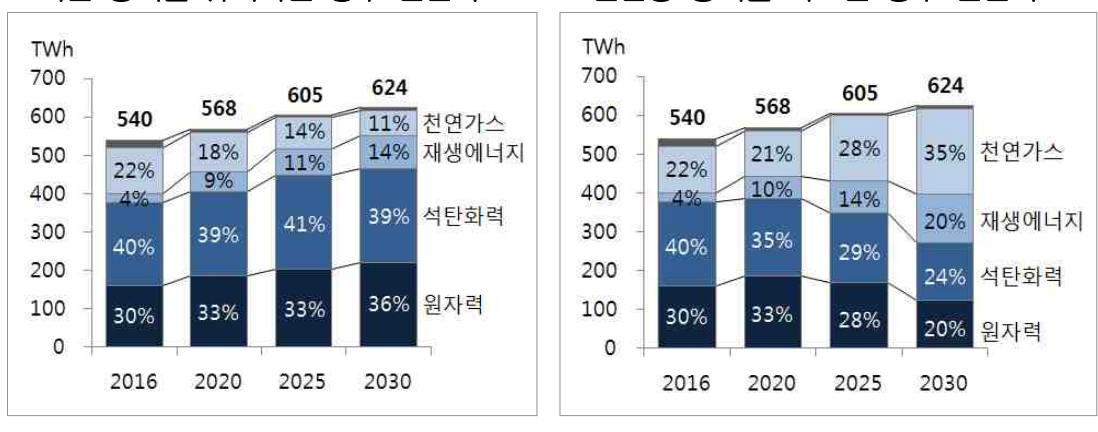
1) 정량분석은 기존 전력정책을 유지하는 경우에 대비하여, 친환경 전력정책을 추진하는 경우의 추가적인 효과를 추정, 기존 정책을 유지하는 경우와 친환경 정책을 따르는 경우의 전원믹스 가정은 다음 페이지 참조.

2) 위 주석1)의 가정과 동일.

[참고] 정량분석 시 발전량 및 전원믹스 가정

- 중장기 발전량은 「제8차 전력수급 기본계획」 수요전망 워킹그룹이 지난 7월 공개한 최대전력 수요전망을 근거로 산정
- 전원믹스는 정부공약과 발전소 설비용량 계획을 참고하여, 기존 정책을 유지하는 경우와 친환경 정책을 따르는 경우로 나누어 가정³⁾
 - (기존 정책을 유지하는 경우 전원믹스) 2030년을 기준으로 원자력 36%, 석탄화력 39%, 재생에너지 14%, 천연가스 11% 가정
 - 신규 원전 7기 모두 진입, 설계수명이 만료되는 원전은 모두 연장
 - 석탄화력은 기존 계획에 비해 수요전망이 감소한 비율만큼만 감발
 - 재생에너지는 기존 「제7차 전력수급 기본계획」의 신재생에너지 발전량 전망 수치를 적용, 나머지는 천연가스를 통해 충당
 - (친환경 정책을 따르는 경우 전원믹스) 2030년을 기준으로 원자력 20%, 석탄화력 24%, 재생에너지 20%, 천연가스 35% 가정
 - 신규 원전은 3기만 진입, 설계수명이 만료되는 원전은 모두 폐로
 - 석탄화력, 재생에너지, 천연가스는 정부공약을 기준으로 소폭 조정⁴⁾

< 기존 정책을 유지하는 경우 전원믹스 > < 친환경 정책을 따르는 경우 전원믹스 >



3) 본 연구원이 제안했던 적정 전원믹스는 이재호·장우석(2017.5.31), 「온실가스 감축과 미세먼지 저감을 위한 전력정책 제안」, VIP 리포트, 현대경제연구원 참조.

4) 신정부 출범 직후 정책세미나에서 언급된 수치는 원자력 18%, 석탄화력 25%, 재생에너지 20%, 천연가스 37%이나, 「제8차 전력수급 기본계획」 중간발표의 전력수요 증가율 전망치 감소를 고려하여 보정한 결과, 원자력은 20%로 소폭 증가, 재생에너지는 20% 유지, 석탄화력과 천연가스는 각각 24%, 35%로 소폭 감소.

