

에너지 지표로 살펴보는 한국의 탄소중립¹⁾

1 이 원고는 한국에너지정보문화재단이 2021년 12월 31일 발표한 「탄소중립 지표」를 기반으로 작성되었으며, 전체 인포그래픽은 에너지정보소통센터(etrans.or.kr)에서 확인 가능합니다.



노 지 은
한국에너지정보문화재단 주임
(rho@keia.or.kr)

강 창 식
한국에너지정보문화재단 실장
(ok@keia.or.kr)

김 택 원
동아에스엔씨 수석연구원/부장
(taeckwonkim@gmail.com)

1. 들어가며

2021년 10월 우리나라는 2030년 ‘국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안’을 확정하여 발표했다. 앞서 8월, 우리 정부는 기후위기 대응을 위한 탄소중립을 법제화하여 ‘탄소중립기본법’을 발표한 바 있다. 10월 확정된 NDC 상향안은 2030년 탄소배출량 감축 목표를 탄소중립기본법에 명시한 것보다 높은 ‘2018년 배출량(727.6백만 톤)대비 40% 감축’으로 제시했다.

NDC가 환경과 산업, 사회 전반에 미치는 영향이 큰 만큼 현재의 NDC가 적절한지에 대해 다양한 의견이 있다. 가장 큰 이슈는 두 가지다. 하나는 한국의 NDC가 국가의 역량 및 국제사회에서의 위상 대비 충분한가, 다른 하나는 경제 발전과 사회적 희생을 최소화하고 NDC를 달성할 수 있는가이다. 한국의 위상을 고려하면 감축목표를 주요 선진국과 비슷한 50% 수준으로 상향해야 한다는 의견이 있는가 하면, 에너지 다소비 산업인 제조업 중심인 한국의 산업구조를 고려하면 현재의 NDC 목표가 산업을 위축시킬 수 있다고 우려하는 의견도 있다.

이처럼 NDC의 현실성에 대해 갑론을박이 오가지만 이미 한국에서는 2000년대 이후 에너지 공급 구조가 변하고 있다. 2002년 이라크 전쟁 이후 신고유가시대가 도래하면서 재생가능한 에너지에 주목한 이래, 2008년 국가 단위의 에너지 공급 정책을 체계화하고자 5년 단위의 국가 에너지 전략인 ‘에너지기본계획’을 수립하여 에너지 전략을 체계적으로 추진하기 시작했다. 이러한 변화는 기후위기 대응뿐 아니라 당시의 산업 및 외교 환경에 따라 이어져온 만큼 현재의 에너지 정책은 2000년대 이후 이어진 긴 흐름의 연장선에서 바라봐야 한다. 이를 위해 국내외 통계자료를 중심으로 국내 에너지 부문의 객관적 실태를 살펴보고자 한다.

2. 지역별 전력자립도의 구조 변화, 중앙집중에서 ‘지역분산’으로

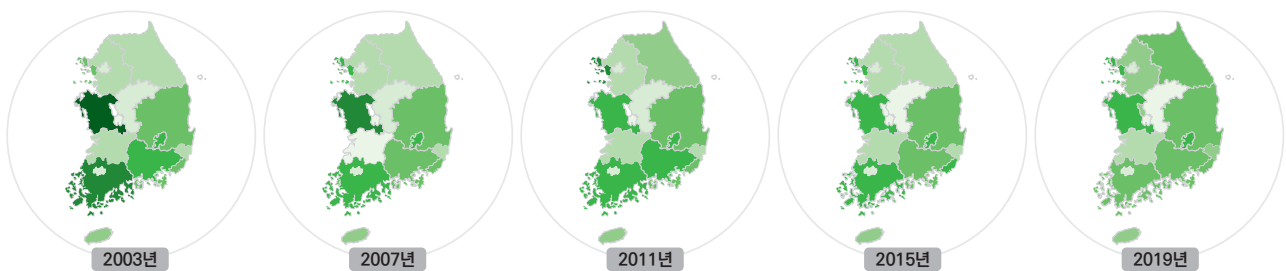
지난 20년간 한국의 에너지 구조에서 가장 분명한 변화는 지리적인 구조, 즉 ‘지역별 전력자립도’다.

한국은 전통적으로 중앙집중형 전력망을 구축해 왔다. 그리고 그 핵심축을 담당한 것이 수요량 변화가 크지 않은 대규모 수요처에 공급하는 데 최적의 조건을 갖춘 기력발전이다. 한국은 고도성장기를 거치면서 산업시설에 전력을 안정적으로 공급하는 것을 우선순위로 뒀다. 소수의 대규모 산업단지에 전력을 공급하는 것은 전통적인 기력발전에 이상적인 여건이었다. 특히 대량의 냉각수를 수월하게 확보할 수 있는 해안 지역이 주요 발전단지로 성장했다. 이에 따라 경북, 경남 지역이 영남권 산업단지에, 전남이 호남권 산업단지에, 충남이 수도권에 전력을 공급하는 구도가 형성됐다.

그러나 2000년대 이후 에너지 안보 및 기후변화 대응을 위해 에너지원을 다변화함에 따라 해안이라는 입지 조건에서 탈피하여 발전소가 여러 지역에 분산되는 움직임이 나타나기 시작했다. 전력수요 다변화에 따른 중앙집중형 수요대응의 한계, 전력소비량 증가에 따른 대규모 송전인프라에 대한 부담도 새로운 발전시설이 여러 지역에 분산되는 요인 중 하나였다. 2003년부터 2019년까지 지역별 전력자립도 현황을 살펴보면 전반적으로 전력자립도의 지역별 격차가 줄어드는 경향이 나타난다는 사실을 확인할 수 있다.

[그림 1]에서 행정구역별 색상은 전력자립도를 뜻하며, 색이 짙을수록 전력자립도가 높다는 뜻이다. 2003년만 해도 충남과 전남의 전력자립도가 유독 높은 상태였으나 시간이 흐를수록 지역별 격차가 줄어드는 모습을 확인할 수 있다. 경남은 1995년 소비량과 발전량이 갑작스럽게 하락하는데, 이는 고리원자력발전소가 있는 기장 지역이 양산군에서 독립해 부산시로 편입됐기 때문이다.

그림 1 연도별 지역 전력자립도 변화



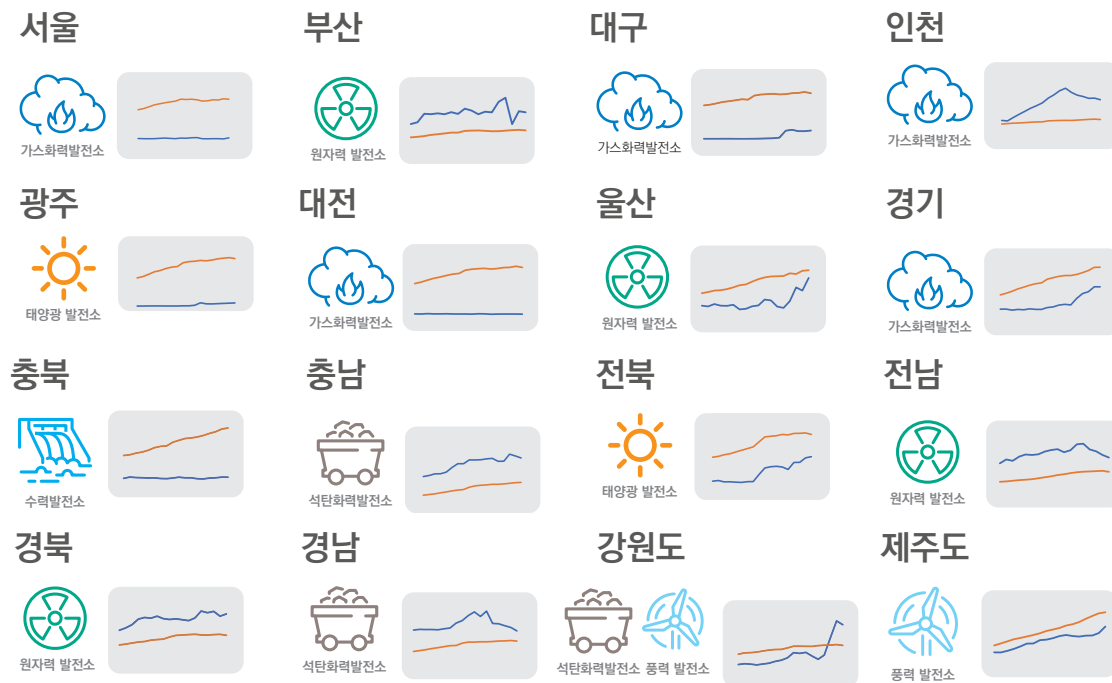
자료: 한국전력공사 「연도별 전력통계」, 산업통상자원부 「에너지사용량통계」

한편 인구가 밀집한 지역일수록 에너지 소비량이 큰 데 비해 발전소를 건설할 부지는 부족해서 전력자립도가 낮게 나타나는 경향이 있는데, 예외적인 지역으로는 충북이 있다. 충북은 도시 수가 적은데도 전력자립도가 낮게 나타나는데, 이는 큰 강이 적은 산지 내륙이라는 특성상 대규모 발전소를 건설할 곳이 마땅치 않기 때문이다. 최근 재생에너지에 대한 투자가 집중적으로 이루어지는 제주, 전북, 강원은 전력자립도보다 포트폴리오 변화에 주목할 만하다. 제주는 풍력, 전북은 태양광, 강원은 태양광 및 풍력을 고르게 육성하며 지역 내 생산되는 재생에너지 비중을 꾸준히 높여 왔다.

