

2050 탄소중립과 제조업이 나아갈 길

요약

전 세계적으로 기후변화 문제의 심각성 인식이 증대되면서 기후위기 대응을 위해 국제사회는 탄소중립을 선언하고 온실가스 감축 정책을 적극적으로 추진하고 있다. 우리 정부도 2050년 탄소중립을 목표로 구체적인 실현방안을 모색하고 있는 가운데 전체 온실가스배출량의 높은 비중을 차지하는 산업부문의 탄소중립이 핵심과제로 대두되고 있다. 제조업 중심의 산업구조를 가진 우리의 여건을 고려하면 탄소중립은 매우 도전적인 과제가 될 수 있으나, 거스를 수 없는 흐름이기에 민관협력을 통한 효과적인 대응체계 구축이 필요하다. 업종별 특성을 고려한 연·원료 전환, 에너지 효율화, 혁신공정 등의 저탄소화 전략을 마련해 산업경쟁력을 훼손하지 않고 오히려 신성장동력 창출의 기회로 만들어야 한다. 이를 위해서는 제도적 기반구축, 투자지원 등 정부의 다각적인 지원이 선행되어야 한다. 제조업이 우리 경제에서 차지하는 비중이 높고 재생에너지 비중이 낮은 상황에서 다양한 대응 방안에 대한 면밀한 검토가 필요하다. 특히, 탄소중립 이행과정에서 산업부문은 에너지 전환뿐만 아니라 기술, 제품, 산업구조까지 크게 변화될 것으로 예상된다. 산업에 미치는 충격을 최소화하면서 탄소중립을 실현하기 위해서는 단계적 목표 설정, 혁신기술개발과 적용, 그린인프라 구축 및 규제 효율화 등 정교한 추진전략을 수립하여야 한다.

1. 2050 탄소중립 선언

2021년은 파리협정에 따른 신기후체제가 출범하는 원년이다. 37개 선진국에만 온실가스 감축의무가 있었던 기존 교토체제의 한계를 극복하기 위해 이제는 선진국은 물론 개도국 모두 참여하는 글로벌 기후위기 대응체제로 돌입하였다. 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC) 보고서¹⁾는 파리협정 채택 시 합의된 목표(지구 평균기온 상승을 산업화 이전 대비 2°C보다 아래로 유지하고, 나아가 1.5°C로 이내로 억제) 달성을 위해서는 2050년경에는 탄소중립²⁾을 실현시켜야 한다는 경로를 제시하였다.

기후행동 정상회의(2019.9), 제25차 기후변화당사국 총회(COP25)(2019.11) 등에서 기후변화문제 해결 이행의 중요성이 강조되면서 탄소중립에 대한 논의는 빠르게 확산되었다. 2021년 4월 기준, 총 124개국에서 탄소중립을 공식적으로 선언하였고, 현재 주요국을 중심으로 구체적인 추진전략이 마련 중이다. EU는 탄소중립 결의안(2019.12) 발표 이후 2050년 탄소중립 달성을 위한 2030년 감축목표를 1990년 대비 기존 40%에서 55%로 상향 조정하여 법제화하였다. 미국은 바이든 행정부 출범 후 파리협약 재가입과 함께 탄소중립을 선언하였으며, 이에 따른 청정에너지 및 저탄소 인프라에 2조 달러 지원 등을 발표하였다. 일본은 해상풍력, 수소 등 14개 주요 분야의 목표와 계획을 포함한 그린성장전략을 발표하였고, 중국은 전기차 등 신에너지차 비중 확대를 추진하는 등 국제사회의 탄소중립 정책이 본격화되었다.

우리나라는 문재인 대통령이 지난해 10월 국회 시정연설을 통해 2050 탄소중립을 공식적으로 선언하였고, 11월 G20 정상회의에서는 탄소중립을 향해 나아가는 국제사회와 보조를 맞추겠다는 의지를 밝혔다. 정부는 지난해 12월 관계부처 합동으로 2050 탄소중립 추진전략을 마련하였고, 이에 따라 부처 추천 전문가로 이루어진 기술작업반이 구성되어 올해 상반기 2050 탄소중립 시나리오 실무작업을 수행하였다. 시나리오는 2050 탄소중립 이행에 따른 부문별 전환과정을 전망하는 한편, 세부 정책방향 설정을 위한 나침반 역할을 담당한다.