2. 친환경 전력정책의 비용

(1) 발전비용 증가와 전기요금 인상

① 전체 발전비용의 증가

○ 친환경 전력정책에 따라 전원믹스를 구성하는 경우 2020년 0.8조원, 2025년 3.5조원, 2030년 6.6조원의 추가적인 발전비용 증가가 예상⁵⁾

- 자연증가 효과와 새로운 전원믹스로 인한 효과가 모두 포함된 총비용 증가분은 2020년 3.9조원, 2025년 8.5조원, 2030년 12.6조원으로 추정

- 이 중 기존의 전력정책을 그대로 유지하는 경우에도 자연적으로 증가하는 비용을 제외한 금액이 새로운 전원믹스로 인한 비용

· 기존의 전력정책을 그대로 유지하는 경우에도 전력수요 증가에 따른 발전비용 증가분 발생

· 또한 기존정책에 따르더라도 재생에너지 비중이 2016년 4%에서 2030년 14%까지 확대되기 때문에 이에 따른 비용증가 효과가 발생

- 친환경 전력정책 추진으로 인한 비용은 2016년 발전비용과 비교하였을 때, 2020년 1.7%, 2025년 7.7%, 2030년 14.5% 증가한 효과

< 친환경 전력정책 추진에 따른 발전비용 증가분 추정 >



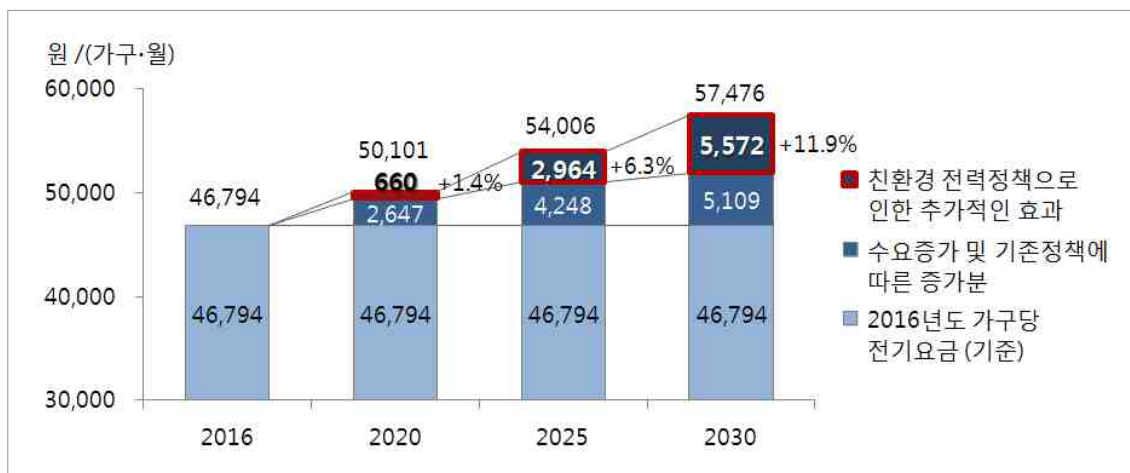
5) 발전원별 단가는 원자력, 석탄화력, 천연가스의 경우 2016년 전력거래소의 연료원별 정산단가 적용, 재생에너지의 경우 계통한계가격에 재생에너지 공급인증서 가격을 더한 값으로 2016년 186.70원/kWh에서 2030년 128.20원/kWh까지 하락한다는 가정 적용.

② 가구당 전기요금 인상효과

○ 각 가구가 부담해야 하는 추가적인 월평균 전기요금 인상분은 2020년 660원, 2025년 2,964원, 2030년 5,572원으로 추정

- 자연증가 효과와 새로운 전원믹스로 인한 효과가 모두 포함된 가구당 부담 증가분은 2020년 3,307원, 2025년 7,212원, 2030년 10,681원으로 추정
 - 발전비용 증가분을 판매금액 기준으로 주택용⁶⁾, 산업용 등에 배분하고, 이 중 주택용 판매금액을 가구수⁷⁾로 나누어 각 가구가 부담하는 증가분 추정
 - 전력 판매사업자인 한국전력의 판매비와 관리비, 영업이익 등은 변화 없이 현재 수준을 유지한다는 가정, 물가상승률은 고려하지 않음
- 이 중 기존의 전력정책을 그대로 유지하는 경우에도 자연적으로 증가하는 금액을 제외한 금액이 새로운 전원믹스로 인한 가구당 부담 증가분
 - 앞의 발전비용 증가분 추정과 마찬가지로 전력수요 증가 및 기존정책 유지의 경우에도 자연적으로 발생하는 비용증가 효과를 차감하여 계산
- 친환경 전력정책 추진으로 인한 가구당 부담 증가분은 2016년 전기요금⁸⁾과 비교하였을 때 2020년 1.4%, 2025년 6.3%, 2030년 11.9% 인상된 효과

< 친환경 전력정책 추진에 따른 가구당 전기요금 인상효과 추정 >



6) 판매금액 기준으로 주택용의 비중은 14.96%, 전력거래소(2017.7), 「2016년 전력시장 통계」 참조.