지역별 전력자립도가 평균화되는 경향은 [그림 2]에 표현한 지자체별 주요 발전시설과 전력소비량, 발전량 통계를 통해 재확인할 수 있다. 주황색 선이 소비량, 파란 선이 발전량을 나타낸다. 전반적으로 인구가 많은 도시일수록 자립도가 낮고, 전통적인 산업단지일수록 자립도가 높다. 광역시를 제외한 도 차원에서는 충북을 제외하고는 발전량과 소비량이 대체로 일정한 간격을 유지하거나 그 차이가 줄어드는 모습을 볼 수 있다. 특히 울

산, 경기, 전북, 전남, 경남, 강원에서 발전량과 소비량이 수렴하는 모습이 분명하게 관찰된다. 2000년과 2019년을 비교하면 전력자립도는 경기도 43.28%에서 60.13%로, 강원도는 64.44%에서 175.44%로, 전북은 13.98%에서 55.12%로, 제주도는 67.62%에서 74.34%로 각각 개선됐다. 발전시설이 많아 전력자립도가 높은 충남, 전남, 경북, 경남은 모두 전력자립도가 200~400%대에서 100~200%대로 낮아졌다. 이러한 변화에는 다양한 요인이 있겠으나 발전 부담이 특정 지역에 집중된 구조에서 분산되는 방향으로 변화하는 경향성을 확인할 수 있다.

그림 2 지역별 주력발전원, 전력소비량 및 발전량 추이(2003~2019)



자료: 한국전력공사 「한국전력통계」

주: 최근에 독립한 세종특별자치시는 제외했다.

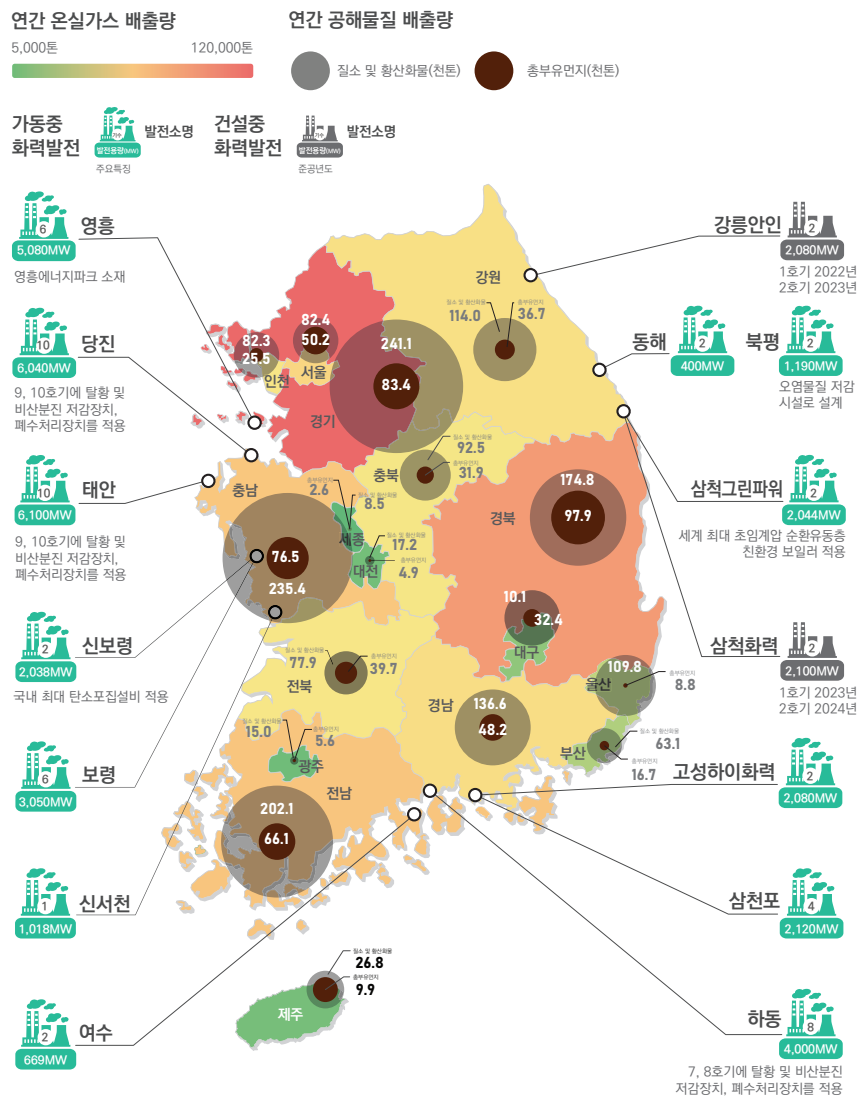
종합하면 한국의 에너지 상황은 지역별 특색을 유지하는 가운데 지역별 전력자립도 격차가 줄어드는 방향으로 변화해왔다고 할 수 있다. 전력자립도에 영향을 주는 요인이 다양하여 핵심 요인을 특정하기는 어려우나, 에너지 소비량은 모든 지역에서 우상향 그래프를 그어왔다는 점에서 신규 발전설비가 여러 지역에 고르게 분산되어 건설된 결과로 파악된다. 다만 이러한 변화가 재생에너지 비중과 연관성이 얼마나 있는지는 아직 명확히 판단하기 어렵다. 뒤에서도 살펴보겠지만 태양광이 크게 증가한 전북, 풍력이 증가한 강원 지역에서 전력자립도가 개선되는 모습이 분명히 관찰되나, 전력자립도에는 전력소비량이나 타 전력원의 발전량 등 다양한 요소가 영향을 미치기 때문에 추후 더 자세한 연구가 필요하다. 그러나 전력자립도의 변화는 에너지전환의 여러 국면 중 하나일 뿐이다. 이후에는 에너지원별, 분야별 변화를 통해 현재 진행 중인 에너지전환의 현주소를 살펴본다.

3. 에너지원별 현황

가. 탄소배출과 대기오염, 두 가지 난관에 직면한 석탄화력발전

석탄화력발전은 석유파동 이후 국내 발전 부문을 책임져 왔다. 석탄화력은 2020년 총 발전량 기준 국내 발전원 중 35.6%로 국내에서 가장 큰 비중을 차지한다. 화력발전 비중은 2010년대 내내 40%대를 유지하다가 2020년에야 비로소 30%대 중반으로 떨어졌다. 기존 화력발전을 가스발전 등 오염물질 배출이 더 적은 발전 방식으로 전환하는데도 석탄화력발전 비중이 일정하게 유지된 이유는 기존 전력수급계획에 따라 계획된 석탄 화력발전소가 완공된 데 따른 것이다. 기존 계획에 따라 2021년 12월 현재 아직 건설 중인 석탄화력발전소도 4기 있지만 2017년 이후 새로 수립된 석탄화력발전소 건설 계획은 없다.

그림 3 지역별 화력발전소 및 대기오염 현황(화력발전소 2021. 12, 대기오염 2019년 기준)



한국의 석탄화력 비중은 경쟁국가 대비 높은 편으로, 전력통계정보시스템의 2021년 12월 말 자료 기준으로 대규모 석탄화력발전소(기력)는 14개 부지에 총 57기가 가동 중이다. 12월 31일 퇴역하는 호남화력 2기는 제외했다. 구조상으로는 독일과 유사한 면을 보이는데, 독일 역시 재생에너지로 전환을 적극적으로 추진하고 있음에도 제조업 강국이라 에너지 소비량이 많은 데다 동부 지방의 저렴한 고품질 갈탄을 이용한 석탄화력발전의 경제성이 높아 석탄화력발전 비중이 유럽 국가 중 높은 편이다.

이처럼 높은 석탄화력발전 비중은 NDC 이행과 국민 보건에 장애요인으로 작용한다. 석탄화력발전은 발전을 위해 연소하는 과정에서 다양한 대기오염물질을 배출한다. [그림 3]에서 각 지역의 색은 2019년 6월부터 2020년 5월까지의 평균 미세먼지 농도를, 원은 같은 기간 주요 대기오염물질인 질소 및 황산화물, 대기중 총 부유먼지 배출량을 나타낸다. 그림에서 보듯 온실가스 및 공해물질 배출량은 서울을 기준으로 남동축을 따라 높게 나타난다. 특히 수도권과 충남의 대기오염물질 배출량이 높는데, 산업시설이 밀집해 대기오염물질 배출량이 많고 물동량이 커서 화물트럭 운행이 빈번하기 때문이다. 충남은 수도권에 비해 인구 및 산업시설 규모가 더 작은데도 질소 및 황산화물 배출량, 총 부유먼지량은 수도권과 비슷한 것으로 미루어, 충남에 29기가 밀집된 석탄화력발전소의 영향을 짐작할 수 있다. 물론 온실가스 및 미세먼지는 배출 원인이 다양하고 인구밀도 및 산업활동 규모에 가장 큰 영향을 받으므로 화력발전과 단선적인 상관관계를 보이지는 않으나, 대체로 산업시설이 많거나 석탄화력발전이 활발한 지역의 온실가스 및 총 부유먼지 발생량이 높다.