최근 발표된 탄소중립 시나리오 초안(2021.8)을 살펴보면 산업, 전환, 수송 등 부문별 온실가스 배출 전망과 주요 감축 수단 등을 제시하고 있다. 특히, 산업부문의 2050년 온실가스 배출량은 2018년 배출량 2억 6,050만톤³⁾ 대비 79.6% 감축된

1) IPCC(2028), 「지구온난화 1.5°C 특별보고서」.

2) 인간의 활동에 의한 온실가스 배출을 최대한 줄이고, 남은 온실가스는 흡수 및 제거하여 순배출을 '0'으로 만드는 것이다.

3) 직접 및 공정배출 기준이다.

5, 310만톤으로 전망되었다. 주요 감축 수단으로는 철강산업의 수소기반 전기로 전환, 석유화학의 연료전환 및 수소·바이오 기반의 원료전환, 반도체·디스플레이·전기 전자산업 등 전력 다소비 업종의 에너지 효율화 등이 제시되었다.

화석연료 의존도가 높고, 제조업 중심의 산업구조를 가진 국내 여건을 고려하면 탄소중립은 매우 도전적인 과제임은 분명하다. 타 부문과 비교해 획기적인 감축 수단이 많지 않은 상황에서 제조업의 탄소중립 전환은 산업경쟁력에 부정적 영향을 미칠 가능성이 우려된다. 그러나 이러한 힘든 상황에도 불구하고 탄소중립은 우리나라만이 아닌 전 세계적으로 추진하고 있는 반드시 가야 할 길이므로 국내 제조업의 능동적 대처와 새로운 경쟁력 모색이 어느 때보다 필요하다.

대외적으로는 기후변화 위기로 파생된 새로운 무역정책이 등장하는 등 기후·산업·통상의 이슈가 연계되어 추진되고 있음에 주목할 필요가 있다. 특히, EU와 미국 등 선진국들은 자국 내 제조 경쟁력 확보와 탄소누출 방지를 위해 탄소국경조정과 같은 수단의 활용을 모색하고 있으며, RE100 캠페인 확산, ESG 가치 부각 등 민간차원의 자발적 제재 수단도 등장하였다. 이에 탄소집약도가 높은 국내 수출업종의 부담이 커질 수밖에 없는 상황이다. 글로벌 탄소규제 확대에 맞서 우리 제조업계와 정부는 수출에 미치는 부정적인 영향을 최소화하기 위한 선제 대응을 해나가야 한다.

본고에서는 국내 주력산업인 에너지 다소비 업종의 배출구조 및 특성, 업종별 감축 전략, 지원방안 등을 살펴보고, 2050 탄소중립 목표 달성을 위한 산업부문의 추진 방향을 제시하고자 한다. 아울러 저탄소 산업구조로의 전환과 탄소중립 신산업 육성에 대한 정부와 산업계의 당면과제 및 해결방안을 모색하고자 한다.

2. 제조업의 온실가스 배출구조 및 특성

(1) 산업부문 온실가스 배출 현황

우리나라의 에너지 다소비 특성은 산업부문에서의 생산활동 증가에 기인한다. 우리나라는 에너지자원이 절대적으로 부족해 석유, 유연탄, 가스 등 대부분 해외수입에 의존하고 있음에도 불구하고 세계 에너지 소비의 2.1%를 차지하며 에너지 다소비 국가로 분류돼 있다. 특히, 산업부문의 에너지소비 비중이 상대적으로 높은 편으