7) 2016년 기준 주택용 고객호수는 14,728,391가구, 한국전력(2017.6), 「2016년 한국전력 통계」 참조.

8) 가구당 월평균 46,794원.

(2) 발전소 건설 매몰비용

○ 현재 진행 중인 원자력발전소와 석탄화력발전소의 건설이 영구 중단됨에 따라 발생하는 전체 매몰비용은 4조원 이상에 이를 것으로 추산⁹⁾

- (원자력) 신규 원자력발전소 6기의 매몰비용은 2.7조원 이상으로 추산
 - 건설 중인 신고리 5·6호기에 현재까지 투입된 사업비는 1조 6,436억원¹⁰⁾, 사업이 영구 중단되는 경우 기업들에 지급해야 하는 보상금은 1조원¹¹⁾, 3개월 공론화 기간 동안의 지연 보상금은 1천억원¹²⁾ 규모
 - 설계 단계인 신한울 3·4호기와 사전준비 단계인 천지 1·2호기에 대한 부지비 및 설계비 등을 추가하는 경우 매몰비용은 더욱 증가
- (석탄화력) 신규 석탄화력발전소 9기의 매몰비용은 1.3조원 이상으로 추산
 - 건설 중인 신서천 1호기, 고성하이 1·2호기, 강릉안인 1·2호기에 현재까지 투입된 사업비는 각각 2,808억원, 8,526억원, 1,665억원 규모⁹⁾
 - 착공 직전 단계인 삼척포스파워 1·2호기, 당진에코파워 1·2호기에 대한 부지비 및 설계비 등을 추가하는 경우 매몰비용은 더욱 증가

< 원자력발전소 매몰비용 >

발전소	공정률 (%)	집행액 (억원)
신고리 5·6호기	29.5	16,436
신한울 3·4호기	'17년 착공 예정	
천지 1·2호기	'19년 착공 예정 ('30년 이후 완공)	

자료 : 전력거래소(2017.7).

주 : 2017년 6월말 기준 공정률 90% 이상인 신고리 4호기, 신한울 1·2호기는 예정대로 진행

< 석탄화력발전소 매몰비용 >

발전소	공정률 (%)	집행액 (억원)
신서천 1호기	23.2	2,808
고성하이 1·2호기	23.0	8,526
강릉안인 1·2호기	14.8	1,665
삼척포스파워 1·2호기	'17년 착공 예정	
당진에코파워 1·2호기	'17년 착공 예정	

자료 : 전력거래소(2017.7).

주 : 2017년 6월말 기준 공정률 90% 이상인 북평 1·2호기, 신보령 2호기는 예정대로 진행

9) 건설 중단 부지를 재생에너지, 천연가스발전소 건설에 활용할 수 있기 때문에 실제 매몰비용은 이보다 감소될 수 있음, 또한 건설 중단에 따라 향후 비용 집행을 중지함으로써 절감되는 금액을 경제적 편익으로 볼 여지도 있음을 밝힘.

10) 전력거래소(2017.7), 「발전소 건설사업 추진현황(2017년 2분기)」, 2017년 6월말 기준.

11) 국무조정실 브리핑(2017.6.27).

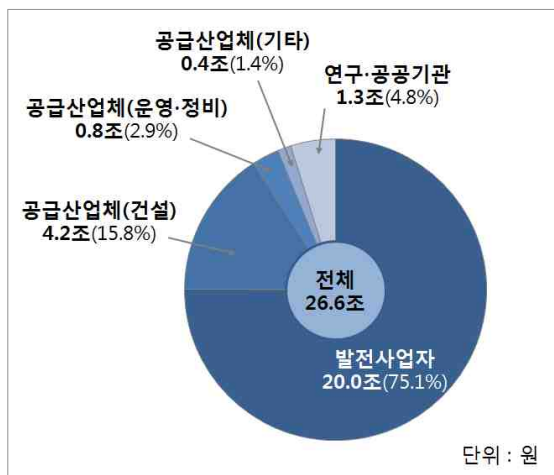
12) 한국수력원자력 보도자료(2017.7.14).