이처럼 석탄화력발전은 화석연료를 태우는 과정에서 온실가스에 더해 대기오염물질을 다량 배출하므로 선진국을 중심으로 석탄화력발전을 점진적으로 줄여나가려 하고 있다. 한국도 노후 석탄화력발전소는 설계수명 만료 이전에 조기 폐쇄할 방침이다. 현재 2034년까지 24기의 석탄화력발전소를 단계적으로 폐쇄할 예정이며, 이에 따라 석탄화력 총 발전량도 1/3 이상 줄어든 전망이다.

나. 원자력 발전과 사용후핵연료 이슈

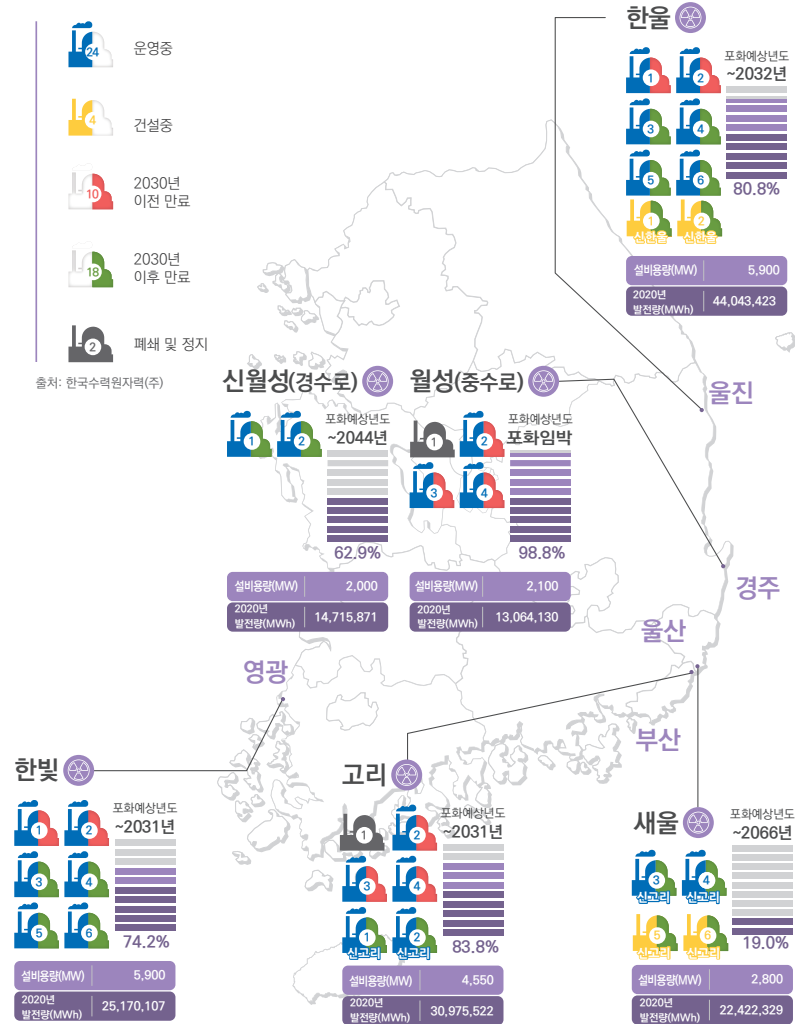
고리 1호기가 첫 가동을 시작한 이래, 1980년대 원자력발전소가 잇따라 건설되며 고도성장기 산업 인프라를 안정적으로 유지하는 데 중요한 역할을 했다. 한국은 2000년대 들어 전체 발전에서 원자력의 비중이 20%를 넘어서고 원자력 수출국의 지위에 오르는 등 주요 원전 국가로 성장했다. 그러나 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 원전의 안전성이 도마 위에 오르면서 기존의 원전 계획을 재검토하는 등 성장세가 정체된 상태다.

원자력발전을 둘러싼 가장 큰 쟁점은 사용후핵연료다. 사용후핵연료는 원자로에서 사용을 끝내고 꺼낸 상태의 연료로, 오랜 시간에 걸쳐 방사선을 내보내는 초우라늄 원소와 장반감기 핵종이 있어 장기간 방사선과 열을 방출하기에 철저한 관리가 필요하다.

사용이 끝난 핵연료는 우선 과도한 반응을 막기 위해 냉각재로 채운 임시저장 시설에 저장, 관리한다. 일반적으로 3년 정도 임시저장 후 사용후핵연료의 물리화학적 상태가 안정되면 영구처분을 준비한다. 문제는 사용후핵연료를 영구처분하려면 10만 년 이상에 이르는 긴 시간 동안 안정성을 유지하며 보관할 수 있도록 거대하면서도 튼튼한 시설이 필요하다는 점이다.

한국은 원자력발전 초기인 1983년부터 사용후핵연료 문제를 논의하기 시작했다. 사용후핵연료를 포함한 고준위방사성폐기물 관련 정책은 역대 정부에서 9차례에 걸쳐 추진됐으나 계속 합의에 이르지 못했다. 사용후핵연료 영구처분장을 건설하면 해당 부지는 사실상 접근과 사용이 불가능해지므로 지자체와 지역주민의 반대가 컸던 탓이다.

그림 4 원자력발전 및 사용후핵연료 저장공간(2021년 12월 현황)



자료: 한국수력원자력(주), 한국원자력산업협회, 한국원자력안전기술원

이를 위해 정부는 고준위 방사성폐기물 관리를 공론의 장으로 끌고 와 공개적으로 논의하고자 관련 근거를 마련하는 한편, 2013년부터 사용후핵연료 공론화위원회를 운영하기 시작해 사용후핵연료 처분의 청사진을 확정했다. 이어 2021년에는 ‘고준위 방사성폐기물 관리에 관한 특별법’이 발의되어 독립 행정위원회 설치, 처분장 부지 선정 절차 법제화, 의견수렴 대상 범위 확대와 같은 내용이 담겼다.

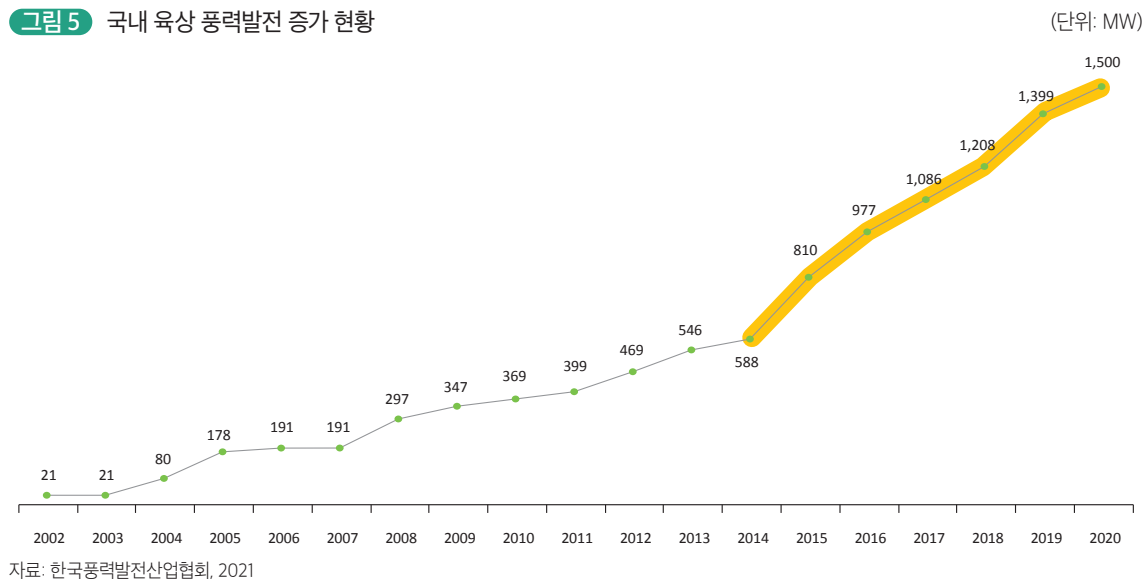
사용후핵연료 영구처분장 건설이 순조롭게 진행되더라도 본격적인 가동은 중간저장시설 2030년, 영구처분시설 2050년 이후가 될 것으로 전망된다. 그러나 이미 전국의 주요 원전에 마련된 임시저장시설은 대부분 조만간 포화를 앞두고 있다. [그림 4]에서 국내 원전 현황과 사용후핵연료 보관상태를 확인할 수 있는데, 월성원전 중수로는 이미 포화가 임박했고, 고리·한빛원전은 2031년, 한울원전은 2032년, 월성원전 경수로도 2044년이면 포화상태에 이를 전망이다. 2021년 현재 월성원전 중수로의 사용 후 핵연료봉 임시저장시설을 추가 건설하고 있어 당장 급한 불은 껐지만, 어디까지나 임시저장시설을 추가 건설하는 것인지를 영구처분에 이르기까지 시간을 벌었다는 의미만 있을 뿐, 영구처분 논의를 서두를 필요가 있다.