〈표 1〉 주요국 산업부문 내 업종별 비중

단위 : %

	한국	EU					영국	미국	중국	일본
			프랑스	독일	이태리	스페인				
농림어업	2.2	1.6	1.6	0.7	2.0	2.5	0.5	0.8	7.4	1.2
광업	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	1.3	1.6	2.0	0.1
제조업	28.4	16.4	10.4	20.7	15.8	13.2	9.4	11.0	29.3	20.3
철강·금속·주조	4.1	2.0	1.2	2.6	2.4	1.7	1.1	1.0	3.2	2.6
코크스 및 석유정제품	0.8	0.2	0.0	0.2	0.1	0.3	0.2	0.7	1.0	0.9
화학	2.9	2.4	1.6	2.4	1.5	1.8	1.5	1.8	3.5	2.0
시멘트	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.8	0.2
기타비금속광물	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.3	0.2
(소계)	8.4	5.0	3.0	5.6	4.5	4.2	2.9	3.7	8.8	5.8
전기전자	7.4	1.5	0.8	2.6	1.2	0.7	0.7	1.8	5.0	2.8
기계	3.1	2.0	0.7	3.5	2.6	1.1	0.6	0.8	3.1	3.4
수송장비	4.4	2.2	1.3	4.2	1.1	1.7	1.3	1.5	2.6	3.3
기타	5.1	5.7	4.6	4.8	6.4	5.5	3.9	3.2	9.8	5.0
전기가스수도	3.3	2.9	2.6	2.7	2.9	3.2	2.4	2.0	2.8	2.9
건설	5.2	5.1	5.1	4.8	4.6	5.7	5.9	4.0	6.7	5.1
서비스	60.7	73.7	80.2	71.0	74.5	75.3	80.4	80.6	51.8	70.5
총계	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

자료 : IHS, 2019년 부가가치 기준.

로 2000년 38.2%에서 2017년 42.4%로 꾸준히 증가하는 추세를 보인다. 이는 산업부문의 배출량이 국내 전체 온실가스배출량의 36%를 차지하는 결과로 이어진다.

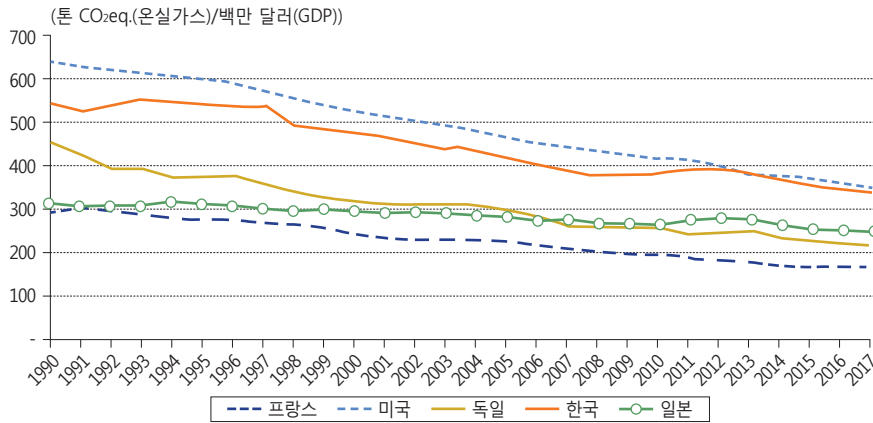
산업부문의 온실가스 배출 비중이 높은 이유는 에너지 집약적 제조업 중심의 국내 산업구조 특성 때문이다. 2017년 기준, 제조업의 온실가스배출량은 철강이 1억 490만톤CO₂eq, 석유화학 4,080만톤CO₂eq, 시멘트 3,560만톤CO₂eq, 정유 1,550만톤CO₂eq 순이다.⁴⁾ 이들 4개 산업이 산업부문 내 온실가스 배출의 약 76%를 차지한다. 주요국 산업부문 내 업종별 비중을 살펴보면, 중국에 이어 우리나라가 두 번째로 제조업 비중이 높은 국가이다. 특히, 대표적 온실가스 다배출 업종인 철강·금속산업이 차지하는 비중이 주요국 대비 가장 높은 것으로 나타났다.