(3) 원자력발전 산업 영향

○ 탈원전 정책에 따라 건설, 운영·정비, 발전 등 국내 원자력산업이 위축되고 관련 분야의 일자리가 감소될 것으로 전망

- 국내 원자력산업 전체 매출액은 2015년을 기준으로 26.6조원¹³⁾ 규모, 단기적으로는 건설부문, 장기적으로는 운영·정비, 발전부문 매출 감소가 예상
 - 원자력 공급산업체 중 건설과 관련된 분야(설계·엔지니어링, 시공, 기자재)의 매출액은 4.2조원으로 전체의 15.8%를 차지, 탈원전 정책에 따라 신규 원전 건설이 모두 취소될 경우 단기적으로 매출 감소가 우려
 - 공급산업체 중 운영·정비 분야와 발전사업자의 매출도 원자력발전소가 단계적으로 축소되면서 중장기적 감소가 예상
- 국내 원자력산업 인력은 2015년을 기준으로 약 3만 5천명이며, 단기적으로는 공급산업체, 장기적으로는 발전사업자의 일자리 감소가 예상
 - 전체 인력의 61.0%에 해당하는 21,539명이 공급산업체에 종사하고 있으며, 신규 원전 건설 중단에 따라 단기적으로 일자리 감소가 우려
 - 적극적인 원전 폐로·해체산업 육성을 통해 일자리 감소를 최소화시키려는 노력이 시급하게 요청

< 국내 원자력산업 분야별 매출액 >



자료 : 미래창조과학부(2016), 「제21회 원자력 산업 실태조사」.
주 : 2015년 기준.

< 국내 원자력산업 인력 추이 >



자료 : 미래창조과학부(2016), 「제21회 원자력 산업 실태조사」.

13) 부가가치 개념이 아닌 매출 개념으로 조사가 이루어졌음에 유의.

3. 친환경 전력정책의 편익

(1) 국민안전에 대한 불안 해소

- 후쿠시마 사고와 경주 지진 이후 한국도 원전 사고에 대한 우려 확산, 탈 원전 정책이 국민안전을 지키고 불안감을 해소하는 데 크게 기여할 것
 - 원전의 경우 당국의 여러 노력에도 불구하고 100% 완벽한 안전보장은 사실상 불가능
 - 최악의 원전사고로 기록된 체르노빌 사고(1986년) 이후 각국의 안전 노력에도 불구하고, 예기치 못한 자연재해로 후쿠시마 사고(2011년) 발생
 - 도쿄신문에 의하면, 후쿠시마 원전사고 관련 사망자는 사고 이후 5년간 1,368명에 이르는 것으로 추정¹⁴⁾
 - 지난 2016년 9월 경주 지진 이후 한국도 원전사고에 대한 우려 확산, 원전 대부분이 영남 해안지역에 밀집해 있어 사고시 막대한 피해 예상
 - 영남 해안지역에 양산단층, 울산단층, 일광단층 등 17개 활성단층과 수십 개의 단층노두 존재 확인(한국지질자원연구원, 2012)
 - 현재 운영 중인 원전 24기 중 18기가 영남 해안지역에 위치, 신규 건설도 대부분 기존지역 인근으로 계획되어 있어 원전 밀집도가 매우 높은 상황

< 세계 3대 원전 사고 피해 현황 >

구분	쓰리마일 (미국)	체르노빌 (구소련)	후쿠시마 (일본)
발생	1979년	1986년	2011년
사고등급	5등급	7등급 (최고)	7등급 (최고)
사고원전	1기	1기	4기
복구비용	2조원	334조원	230조원

자료 : 국제에너지기구, 일본 경제산업성.

주 : 복구비용은 인플레이션 반영 원화 환산.

< 국내 원자력발전소 위치 >



주 : 괄호 안은 2030년 이전 완공 예정인 7기.

14) 東京新聞(2016.3.6) 보도, 원전사고로 인한 간접적 사망자를 포함한 숫자이며, 직접적인 피폭으로 인한 사망자 수에 대해서는 정확한 추정이 어렵기 때문에 현재 논란 중에 있음을 밝힘.