이와는 별개로 정부는 후쿠시마 사고 이후 원자력발전소의 안전 이슈가 부각되면서 신규 원전 계획을 재검토했다. 이에 따라 현재 건설 중인 원전 외 신규 원전 계획은 전면 중단하고 현재 가동 중인 원전도 계속운전 없이 단계적으로 폐쇄하기로 했다. 폐로 수순에 들어간 고리1호기와 계속운전이 취소된 월성1호기를 제외하고 2021년 현재 국내에서 운영 중인 원전은 총 24기로, 현재 4기가 추가로 건설 중이다. 이 중 10기가 2030년 이전 설계수명이 만료되어 가동을 중단하고 2030년 이후에는 18기가 폐쇄된다. 이러한 절차는 예정된 설계수명에 따른 것으로, 결함이 발견되지 않은 상태에서 조기 폐쇄하는 것은 현재 고려되지 않고 있다.

다. 주요 발전원으로 부상한 풍력발전

풍력발전은 경제성이 가장 높은 재생에너지원으로 손꼽힌다. 2020년 조사에 따르면 세계적으로 모든 재생에너지의 LCOE가 화석연료의 발전비용 범위 내에 들어와서 재생에너지원이 화석연료 대비 가격 경쟁력을 확보한 것으로 나타났다(조일현 외). 그러나 세계적인 동향과 달리 국내 육상풍력발전의 LCOE는 세계 평균보다 높아서 풍력발전에 불리한 여건이다. 이로 인해 세계적으로 풍력발전의 경제성이 높음에도 국내 풍력발전설비 확대는 태양광에 비해 더딘 편이었다. 태양광과 달리 풍력 신규 건설은 재생에너지 3020 이행계획에 따른 목표치에 미달해 발전원별 균형 있는 보급이 필요하다는 지적이 제기되기도 했다.

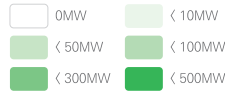
그림 5 국내 육상 풍력발전 증가 현황



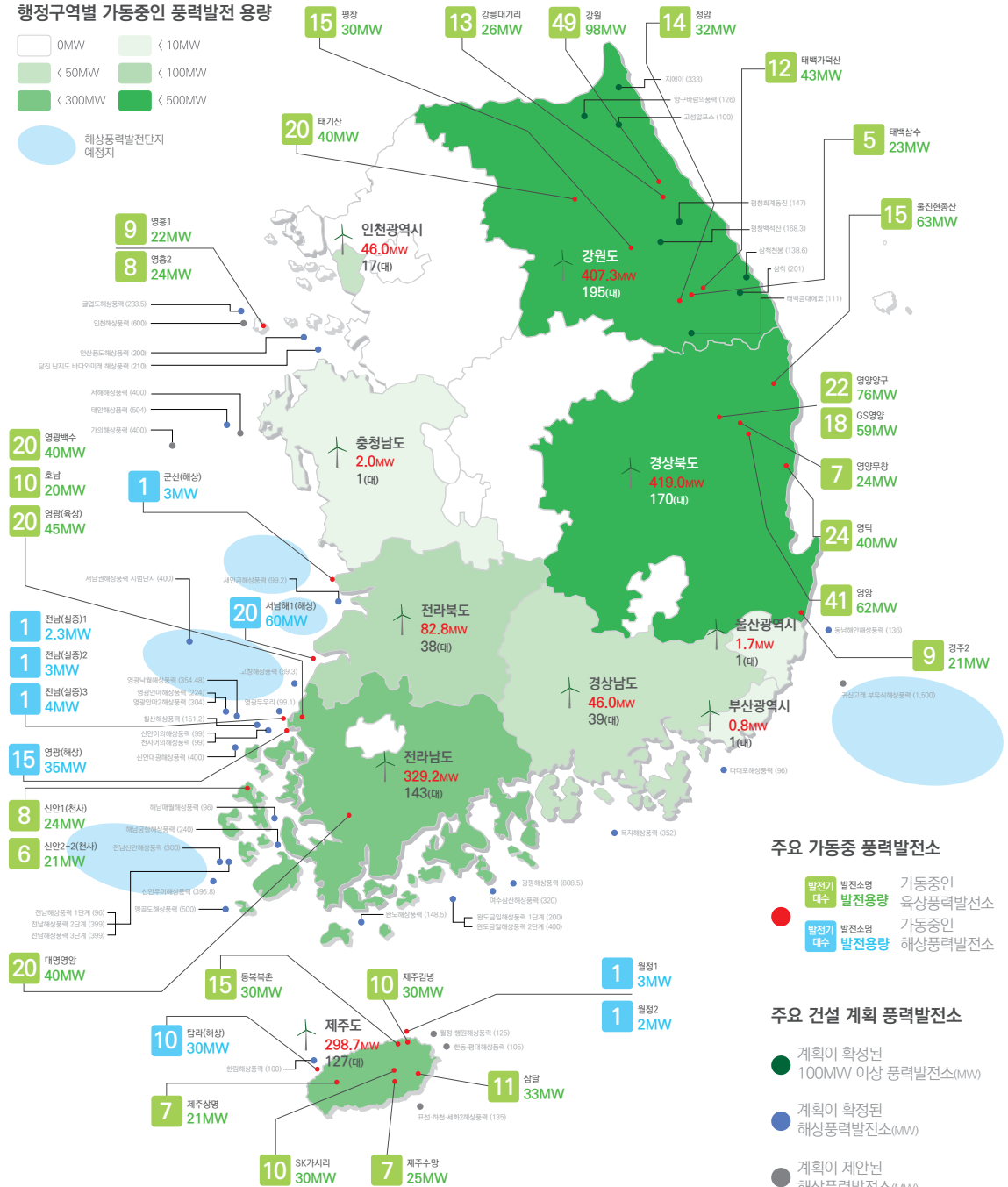
이에 따라 정부에서는 풍력발전 관련 산업을 조기 육성하여 가치사슬을 완성하고 발전단가를 현실적인 수준으로 낮추고자 신규 풍력발전을 정책적으로 지원하고 있다. 정부는 2021년 7월 신재생에너지에 대한 지원 제도인 신재생에너지공급인증서(REC)를 개편하면서 육상풍력과 해상풍력의 가중치를 상향하여 풍력발전 투자 유인을 높였다.

그림 6 전국 주요 풍력발전 설비용량 및 발전량

행정구역별 가동중인 풍력발전 용량



해상풍력발전단지 예정지



자료: 한국풍력발전산업협회, 2021

이러한 노력에 힘입어 [그림 5]에서 보듯 육상풍력발전은 2014년부터 가파르게 증가했다. 국내 누적 설치량은 2016년 1GW를 돌파한 이래 현재 운영 중인 상업용 발전단지는 2019년 기준 전기사업허가를 획득한 상업용 풍력단지만 215개소, 12GW에 달한다. 특히 에너지경제연구원의 2020년 연구에 따르면 2030년까지 kWh당 130원 수준에 이르러 경제성에서 화석연료를 넘어설 것으로 예측되는 등(이근대 외) 풍력발전의 경제성이 국