주요국과의 탄소집약도⁵⁾를 비교해 볼 때, 제조업 비중이 높은 우리나라는 상대적으로 탄소집약도가 높은 국가이다. 과거에는 미국의 탄소집약도가 가장 높았으나

4) 온실가스종합정보센터 자료를 이용하여 산업연구원 추정(직접 및 공정배출량 기준)이다.

5) 탄소집약도는 GDP 대비 탄소배출량으로 동일한 부가가치를 생산하는 데 얼마나 많은 탄소를 배출하는가를 의미한다.

〈그림 1〉 주요국 탄소집약도



2017년 이후 우리나라가 가장 높은 수준을 기록하고 있다. 우리나라는 탄소집약도 자체가 높은 것도 문제지만 주요국과 비교해 감소 속도가 더딘 것 또한 고민해 볼 문제이다. 1차 금속 제조업, 비금속광물제조업, 석유화학·정유산업 순으로 높은 업종별 탄소집약도는 더딘 감소 속도의 원인을 나타낸다. 향후 탄소집약도를 낮추기 위해서는 고부가가치의 탄소 배출량이 낮은 산업구조로의 전환이 필요하다.

(2) 주요 업종 온실가스 배출구조 및 특성⁶⁾

철강산업은 고로 제강공정의 특성상 유연탄의 사용이 높고, 이에 따라 생산과정에서 온실가스 발생 규모와 비중이 높은 대표적인 온실가스 다배출 산업이다. 쇠물을 녹이기 위해 다량의 석탄을 환원제이자 에너지원으로 사용하는 한편 전기로제강에서는 전기 아크를 열원으로 사용하기 때문에 막대한 양의 전기가 소모된다. 유연탄 사용으로 발생하는 직접배출이 철강산업 온실가스 총배출량의 약 79%를 차지하고 있다. 산업 공정 과정에서 약 4%, 그 외 기타 과정에서 전력과 LNG 사용으로 약 17%의 온실가스가 배출된다.

시멘트산업의 온실가스 배출 비중은 공정배출이 총배출량의 약 67%를 차지하고 있으며, 직접배출이 약 27%, 간접배출이 약 6%를 차지한다. 공정배출은 주원료인 석회석이 덩어리 상태의 중간 생성물인 클링커로 변환되는 과정에서 화학적 변화로 발

6) 업종별 직접, 간접, 공정배출 비중은 온실가스종합정보센터 자료(2017년 기준)를 이용하여 산업연구원 추정치이다.

생하는 이산화탄소 배출로서 핵심공정인 소성 공정에서 발생한다. 직접배출은 원료의 예열과정과 소성공정에서 유연탄, 코크스, 정제유 등의 화석연료와 폐합성수지, 페타이어, 재생유, 폐목재 등의 대체 연료가 투입되면서 발생한다. 간접배출은 원료의 채광·분쇄·혼합, 시멘트 제조를 위한 클링커의 분쇄, 제품의 운송 및 사업장 운영 과정에서 필요한 전력 사용으로 발생한다.

석유화학산업의 온실가스 배출은 직접배출이 약 64%, 간접배출이 약 34%를 차지한다. 직접배출은 원유 정제과정에서 발생한 납사를 열분해(880℃)하는 상공정에서 사용하는 부생가스에 의해 주로 발생한다. 간접배출의 경우 저온, 저압의 에너지를 사용하는 하공정에서 전력 및 스팀 사용으로 많이 발생하는 특성을 보인다.

정유산업의 석유정제시설은 원유를 처리하는 상압증유 시설과 원유로부터 생산된 각종의 중간유분을 처리하는 감압증유시설, 탈황시설 등이 있다. 이외에도 증류시설에서 생산된 저부가가치제품(잔사유) 등을 분해하여 고부가가치 석유제품을 생산하는 여러 가지 고도화설비 공정으로 구성된다. 온실가스 배출은 증질유 분해시설에서의 배출이 약 24%로 가장 높은 비중을 차지하며 상압증유 시설이 약 18%, 방향족 제조시설이 약 15%, 수소 제조시설이 약 14% 순으로 높다. 정유산업의 에너지소비는 B-C유와 LNG 등의 정제 가스가 전체 소비량의 70% 이상을 차지하고 있으며 이에 따라 직접배출의 비중이 높다.