(2) 미세먼지 저감과 온실가스 감축

① 미세먼지 저감효과

○ 한국의 미세먼지 문제는 국민건강을 위협할 정도로 심각한 수준, 석탄화력발전 축소로 미세먼지를 저감시켜 국민건강 증진에 기여할 것으로 기대

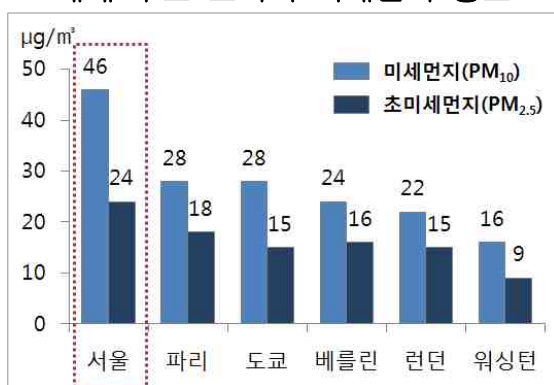
- 국내 미세먼지 농도와 공기의 질은 세계 최하위권이며, 서울의 미세먼지 농도는 선진국 주요 도시 중 가장 높은 수준

- 미세먼지는 호흡기, 심혈관, 피부, 안구질환 등을 유발, 세계보건기구 산하 국제암연구소는 미세먼지 중 블랙카본(black carbon)을 1급 발암물질로 규정
- 서울의 미세먼지 농도는 세계보건기구의 권고기준($10\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 높을 뿐 아니라, 파리, 도쿄, 베를린 등 선진국 주요 도시에 비해서도 높은 편

- 친환경 전력정책에 따르면 기존정책을 유지하는 경우보다, 미세먼지(PM_{10})와 초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$)를 30% 이상 저감시킬 수 있을 것으로 예상

- 친환경 믹스를 통해 2030년을 기준으로 발전소에서 직접 배출하는 미세·초미세먼지의 38%, 2차적으로 생성되는 응축성 미세먼지의 30%를 저감¹⁵⁾
- 미세먼지 배출이 심한 노후 발전기를 우선적으로 폐쇄하고, 오염물질 저감장치 의무설치 기준이 강화된다면 미세먼지 저감효과는 더욱 커질 것

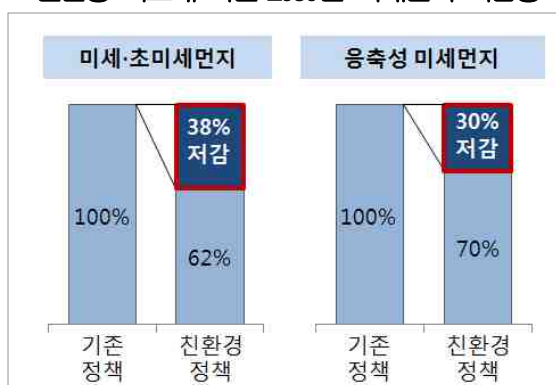
< 세계 주요 도시의 미세먼지 농도 >



자료 : 세계보건기구(2015).

주 : 도쿄 2012년, 런던 2013년, 나머지는 2014년 기준.

< 친환경 믹스에 따른 2030년 미세먼지 저감량 >



15) 미세먼지 배출계수는 국립환경과학원(2015)의 「대기오염물질 배출계수」, 열량전환계수는 「에너지법 시행규칙」 별표의 에너지열량 환산기준, 응축성 미세먼지 배출계수는 미국 환경보호청(2009)의 연구 결과(환경부 보도자료 참조, 2017.7.11), 화력발전소 열효율은 전력거래소 「전력통계정보시스템」의 최근 5년간 평균치 사용.