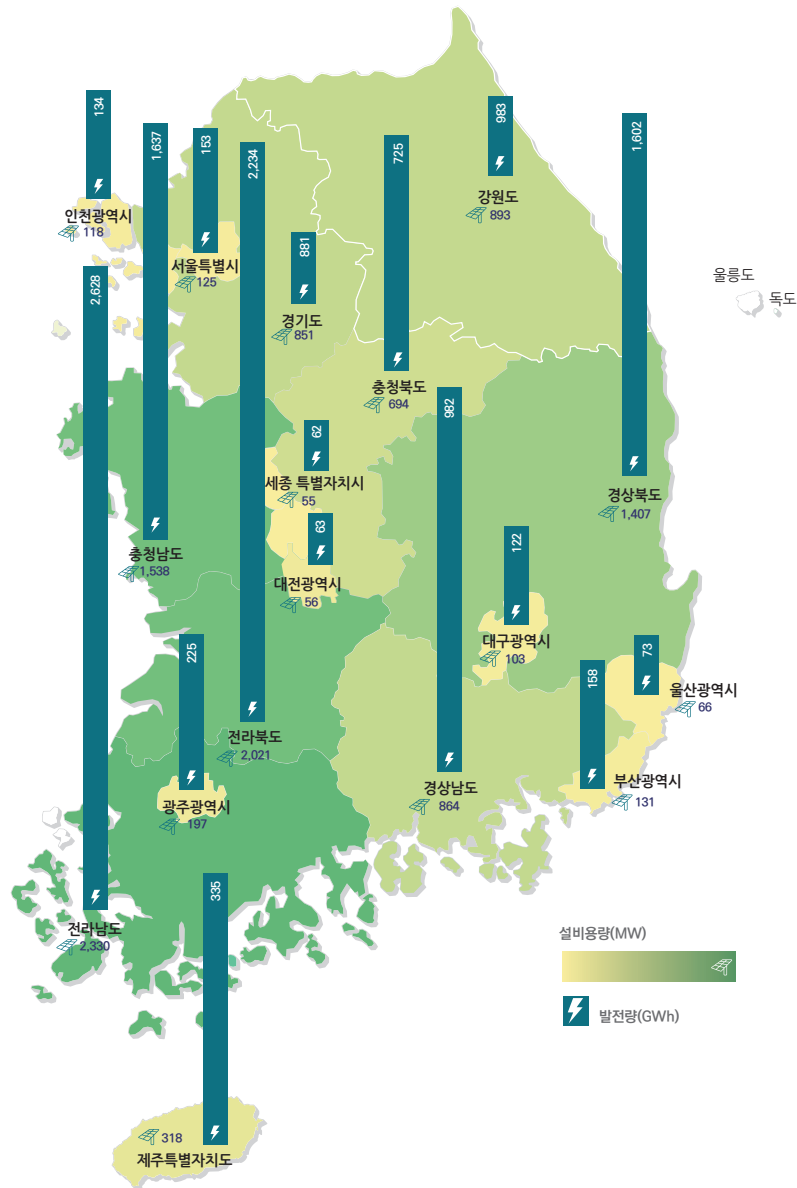
내에서도 향상됨에 따라 풍력발전 건설은 빠르게 늘어날 것으로 전망된다. [그림 6]에서 보듯 현재 건설된 풍력 발전단지는 대부분 100MW에 미치지 못하지만, 건설 계획된 육상 및 해상풍력 발전단지는 상당수가 100MW 이상으로 향후 풍력발전 용량이 빠르게 증가할 것으로 보인다.

라. 입지 제약이 적은 태양광의 성장

그림 7 전국 태양광발전 설비용량 및 발전량

풍력발전은 기존 기력발전의 터빈 기술과 항공 분야의 유체역학 기술을 응용할 수 있어 조기에 상용화가 가능했다. 그러나 광전효과를 이용한 태양광은 발전소자 특성에 따라 발전효율이 좌우되는데, 여전히 새로운 발전소자가 개발되고 있어 추가적인 개선의 여지가 크다. 현재 널리 사용되는 실리콘 기반 태양광 기술도 자투리땅이나 건물 벽면 등 타 발전방식과 달리 설치가능한 곳이 점점 확대되어 신규 설치가 활발하다. 입지조건의 제약이 덜하다는 장점 덕분에 태양광은 코로나 19 기간 동안에도 견조한 상승세를 유지하며 국내 재생에너지 중 가장 빠르게 성장했다. 한국에너지공단 자료에 따르면 2020년 국내 태양광발전 신규 보급용량은 4GW에 육박했다.

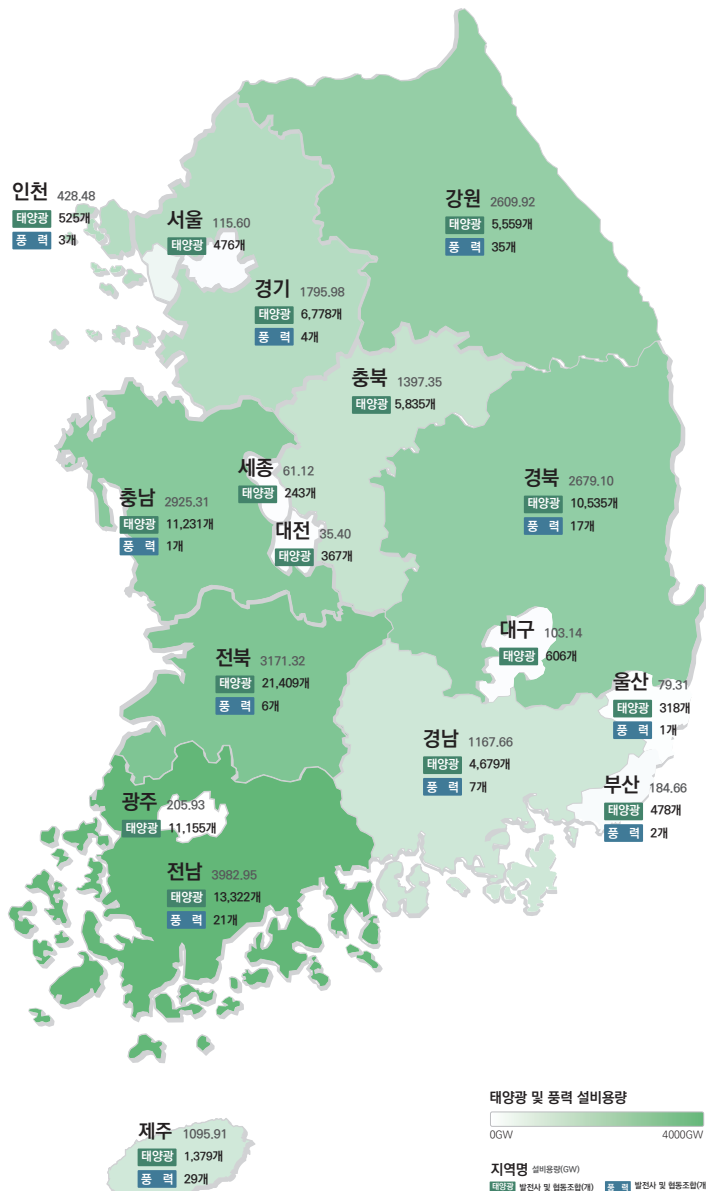
태양광 발전에서 주목할 점은 타 발전방식에 비해 대도시 설치 비중이 결코 작지 않다는 점이다. 이는 건물 옥상, 창호, 아파트 베란다 등 도심 환경에도 적용하기 용이하다는 장점 덕분이다. 대체로 태양광 발전 설비는 농지 태양광이 많은 호남지역에 집중되어 있으나 풍력에 비하면 인구 밀집지역과 농어촌지역의 격차가 크지 않은 편이다. 풍력은 바람이 강한 강원도 산간지역이나 제주도에 더 많은 것과 달리 태양광은 일조 조건이 우수한 충남 및 전라남북도 지역에 주로 설치됐다는 점도 주목할 만하다. 이는 [그림 7]에서 확인할 수 있다.



자료: 한국태양광산업협회, 2021

개인이 설치하는 소규모 태양광은 그 양을 집계하기 어렵지만 전력 부하를 낮추는 데 적지 않게 기여하는 것으로 보인다. 개인 소유 소규모 태양광발전설비에서 생산된 전기는 대부분 자체적인 소비량을 충당한 후 남은 양을 한전에 판매한다. 이때 판매 이전에 소비된 전력만큼 전력시장에서 수요가 줄어들기에 전체 수요가 감소해 발전 부담이 줄어든다. 산업통상자원부에 따르면 2021년 7월 기준 전력시장에 전력을 판매하지 않는 ‘전력시장 외 태양광’ 발전의 효과를 추산한 결과 여름철 피크 시간인 14~15시 동안 태양광 발전 비중이 총 수요의 11.1%를 기록한 것으로 나타났다고 한다. 자가 설치에 대한 정책적인 지원이 확대된다면 전력망의 부하를 더욱 낮춰 결과적으로 국가 에너지망의 수요량을 줄임으로써 에너지 수급 구조를 개선할 수 있을 것이다.

그림 8 태양광 및 풍력 발전사 및 협동조합 현황



자료: 전력거래소 수급계획팀, 「발전설비용량변경문서」, 2021.08.

4. 재생에너지 확대에 따른 변화

가. 주민과 소비자가 견인하는 재생에너지

국내 에너지 수급 구조는 전통적인 에너지원인 원자력과 석탄화력이 정체되거나 줄어드는 한편, 풍력과 태양광을 중심으로 재생에너지가 성장하는 모습을 보인다. 그렇다면 이러한 에너지 수급 구조의 변화가 사회적으로는 어떤 변화를 불러왔는지 살펴본다.

가장 눈에 띄는 점은 소규모 사업자의 시장 참여다. 전통적 에너지를 중심으로 한 과거의 발전 시장에서는 소규모 사업자가 참여하기 어려워 시장의 다양성이 적은 편이었다. 그러나 재생에너지의 특성상 소규모로 발전시설을 건설·운영하는 한편 발전량과 송전량을 ICT를 활용해 실시간으로 제어함에 따라 중·소규모 사업자의 참여가 활발해졌다.