반도체·디스플레이 산업은 화석연료를 소비하는 직접 배출량은 매우 낮고 공정배출과 간접배출이 대부분을 차지하는 배출구조를 보인다. 반도체산업의 경우 제조공정에서 PFCs 등 공정가스 사용으로 인해 발생하는 공정배출이 총배출량의 약 18%를 차지하며, 에너지원으로 사용되는 전력으로 인한 간접배출이 약 78%를 차지한다. 전력사용량이 많은 종합반도체 업체(IDM)의 배출량이 85%를 차지하고 있으며 파운드리 및 기타 업체의 배출 비중은 약 15%이다. 디스플레이산업의 경우 LCD와 OLED의 TFT 제작을 위한 식각과 OLED 제작을 위한 증착 과정에서 공정 가스를 사용하는데 이때 SF6, NF3, NO2, PFCs 등이 다량 배출된다.

가전·이차전지·전선 등으로 구성된 전기전자 산업의 경우 에너지소비는 다양한 제품·부품 제조공정/설비에서 이루어지나, 온실가스 배출은 가전 냉매(HFCs)와 이차전지 절연가스(SF6)에서 주로 발생하고 있으며 이에 따라 공정배출의 비중이 70% 이상으로 높은 편이다.

7대 다배출 산업 이외의 기타산업에서의 온실가스 배출은 주로 전력 사용에 기인한다. 자동차산업은 조립 공정 위주의 공정 특성상 간접배출(전력 사용)이 대부분이

며 생산단계보다는 운영단계에서의 온실가스 배출이 높은 특성을 보인다. 기계산업 역시 간접배출이 대부분이나 사용 소재의 물성에 변화를 주는 전공정에서 석유, 도시가스가 사용되고 있다. 조선산업의 경우 시운전 공정에서 연료 연소에 의한 온실가스의 배출이 발생하고 있으나 이를 제외하면 생산과정에서 발생하는 대부분의 배출은 전력 사용에 따른 간접배출이라 할 수 있다.

3. 제조업 탄소중립의 기본방향 및 추진전략

(1) 탄소중립의 기본방향

2050 탄소중립 목표 달성을 위해서는 온실가스 다배출 산업인 제조업의 저탄소화·탈탄소화 혁신이 필수적이다. 그러나 한국 경제 성장의 주춧돌 역할을 하는 제조업의 온실가스 감축만을 강조하다가는 자칫 국가 경쟁력이 약해질 수 있다. 제조업에 피해를 최소화하는 동시에 위기를 기회로 삼아 산업경쟁력을 높이는 탄소중립 추진전략이 필요하다. 탄소중립을 위한 산업구조 전환은 저탄소 신유망 산업으로의 육성·지원뿐만 아니라 저탄소·친환경 수요변화를 반영한 기존 산업 내 주력제품의 변화를 의미한다. 예를 들면, 친환경 가치중시 소비 트렌드에 맞춰 내연기관차는 전기차 혹은 수소차로 대체될 것이고, 석유화학 기반의 플라스틱보다는 탄소 저감형 바이오 플라스틱 제품을 선호하게 될 것이다. 이러한 시대적 흐름에 대응하고 생존하기 위해서는 우리 제조업은 공정전환, 원료전환, 제품혁신 등을 통해 도전적인 과제를 수행해가야 한다.

친환경·저탄소 생산공정의 개발 및 적용을 통한 새로운 생산 패러다임이 필요하다. 산업부문의 에너지 사용은 주로 생산공정에서 이루어지기 때문에 이 과정에서 에너지소비 절감 기술 및 공정설계 최적화는 불가피하다. 적극적 기술개발을 통해 지금까지 해외 기술·설비에 의존하던 생산방식에서 벗어나 이제는 우리가 세계 시장을 선도해야 한다. 제조공정을 혁신적으로 개선하여 기술사업화로 추진한다면 전 세계로 저탄소 설비를 공급하고 수출하는 글로벌 선도기업·국가로 발돋움할 기회가 될 수 있다. 예를 들면, 철강산업의 전로(철광석+유연탄)에서 수소환원제철(DRI+수소)로의 전환 기술개발을 앞당겨 탈탄소화 목표 달성과 동시에 혁신설비 솔루션 글로벌 공급자로 도약할 수 있다.