② 온실가스 감축효과

○ 파리협약에 따른 발전부문 온실가스 감축목표 중 2030년을 기준으로 연간 2천만 톤 이상을 전원믹스 전환을 통해 달성할 수 있을 것으로 추정

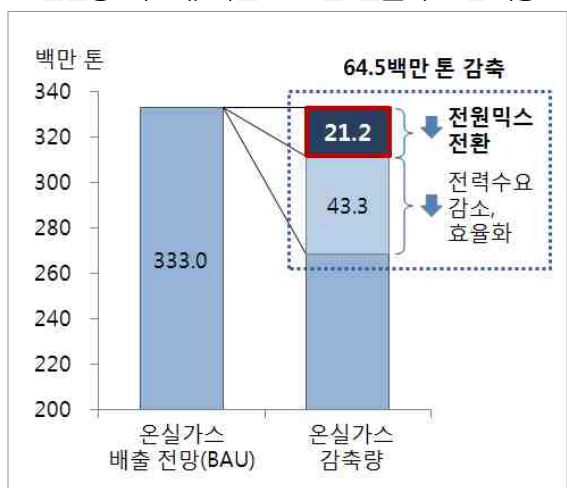
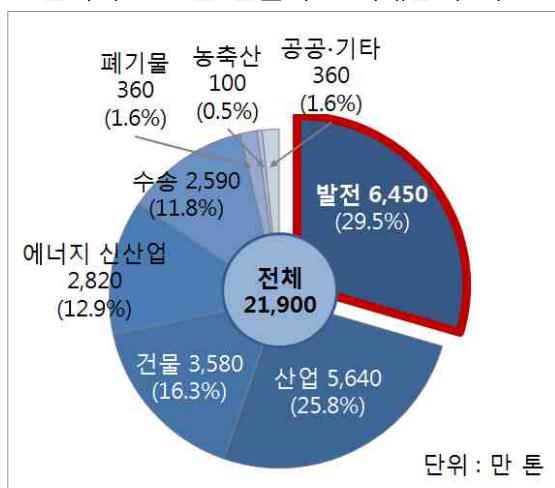
- 파리 기후변화협약이 2016년 11월 발효됨에 따라, 한국도 2021년부터 온실가스 의무감축 대상국에 포함

- 정부는 「제1차 기후변화대응 기본계획」(2016.12)을 통해, 2030년 국내 기준으로 연간 2억 1,900만 톤의 온실가스를 감축하겠다고 국제사회에 약속
- 전체 국내감축 목표량 중 29.5%에 해당하는 6,450만 톤을 발전부문에서 감축할 계획

- 친환경 전력정책에 따르면 기존정책을 유지하는 경우보다, 2천만 톤 이상의 추가적인 온실가스 감축 효과가 있는 것으로 추정

- 전원믹스 전환에 따라 석탄화력발전이 대폭 축소되면서 2030년을 기준으로 2,120만 톤의 온실가스를 추가적으로 감축할 수 있을 것으로 추정¹⁶⁾
- 전력수요 증가율이 당초 예상보다 낮고 발전·송배전단계의 효율성과 전력기기의 효율성이 높아지면서, 추가적으로 전원믹스 전환이 이행된다면 온실가스 감축목표를 무난히 달성할 수 있을 것으로 전망

< 한국의 2030년 온실가스 국내감축 목표 > < 친환경 믹스에 따른 2030년 온실가스 감축량 >



자료 : 제1차 기후변화대응 기본계획(2016).

16) 산업통상자원부(2014)의 「제2차 에너지 기본계획」에 따르면, 온실가스 배출계수는 석탄화력이 0.8230kg-CO₂e/kWh, 천연가스가 0.3625kg-CO₂e/kWh이고, 원자력과 재생에너지는 온실가스를 배출하지 않음, 온실가스 배출이 심한 노후 발전기를 우선적으로 폐쇄하면 온실가스 감축효과는 더욱 커질 것.

(3) 재생에너지 산업 육성 기회

- 재생에너지 확대에 따라 관련 산업도 대폭 성장할 것으로 전망, 태양광·풍력을 중심으로 국내 기업의 경쟁력을 강화할 수 있는 기회
 - 전세계적으로 재생에너지 발전량은 지속적으로 증가할 전망이며, 특히 태양광과 풍력발전의 성장이 두드러질 것으로 기대
 - 국제에너지기구의 「중기 재생에너지 보고서」에 의하면 글로벌 재생에너지 발전 설비용량은 2016년 2,063GW에서 2020년 2,537GW로 증가할 전망
 - 특히 태양광과 풍력발전이 연평균 각각 13.2%, 9.1%씩 성장하여, 여러 재생에너지 중 성장속도가 가장 빠를 것으로 예상
 - 국내 기업들은 재생에너지 일부 영역에서 글로벌 경쟁력을 확보하고 있는 단계, 국내 시장 확대는 기업 경쟁력을 강화할 수 있는 좋은 기회
 - 태양광발전은 중국기업들이 저가 양산을 통해 글로벌 시장을 장악하고 있는 가운데, 국내 일부 기업이 고부가가치 제품을 중심으로 시장점유율 확대 중
 - 반면 풍력발전은 국내 기업의 경쟁력이 매우 취약한 상황¹⁷⁾, 국내 시장 확대가 도약의 발판으로 작용할 것

< 글로벌 재생에너지 설비용량 전망 >

구분	2016년 (GW)	2020년 (GW)	CAGR (%)
태양광	261	429	13.2 ↑
풍력	446	631	9.1 ↑
바이오	100	125	5.7 ↑
수력	1,237	1,326	1.8 ↑
기타	20	26	6.8 ↑
합계	2,063	2,537	5.3 ↑

자료 : 국제에너지기구.