협동조합이 활발하게 참여하는 것도 눈에 띄는 특징이다. 입지조건의 제약이 적은 재생에너지의 특성상 에너지 소비자가 직접 투자해서 자신의 주거지 인근에 발전시설을 건설하고 여기서 생산된 전기를 공유할 수 있다. 별도의 전력시장과 송전체계를 거치지 않으니 전환손실이 적고 비교적 저렴한 가격에 에너지를 사용할 수 있다는 장점이 있다. 실제로 [그림 8]에서 보듯 2021년 6월 기준 전국의 발전사 및 에너지 협동조합은 총 84,895개에 이른다. 이중 126개가 풍력, 84,376개가 태양광 관련 기

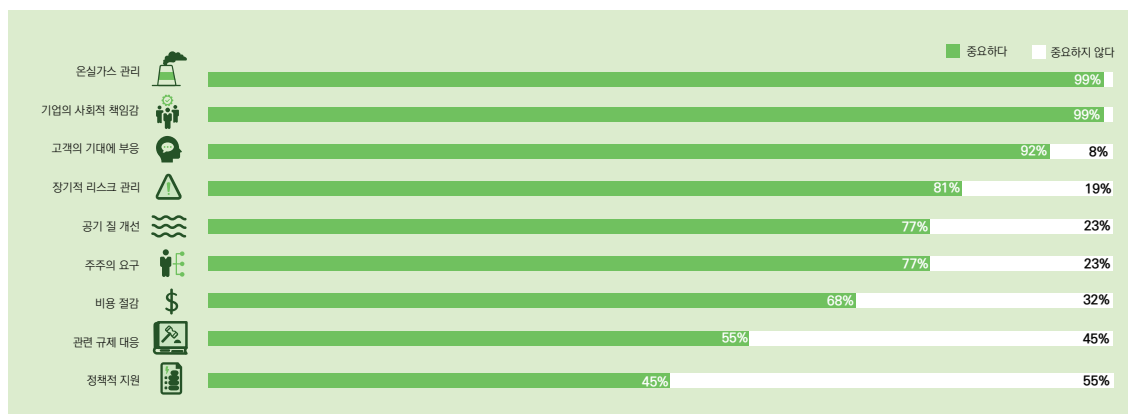
업 및 조합으로, 태양광 발전이 소규모 사업자 및 주민, 개인 중심으로 이루어진다는 점을 잘 보여준다. 전국에서 태양광 사업자가 가장 많은 곳은 전북으로 21,349곳에 달했으며, 풍력은 강원 지역이 35개로 가장 많았다. 풍력 및 태양광 설비 현황과 일치하는 결과다.

나. 산업계, 탄소중립에 동참하다

산업계에서는 전 세계적으로 재생에너지로의 전환이 활발하다. 에너지원 전환이 겉으로는 기업의 영리활동과 별개로 취급되는 사회공헌 활동의 형태를 띠더라도 실제로는 기업의 본원적 활동과 밀접하게 연관됐다는 점도 특기할 만하다. 최근 재생에너지 가격이 저렴해지고 환경 이슈가 소비자의 선택에 영향을 주기 시작하면서 기업들 또한 재생에너지 확보에 적극적으로 나서고 있다. RE100(Renewable Energy 100%)이 대표적이다. RE100은 기업이 자발적으로 설정한 목표 연도까지 기업활동에 필요한 전력을 100% 재생에너지로 충당하겠다고 선언하는 글로벌 캠페인이다. 번거로운 절차와 외부 감사 의무가 있음에도 불구하고 기업이 RE100에 관심을 두는 이유는 기업의 사회적 책임(CSR, Corporate Social Responsibility)과 관련이 있다. 사회의 각 영역과 기업활동이 불가분하게 얽힌 현대 사회에서 기업은 생산부터 소비에 이르는 모든 가치사슬 속에서 기업의 이익이 주주(shareholder)뿐 아니라 소비자와 기업활동으로부터 직간접적으로 영향을 받는 모든 이해관계자(stakeholder)의 이익을 해치지 말아야 한다.

이는 일방적인 의무가 아니다. 개인 차원에서 사회적 약속을 잘 지키는 사람일수록 신용도가 높아 금융 등 다양한 영역에서 혜택을 얻듯, 사회적 책임에 충실한 기업일수록 이윤 창출의 기회가 더 많다(Hart, Kanter, Kotler & Lee). 국내 상장기업을 대상으로 한 연구에서도 사회적 책임지수가 높은 기업일수록 이해관계자에게 좋은 인식을 주어서 시장에서 기업가치가 높게 평가된다는 사실이 확인됐다(전인수 외). 기후변화 대응은 CSR의 개념에 부합한다. 기업은 사회의 일원으로서 이익을 실현하는 과정에서 소비자에게 피해가 없도록 오염물질을 관리하고 탄소배출량을 억제해야 한다. 이러한 노력은 기업 이미지를 긍정적으로 전환하여 시장에서 경쟁력을 높여준다. 지역별, 업종별 산업구조에 따라 RE100의 의의가 달라지기는 하지만 글로벌 시장의 일반적인 흐름을 고려하면 RE100은 사회적 캠페인보다 투자에 가까워지고 있다.

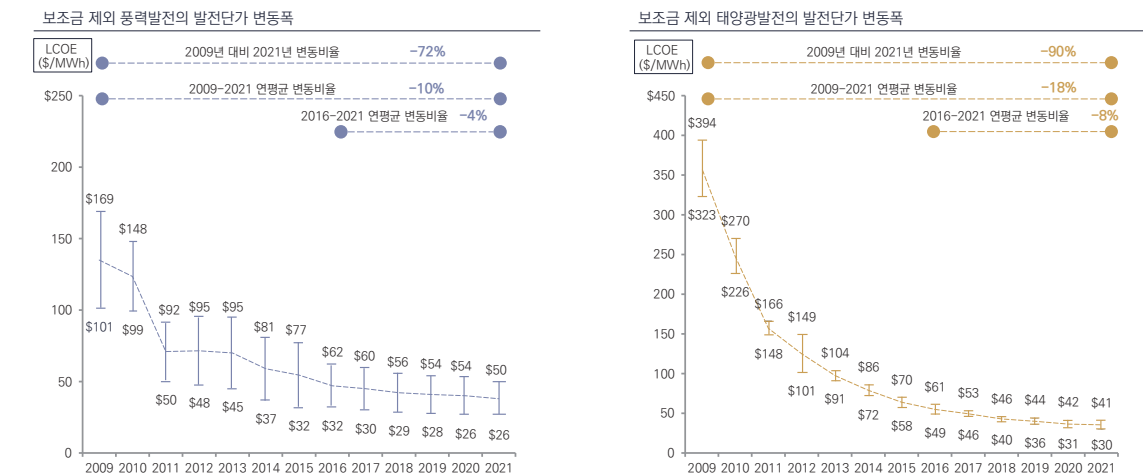
그림 9 RE100 참여 기업이 응답한 재생에너지전환의 목적



자료: The Climate Group 「2020 Progress and Insights Annual Report」

이러한 상황은 더클라이밋그룹이 RE100 가입 기업을 상대로 설문조사한 결과로부터 확인할 수 있다. [그림 9]를 보면 RE100 참여 기업은 온실가스 관리와 기업의 사회적 책임, 고객의 기대가 가장 중요한 참여 요인이라고 응답했다. 투자자의 요구(77%)보다 소비자의 기대(92%)가 더 중요한 요인인 점, 리스크 관리가 중요하다는 답변도 81%나 차지하는 점, 68%는 비용 절감을 이유로 들었다는 점으로 미루어보면 기업의 사업 전략과 매출 계획에서 재생에너지전환이 중요한 요소라는 점을 보여준다.

그림 10 글로벌 육상풍력과 태양광의 균등화발전단가



자료: Lazard Ltd. 『LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS — VERSION 15.0』

재생에너지 단가가 지속적으로 저렴해지며 변동폭도 줄어든다는 점도 기업에게 중요한 부분이다. 미국 투자는 행인 라자드(Lazard)가 분석한 바에 따르면, 대표적인 재생에너지원인 태양광과 풍력의 LCOE가 평균값 기준으로 각각 2011년, 2013년 석탄화력의 LCOE보다 낮아진 것으로 나타났다. LCOE는 지역, 산업구조 등 다양한 요인에 따라 크게 달라지므로 평균값을 전적으로 신뢰하기는 어려우나 전반적으로 재생에너지 발전단가가 낮아지며, 변동폭도 줄어든다는 점은 분명하다. 이는 발전 비용을 비교적 높은 정확도로 예측할 수 있게 하여 비용관리 및 예측, 에너지 조달 측면에서 리스크를 줄여준다([그림 10]).

이처럼 재생에너지를 이용했을 때의 비용 예측에 정확성이 높아졌다는 점도 기업이 에너지전환에 참여하는데 중요한 요인일 것이다. 라자드에서 발표한 LCOE 분석에 의하면 풍력과 태양광 모두 LCOE값의 편차가 줄어드는 모습을 보인다. 특히 풍력에 비해 환경의 영향을 덜 받는 편인 태양광은 극적인 LCOE 편차 감소를 보여준다.