제조업의 온실가스 감축이 도전적인 이유 중의 하나는 업종별 에너지소비 특성이 다르다는 데 있다. 타 부문에서의 화석에너지 사용은 대부분 연료로서 소비되는 반면 제조업에서는 제품을 생산하기 위한 원료로서도 소비가 이루어진다. 연료로서의 화석에너지 사용은 전력과 신재생에너지의 직접 사용 비중을 단계적으로 늘려 대체하는 형태로 산업부문의 탈탄소화가 가능할 것으로 보인다. 물론 향후 그린에너지 및 신재생 전력의 충분하고 안정적인 공급이 가능하다는 전제하에서다. 그러나 원료로서 소비되는 화석에너지를 대체하는 문제는 현재로서는 존재하는 기술이 없기에 업종별 특성을 고려하여 장기적으로 해결책을 마련해 나갈 필요가 있다. 철강산업에서의 수소환원제철, 시멘트산업에서의 클링커 생산을 위한 석회석 원료 대체, 석유화학산업에서의 바이오 및 수소 기반의 원료 활용 등이 대표적이다.

산업부문의 에너지 효율 개선을 위한 지속적인 노력이 필요하다. 에너지 효율화는 이전부터 산업부문 온실가스 감축을 위한 주요 수단이 되어 왔다. 현재 우리나라의 산업부문 에너지 효율은 주요국과 비교해 볼 때 높은 수준을 기록하고 있다. 그러나 에너지 효율의 최상위 수준이라고 할 수 있는 독일, 일본과 비교하면 정책 측면에서 완결성이 부족한 면이 있으며, 기술적·제도적으로 추가로 보완해야 할 점이 있다.⁷⁾ 전동기, 모터, 보일러 등 공통산업기기에 대한 최저소비효율기준(MEPS)의 범위와 강도를 강화하여 초고효율기기 및 설비 도입을 촉진할 필요가 있다. 산업계 스스로 에너지경영시스템을 구축하여 체계적이고 지속적으로 에너지소비 절감 노력을 하는 것 또한 중요한 부분이라 할 수 있다. 다만, 에너지 효율 개선의 추가적인 노력을 위한 정부의 정책적 인센티브 마련이 뒷받침되어야 할 것이다.

EU를 중심으로 이미 오래전부터 논의되어 온 순환경제 정책은 산업부문 탄소중립을 위한 중요한 감축 전략이 될 수 있다. 제조과정에 투입된 연·원료를 폐기하지 않고 생산에 재투입함으로써 폐기물 발생과 자원의 소비를 최소화한다면 생산비용 절감은 물론 온실가스 감축이라는 두 마리 토끼를 잡을 수 있다. 유연탄 대신 폐플라스틱, 폐비닐 등의 순환자원을 시멘트 생산에 필요한 원료로 사용하고, 제조과정에서 발생하는 폐열을 회수해 전기를 사용하는 등이 대표적인 사례라 할 수 있다. 친환경 소비를 위한 자원순환 또한 중요하다. 제품을 설계하는 단계에서 환경적으로 미치는 영향이 결정되기 때문에 소비자가 제품 사용 후 재활용과 재사용이 쉽도록 생산자는 설계 단계에서부터 세심한 노력이 필요하다.

7) 이상준(2018), 「산업부문 에너지 효율 개선 국가전략 연구」.