주 : 기타는 태양열, 지열, 해양에너지 등.

< 태양광·풍력산업 상위 기업 >

순위	태양광 폴리실리콘	태양광 모듈	풍력 터빈
1	GCL (중국)	진코솔라 (중국)	베스타스 (덴마크)
2	바커 (독일)	트리나솔라 (중국)	GE (미국)
3	OCI (한국)	캐나디언솔라 (캐나다)	골드윈드 (중국)
4	Xinte (중국)	한화큐셀 (한국)	가메사 (스페인)
5	REC실리콘 (노르웨이)	JA솔라 (중국)	에너콘 (독일)

자료 : PV Magazine, PV TECH, 블룸버그.

주 : 2016년 기준.

17) 풍력 터빈 시장 점유율 상위 10위권에 국내기업은 없음(2016년 기준, 블룸버그).

4. 결론 및 시사점

- (결론) 친환경 전원믹스는 국민안전과 건강을 지키기 위한 정책인 동시에 신성장동력 창출을 위한 수단으로, 장기적인 관점에서 한국도 세계적인 트렌드에 따라 친환경 전력정책을 추진하는 것이 바람직
- 첫째, 국민안전, 미세먼지 저감, 온실가스 감축, 재생에너지 산업 육성 기회 등 장기적으로 다양한 측면의 편익이 기대
 - 정부의 탈원전 정책은 40여년에 걸친 장기적 계획으로 단기적으로는 국민불안 해소 효과가 미미할 수 있으나, 장기 관점에서 정책적 비전과 방향을 설정하였다는 데에는 매우 중요한 의의
 - 또한 석탄화력발전 축소는 미세먼지 저감을 통해 국민건강을 증진시키고, 온실가스 감축을 통해 국제사회의 일원으로서 책임을 다하는 데 실질적으로 기여할 것으로 전망
 - 이와 함께 재생에너지 분야 국내 기업의 경쟁력 강화를 통해 국가 경제의 신성장동력 창출을 위한 기회로 작용할 수 있다는 점도 매우 중요한 편익
- 둘째, 친환경 전력정책 추진에 따른 추가적인 발전비용 증가분과 가구당 전기요금 인상분은 사회적 합의를 통해 수용 가능한 수준
 - 추가적인 발전비용 증가분은 2030년을 기준으로 6.6조원, 가구당 월평균 전기요금 인상분은 5,572원으로 추정
 - 이는 2016년 발전비용 및 가구당 전기요금을 기준으로 하였을 때 각각 14.5%, 11.9% 인상된 효과로 사회적으로 수용 가능한 범위
- 셋째, 비용과 편익을 종합적으로 고려했을 때 본 연구진은 국민안전과 건강을 지키고 재생에너지 분야 신성장동력 창출을 위한 수단으로 친환경 전력정책을 추진하는 것이 바람직하다고 판단
 - 그러나 직접적인 발전비용 증가 외에도 건설 및 계획 중인 발전소의 매몰비용과 국내 원전산업 위축 및 일자리 감소 영향을 간과해서는 안되며, 이를 최소화하기 위한 노력이 반드시 병행되어야 할 것
 - 또한 본 연구는 발전량, 전원믹스, 발전원별 단가, 미세먼지 및 온실가스 배출계수 등에 있어 여러 가정 상의 한계가 있으며, 보다 정교한 추정을 위해서는 구체적 데이터를 기반으로 한 추가적인 분석이 필요하다는 점을 밝힘