재생에너지 단가가 하방 안정화되는 한편 RE100 기업은 늘어나고 있다. RE100 참여 기업은 2021년 12월 23일 기준 346개에 달하며, 이들 중 참여 기업 중 애플, 구글, 마이크로소프트 등을 비롯한 53곳이 재생에너지 100% 전환 목표를 달성했고 90% 이상 전환한 기업도 65곳에 달한다. 국내에서도 2020년 SK그룹의 6개 계열사가 한국 최초로 RE100에 정식으로 가입했으며 2021년 12월 23일 기준 총 14개 한국 기업이 가입했다. 산업계의 이러한 움직임은 RE100 참여를 통한 탄소중립 실현이 시장 원리와 자연스럽게 조화를 이루고 있음을 보여준다.

다. 재생에너지와 효율 향상에서 찾은 에너지 안보 해법

일반적으로 국가총생산(GDP)가 증가할수록 에너지 소비량도 증가한다. 그런데 최근 선진국을 중심으로 GDP와 에너지 소비량이 반대 방향으로 움직이는 ‘디커플링’이 발생하고 있다. GDP는 증가하지만 에너지 소비량은 감소하는 현상이다.

디커플링은 에너지 정책의 역사에서 중요한 의미가 있다. 과거에는 에너지소비량을 줄인다는 말이 곧 경제성장을 억제한다는 뜻과 마찬가지로 에너지 저소비 성장은 현실성이 부족한 주장으로 여겨졌다. 그러나 거시적인 통계에서 디커플링이 확인되면서 경제는 정상적으로 성장하는 가운데 에너지 소비량을 줄임으로써 ‘지속가능한’ 에너지전환의 가능성이 확인됐다.

실제로 전 세계 에너지 소비는 2016년을 기점으로 증가세가 완만해졌지만 같은 기간 동안 세계 인구와 경제는 이전과 다름없이 빠르게 성장했다. 이는 같은 양의 에너지로도 과거보다 더 많은 인구와 산업을 뒷받침할 수 있게 됐다는 의미다. 에너지 사용량이 줄어들면 탄소 배출 요인이 줄어 탄소배출량도 감소하므로, 에너지효율 향상은 탄소중립을 위한 에너지전환에 반드시 고려해야 할 요소다.

한국에서는 2000년대 초반부터 단위 부가가치당 에너지 소비량인 에너지원단위가 개선되기 시작했다. 특히 2019년에 IMF 이후 최초로 최종 에너지 소비가 감소한 점이 주목할 만하다. 에너지 효율이 향상된 한편, 경기 둔화와 석유화학 설비의 유지보수 기간 증가, 겨울철 기온 상승에 따른 난방 수요 감소로 에너지 소비량이 감소했다. 이에 따라 2019년 한국의 GDP는 2.2% 상승했으나 최종 에너지 소비량은 0.9% 감소했다. 특히 투입 요소의 비용에 민감한 산업 부문에서 분명한 변화를 확인할 수 있다. 한국의 에너지 소비량 중 가장 큰 비중을 차지하는 산업 분야에서 2019년 연간 최종에너지 소비량은 전년 대비 0.4% 감소했으며, 그 결과 에너지 공급량과 수입액도 줄어들었다. 그간 한국은 에너지 수입 의존도가 높아 국제 정세와 유가에 큰 영향을 받았으나 조금씩이나마 수입 의존도가 줄어들면서 에너지 가격의 변동성을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 안정적인 에너지 수급 구조가 안보의 영역임을 고려하면 고무적인 일이다.

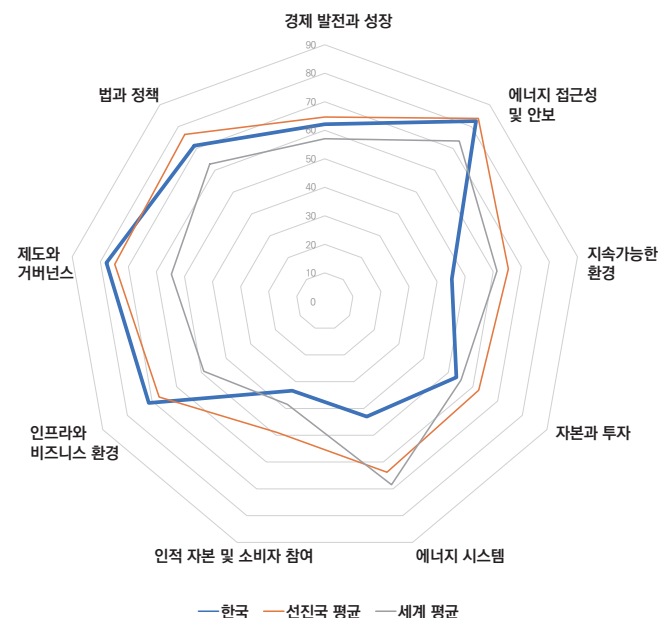
라. 완만하지만 분명한 한국의 에너지전환

지금까지 살펴본 변화 양상은 에너지전환으로 연결된다. 한국은 에너지전환에서는 비교적 후발주자에 속하며, 최근의 NDC가 지나치게 급진적이라는 비판도 이러한 배경에서 나온다. 기존의 재생에너지 인프라와 내수 산업의 시장 성숙도, 에너지 다소비 산업에 의존적인 산업구조를 종합적으로 고려하면 한국의 에너지시스템이 전환되는 데 더 많은 시간이 필요하다는 것이다.

한국의 에너지전환 현황은 세계경제포럼이 2021년 발표한 에너지전환지수(ETI, Energy Transition Index)에서 확인된다. 세계경제포럼은 2015년부터 세계 115개국의 에너지 시스템과 에너지전환 현황을 추적해 국가별 에너지전환지수를 산정해 발표한다. 2021년 보고서에 따르면 한국은 100점 만점 중 60.8점을 기록해 조사대상 중 중위권 그룹에 속했다. 2020년에 비해 점수는 올랐으나 전 세계적으로 ETI 점수가 상승해 순위는 1단계 낮아졌다. 선진국으로 분류된 31개국 중에서도 29위를 기록해 한국의 에너지전환이 더디다는 사실이 확인됐다.

세부적으로 보면 에너지전환지수 중 ‘전환 준비도’ 항목이 ‘시스템 성과’보다 높은 평가를 받았다(그림 11). 시스템 성과는 경제발전, 환경적 지속가능성, 에너지안보·접근성 등으로 구분되어 에너지시스템의 건전성을 평가하는 것으로, 산업구조가 에너지에 덜 의존적이면서 재생에너지를 자국 내에서 저렴하게 조달할 수 있는 국가가 유리한 편이다. 이에 비해 전환 준비도는 에너지전환을 위해 제도적, 기술적, 재정적 기반을 어떻게 다져나가는지 평가한다. 한국은 시스템 성과에서 65위의 평가를 받은 데 비해 전환 준비도는 43위의 평가를 받았다. 이는 한국이 현 시점의 에너지전환의 이행도는 낮지만

그림 11 2021년 한국의 에너지전환지수(ETI)



자료: 세계경제포럼(WEF), 「Fostering Effective Energy Transition 2021 edition」

에너지전환을 위한 인프라는 어느 정도 양호하게 구축했음을 뜻한다. 특히 인프라 및 혁신 비즈니스 환경, 제도 및 거버넌스, 법규 및 정치공약 등은 평균보다 월등히 높은 점수를 받았으며, 이는 충분한 자본과 인력만 확보된다면 신속한 에너지전환이 가능하다는 의미다. 다만 2020년 한국의 전환 준비도가 27위였음을 고려하면 많은 나라들이 한국보다 빠른 속도로 에너지전환에 대비해 인프라를 구축하고 있음을 보여준다.

실제로 최근 3년간 한국의 재생에너지 확충 속도에는 탄력이 붙었다. 특히 태양광에서의 변화가 크다. 재생에너지 분야 국제 비영리단체인 ‘21세기를 위한 국제 재생 에너지 정책 네트워크(REN21)’가 최근 발표한 자료에 따르면 한국은 2019년 전 세계에서 태양광 설비를 가장 많이 확충한 상위 10개 국가에 포함된다.