(2) 주요 업종 온실가스 감축 전략

산업부문에서 온실가스 비중이 가장 높은 업종인 철강산업의 저탄소화 전환은 탄소중립 목표 달성을 위해 시급한 문제다. 이에 온실가스 배출이 많은 고로 공정에서의 탄소 저감을 위한 기술개발이 활발히 진행 중이다. 철강산업의 대표적 감축 수단으로는 철광석의 환원에 사용되는 코크스 대신 수소를 활용하는 수소환원 기술이 있다. 그러나 기술개발의 불확실성, 상용화 여부 등 아직 넘어야 할 산이 많다. 독일, 일본 등에서도 여전히 개발 중으로 우리가 기술개발과 상용화를 앞당긴다면 큰 의미가 있다. 수소환원제철 외에도 철스크랩 활용증대, 부생가스 재활용 기술, 스크랩 기반 전기로 제강확대 등 실현 가능성이 있는 다양한 감축 수단을 적용할 계획이다.

시멘트산업은 원료인 석회석에 기인한 온실가스 배출을 해결해야 하는 근본적인 변화가 요구된다. 클링커 생산에 필요한 석회석 분해에서 온실가스 배출의 절반 이상이 발생하기 때문에 이 부분의 감축 없이는 시멘트산업의 탄소중립은 없다고 해도 과언이 아니다. 석회석의 완전 대체 물질이 존재하지 않는 상황에서 현재로서는 석회석을 슬래그, 애쉬류 등의 비탄산염 원료로 대체하는 방안이 제기되고 있다. 시멘트 업계는 2050년 석회석 대체율을 12%까지 올려 원료 대체를 통한 공정배출 감축 목표를 가지고 있다. 또한, 폐합성수지 확대와 수소 열원 전환을 통해 화석연료를 대체하여 직접 배출량을 줄이는 방안이 검토 중이다.

석유화학산업은 전방산업인 자동차, 전기전자, 생활소비재 등의 생산 증가로 인해

〈표 2〉 주요 업종별 탄소중립 추진전략

	주요 추진전략
철강	- 2050년 수소환원강이 전로강을 대체 - 2040년까지 에너지효율개선, 전기로 비중 확대 - 수소환원제철의 기술적 불확실성이 해소된다는 가정
시멘트	- 석회석 대체, 폐자원 및 수소 활용 - 자체적으로 CCU 기술개발(이산화탄소 경화 시멘트 개발, 탄산염 자원화 등) 추진
석유화학	- 단기적으로 연료 전환 부분적 도입 - 중장기적으로 납사를 바이오·수소로 대체
정유	- 고탄소 연료에서 저탄소 연료로의 대체 - COTC 등을 통한 산업의 융복합화
반도체·디스플레이	- 대체가스 개발, 저감장치 설치
기타산업	- (전기전자) 친환경 냉매 대체 - (자동차) 전기차·수소차 등 신에너지차 확대 - (조선) 가스·수소 운반선 건조 역량 확보 - (기계) 에너지효율개선, FEMS 도입, 친환경 설비 공급, 설비·장비의 스마트화

중간재인 화학제품의 수요가 증가할 것으로 전망하고 있다. 이러한 생산 증가 전망에 따라 탄소중립은 더욱더 도전적인 과제가 되었다. 단기적으로는 지속적인 설비 및 공정개선 투자를 통해 글로벌 최고 수준의 에너지 효율로 에너지소비를 절감한다는 계획이다. 중장기적으로는 석유·납사 기반의 화석연료를 대체할 바이오·수소 등의 원료전환을 통한 온실가스 감축목표를 가지고 있다. 즉, 장기적인 관점에서 석유화학산업은 바이오·수소 기반의 화학산업으로의 전환이 불가피할 전망이다.

정유산업은 친환경·저탄소 전환으로 인해 가장 큰 영향을 받는 산업 중 하나다. 산업부문 내 제조공정에서 석유류 소비는 감소할 것이고, 수송부문에서 내연기관차가 폐지된다면 정유 소비 또한 급감할 전망이다. 이러한 어려운 외부적 요인과 함께 정유산업은 탄소중립을 위한 감축 방안 및 생존전략이 필요한 상황이다. 정유공장과 산업단지 내 열 통합을 통한 에너지소비 절감, B-C유와 같은 고탄소 연료에서 LNG 등의 저탄소 연료로의 전환 등의 감축 방안이 있다. 이에 추가로 Blue 수소 생산, 신재생에너지 사용, 친환경 사업으로 다각화 등 탄소중립 이행에 따른 대응 방안을 모색하고 있다.