- (시사점) 친환경 전력정책의 성공적인 정착을 위해서는 ① 정책 수용성 확보를 위한 정보 공유, ② 원전산업 피해 최소화 노력, ③ 재생에너지 경쟁력 강화, ④ 에너지 세계 개편, ⑤ 전력 관련 기본계획에 일관성, 정합성 있는 반영 등이 필요
 - 첫째, 친환경 전력정책 추진 과정에서 발생하는 비용과 편익에 대하여 충분한 정보를 공유하여 정책에 대한 대국민 수용성 확보
 - 전력정책 전환은 국민 개개인에게 전기요금 인상이라는 형태로 직접적 영향을 미치기 때문에, 국민적 공감대를 형성하기 위한 노력이 매우 중요
 - 발전단가 정보와 국민부담 증가효과에 대한 객관적인 정보 공유를 통해, 대국민 수용성을 확보하고 전기요금 인상에 대한 사회적 합의를 도출
 - 둘째, 국내 원전산업의 피해를 최소화하기 위해, 원전 해외수출을 지속적으로 지원하고 노후원전에 대한 폐로·해체기술 육성에 투자
 - 탈원전 정책은 국내 원전산업의 위축을 가져올 수밖에 없으며, 필연적으로 일자리 감소, 우수기술 사장, 해외 원전사업에 대한 기회비용 발생을 야기
 - 중국, 중동 등 원전 건설 수요가 있는 국가에 해외수출을 지원하여, 관련 기업 피해 및 일자리 감소 최소화
 - 설계수명이 만료되는 노후 원전에 대한 폐로·해체기술 개발에 대규모 정책자금을 투입하여, 원전산업의 일자리 감소를 최소화하고 원전 해체산업 선도국으로 도약할 수 있는 기반 확보
 - 셋째, 재생에너지 확대 정책이 국내 재생에너지 산업활성화 및 기업경쟁력 강화로 이어질 수 있도록 정책 연계성 및 실효성 강화
 - 태양광, 풍력을 중심으로 국내시장의 확대가 두드러질 것으로 예상되는 가운데, 이를 국내기업 경쟁력 강화의 기회로 삼을 수 있도록 정부의 에너지 정책, R&D정책, 산업정책의 연계성과 실효성 강화
 - 지난 수년간 친원전 정책의 영향으로 국내 재생에너지 산업은 매우 위축된 상태¹⁸⁾, 이를 단기간에 재건하기 위해서는 다방면에 걸친 적극적인 지원책이 필요

18) 최근 수년 사이에 국내 대기업 중 삼성SDI, LG화학, 현대중공업이 태양광사업에서 철수했고, 삼성중공업, 현대중공업, 대우조선해양이 풍력사업에서 철수한 바 있음.

- 넷째, 현행 에너지 세제는 안전, 환경, 건강 등 외부 비용에 대한 고려가 미흡, 에너지원별 외부비용을 반영한 합리적인 에너지 세제 개편 필요
 - 외부성을 고려했을 때 현행 세제는 원자력과 석탄화력발전에는 과소한 세금을 천연가스발전에는 과중한 세금을 부과하고 있는 것으로 지적¹⁹⁾
 - 원자력발전의 사고위험 비용과 사회적 비용, 석탄화력발전의 미세먼지 및 온실가스 배출 문제 등 외부효과를 고려한 과세 조정 필요
 - 탄소 배출량을 기준으로 한 과세표준 신설, 개별소비세 조정 등을 통해 에너지효율이 높은 천연가스발전의 세율경감 검토

- 다섯째, 친환경 전력정책 구현을 위한 구체적 실행계획을 향후 수립하는 전력 관련 기본계획들에 일관성, 정합성 있게 반영하려는 노력 필요
 - 국내 전력, 에너지 관련 기본계획들은 수립 시기와 주기가 상이하여 계획들 사이의 일관성, 정합성 문제가 끊임없이 제기
 - 올해 내에 수립 예정인 「제8차 전력수급 기본계획」과 「제13차 장기 천연가스 수급계획」을 필두로, 「제3차 에너지 기본계획」(2018), 「제5차 신재생에너지 기본계획」(2018) 등에 친환경 전력정책을 구현하기 위한 실행계획을 일관성, 정합성 있게 반영 **HRI**

장우석 연구위원 (02-2072-6237, jangws@hri.co.kr)

이재호 연구위원 (02-2072-6272, jhlee@hri.co.kr)

김신환 선임연구원 (02-2072-6267, shinwan@hri.co.kr)

19) 시장경제연구원(2013), 「에너지 가격구조 합리화를 위한 정책·제도 개선방안」; 한국자원경제학회(2013), 「수송용 유류세 개편 연구」; 서울대학교(2016), 「통합에너지세 도입을 위한 에너지원별 외부비용 산정 연구」; 서울대학교(2016), 「국가 감축목표 달성을 위한 발전부분 사회적 비용의 적정수준 및 바람직한 부담방안 도출」.