5. 결론: 변화하는 글로벌 환경, 탄소중립이 경쟁력의 열쇠

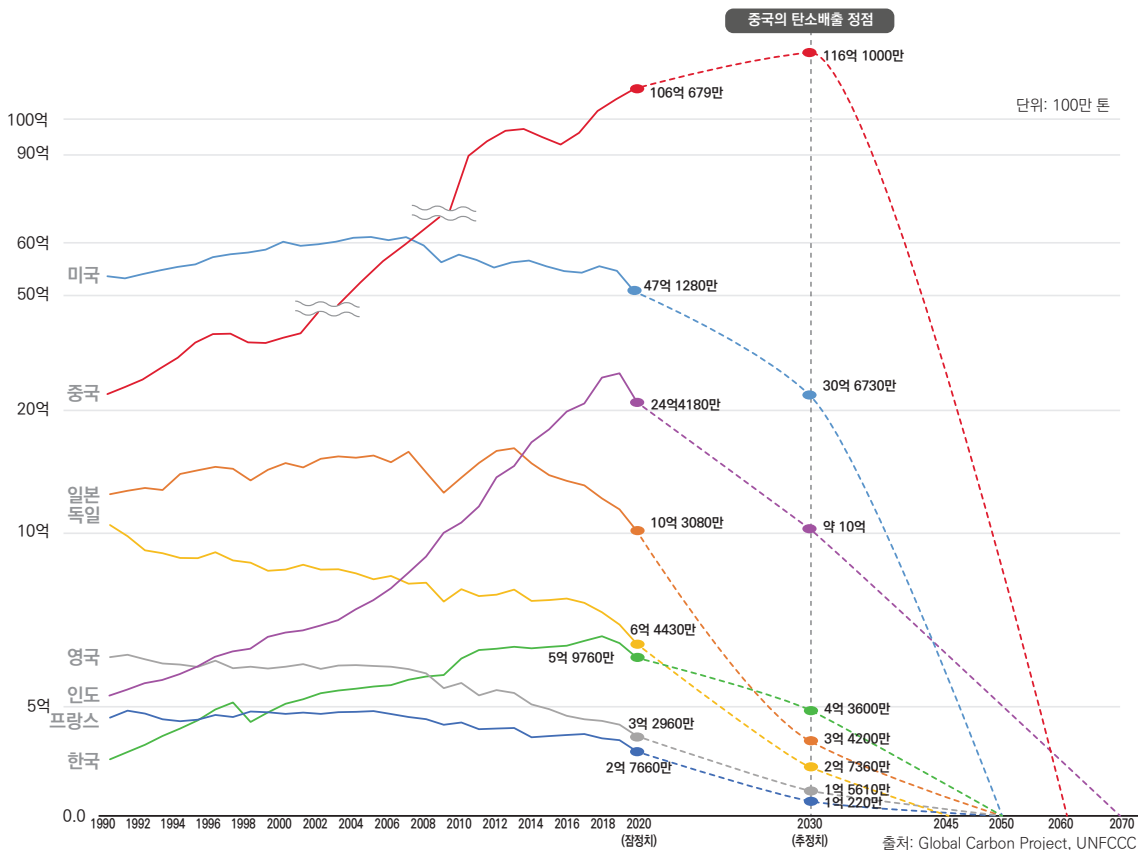
기후변화가 심화됨에 따라 세계적으로 기업들은 경영 전략에서 재생에너지를 중요한 요소로 다루는 한편, 탄소배출량이 새로운 무역장벽이자 외교전의 무기로 대두되고 있다. 주요국의 탄소중립 계획(그림 12)을 보면 한국을 포함한 대부분의 선진국이 2050년 탄소중립을 목표로 내세우고 탄소배출량 감축을 추진한다는 점을 확인할 수 있다. 특히 중국의 탄소배출량은 2000년대부터 급격히 증가하기 시작해 현재 타 국가의 두 배가 넘는 수준을 기록하고 있는데, 이를 의식해 중국은 탄소배출량 저감을 강력하게 추진하는 편이다. 중국은 2030년 탄소배출량 정점에 이르러 2060년까지 단계적으로 감축하겠다는 청사진을 제시했다.

이러한 세계적인 동향을 고려하면, 수출산업 비중이 높은 선진공업국인 한국으로서는 주요 탄소 배출국이자 세계 산업 공급망의 주체로서 에너지전환을 서둘러야 하는 입장이다. 그러나 국내 재생에너지 시장은 여전히 세계 평균 대비 재생에너지 비용이 높은 편이라 탄소중립 움직임의 본격화에 따라 급변하는 에너지 환경에 대처하기에는 부족한 점이 있다.

다행스러운 점은 지난 10여 년간 국내 재생에너지 인프라가 느리지만 꾸준히 성장하고 있었다는 점이다. 여러 지표를 참고했을 때 한국의 에너지 분야의 변화 방향성은 분명하다. 지자체는 재생에너지를 지역 발전전략의 핵심 요소로 여기기 시작했으며 기업들도 에너지 공급망을 재생에너지 중심으로 바꾸어 세계적인 기준에 부합하려 하고 있다.

에너지원별 전략을 세부적으로 수립하고 추진할 필요도 있다. 우리나라는 육상풍력발전에 불리한 편이다. 산지가 많은 국내 지형상 육상풍력의 입지가 제한적이라 신규 육상풍력발전 건설이 어렵기 때문이다. 이에 우리나라는 해상풍력을 적극적으로 확대하고 있다. 이에 비해 태양광발전은 입지 제약이 적다는 장점을 살려 자투리땅에 태양광을 설치하는 사업을 곳곳에서 추진 중이다. 앞으로의 관건은 방향보다 속도다. 새로운 에너지산업을 포괄하는 가치사슬을 빠르게 구축하고 산업 경쟁력을 확보해야 탄소중립 시대를 대비할 수 있을 것이다.

그림 12 주요국 탄소배출량 현황과 온실가스 감축 목표



자료: Global Carbon Project

국내 문헌

- 산업통상자원부 「에너지사용량통계」, 2021
- 양승광 외, 기업의 사회적 책임(CSR)과 기업역량(CA)이 구매의도에 미치는 영향에 관한 연구, 「경영과 정보연구」, 2018
- 에너지경제연구원, 「2019 에너지통계연보」, 2020
- 온실가스종합정보센터, 「2020년 국가 온실가스 인벤토리 보고서」, 2021
- 이근대·김기환, 재생에너지 공급확대를 위한 중장기 발전단가(LCOE) 전망시스템 구축 및 운영, 에너지정보연구원, 2020
- 전력거래소 수급계획팀 「발전설비용량변경문서」, 2021
- 조일현·이재석, 국제 신재생에너지 정책변화 및 시장분석, 에너지경제연구원, 2020
- 최병권 외, CSR 인식의 국내 연구동향과 향후 연구방향, 경영학연구, 2017
- 한국에너지공단 「신재생에너지보급실적조사」, 2021
- 한국전력공사 「연도별 전력통계」, 2021

외국 문헌

- H Haberl, D Wiedenhofer, D Virág, G Kalt, A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: synthesizing the insights, Environ. Res. Lett., 2020
- K Bithas, P Kalimeris, Re-estimating the decoupling effect: Is there an actual transition towards a less energy-intensive economy?, Energy, 2013
- Lazard Ltd, 「LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS — VERSION 15.0」
- MDP Lee, A review of the theories of corporate social responsibility: Its evolutionary path and the road ahead, International journal of management reviews, 2008
- MW Allen, CA Craig, Rethinking corporate social responsibility in the age of climate change: A communication perspective, Journal of Corporate Social Responsibility
- The Climate Group 「2020 Progress and Insights Annual Report」
- WEF, 「Fostering Effective Energy Transition 2021 edition」, 2021
- Yatin Dua, CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY: ASSESSING SUSTAINABILITY IN CORPORATES, The Green Matter, 2021

웹사이트

- IEA, Projected Costs of Generating Electricity 2020, <https://www.iea.org/reports/projected-costs-of-generating-electricity-2020>
- 국가미세먼지정보센터, 국가 대기오염물질 배출량 서비스, <http://airemiss.nier.go.kr/mbshome/mbs/airemiss/index.do>
- 전력거래소, 전력통계정보시스템(EPSIS), <http://epsis.kpx.or.kr/epsisnew/>
- 통계청, 국가지표체계, <https://www.index.go.kr/unify/main.do?clasCd=10>
- 통계청, 국가통계포털(KOSIS), <https://kosis.kr/index/index.do>
- 한국사회적기업진흥원, 사회적기업 리스트, [https://www.socialenterprise.or.kr/download/%E2%98%85211111_%ED%99%88%ED%8E%98%EC%9D%B4%EC%A7%80%EC%9A%A9_%EC%82%AC%ED%9A%8C%EC%A0%81%EA%B8%B0%EC%97%85_%EB%A6%AC%EC%8A%A4%ED%8A%B8\(3142%EA%B0%9C,_21%EB%85%84_5%EC%B0%A8\).xlsx](https://www.socialenterprise.or.kr/download/%E2%98%85211111_%ED%99%88%ED%8E%98%EC%9D%B4%EC%A7%80%EC%9A%A9_%EC%82%AC%ED%9A%8C%EC%A0%81%EA%B8%B0%EC%97%85_%EB%A6%AC%EC%8A%A4%ED%8A%B8(3142%EA%B0%9C,_21%EB%85%84_5%EC%B0%A8).xlsx)
- 한국원자력산업협회, 원자력발전소 현황, <https://www.kaif.or.kr/?c=nws&s=5>
- 한국원자력안전기술원, 사용후핵연료보고서, <https://www.kins.re.kr/wacid/sf02?catId=06>
- 한국전력기술, 발전소 사업수행 현황, [https://www.kepco-enc.com/portal/contents.do?key=1279\(원자력\)](https://www.kepco-enc.com/portal/contents.do?key=1279(원자력)), [https://www.kepco-enc.com/portal/contents.do?key=1279\(화력\)](https://www.kepco-enc.com/portal/contents.do?key=1279(화력))
- Global Carbon Project, <https://www.globalcarbonproject.org/>