반도체·디스플레이 산업에서는 친환경 공정 핵심기술 개발이 탄소중립 목표 달성을 위한 중요한 역할을 할 것으로 보인다. 반도체·디스플레이 산업은 초미세 공정을 위한 화학물질 사용이 많아 공정배출량이 많이 발생한다. 이에 온실가스 감축 노력은 초고효율 스크러버 설치, 공정가스 대체 등 공정배출량 저감을 중심으로 진행되고 있다. 또한, 생산 증가와 제품구조 변화에 의한 전력사용량 제어가 과제이다.

다배출 산업 이외의 산업에서는 공급과정에서 에너지 효율 개선 및 추가 전력화를 통해 간접배출을 줄여나가야 한다. 한편 소재, 기계, 수송기기 등은 생산되는 제품이 사용과정에서 타 산업과 사회의 온실가스 감축에 기여한다. 따라서 철강산업에서의 고강도·고기능 철강재 개발, 기계산업의 산업공통기기 효율개선, 조선산업에서의 가스·수소 운반선 건조역량 확보, 자동차 배출기준에 대응하는 친환경 자동차 제품 개발 등도 탄소중립의 추진과 달성에 꼭 필요한 수단이라 할 수 있다.

4. 주요 정책과제

산업부문 탄소중립의 달성 여부는 미래 기술개발에 달려있다. 따라서 혁신공정·기술 도입과 상용화 이전의 기술적 불확실성을 극복하기 위한 중장기 대형 R&D 투자가 선행되어야 한다. 탄소중립 이행과정에서 산업경쟁력 제고의 핵심은 정부의 적극

적인 연구개발 투자에서 시작된다. 최근 저탄소사회로의 전환, 포스트 코로나 등 어려운 상황을 극복하고자 글로벌 기업들은 국가 지원을 등에 업고 연구개발에 박차를 가하고 있다. 핵심기술 경쟁력에서 우위를 차지하여 신성장동력을 창출하기 위한 전략이다. 우리나라도 선제적 투자와 기술혁신을 통해 탄소중립에 효과적으로 대응하는 동시에 제조업 경쟁력을 강화하는 기회로 삼아야 한다.

탄소중립 혁신기술의 개발 및 적용의 주체가 되는 기업이 감축 의지를 이어나갈 수 있도록 기반을 마련해야 한다. 탄소중립 목표 달성을 위해 2030년 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향, 탄소세 도입, 배출권거래제 수준 강화 등 규제 수단을 마련하고 강화하는 것은 분명 필요하다. 그러나 우리 제조업이 보유할 수 있는 단기적 감축 수단은 한계가 있으며 혁신기술의 확보는 미래에 가능한 일이기 때문에 당장 과도한 규제는 기업에 큰 타격을 입힐 수 있다. 따라서 기후·환경규제가 정부 수입 확보가 아닌 실질적 온실가스 저감으로 연결되기 위해서는 기업의 현실적 저감 여력을 고려한 중장기적인 관점에서의 규제 도입과 강화가 필요하다.

탄소중립을 위한 제조업의 설비투자, 좌초 자산화 등에 대응하기 위해 정부는 세액공제 및 조세특례 지원을 확대할 필요가 있다. 환경·에너지 관련 세제는 목적에 맞게 일부는 친환경·저탄소 산업생태계 구축을 위해 사용되는 것이 바람직하다. 탄소중립에 따른 산업전환의 가속화를 위한 조세특례제한법 개정을 고려해 볼 필요가 있다. 탄소 저감 기술과 관련된 기업의 R&D 투자에 대한 세액공제 혜택을 확대 제공하고, 저탄소 설비시설 도입 시 발생하는 매몰 비용을 보전하기 위한 제도적인 장치를 마련할 필요가 있다. 또한, 지속 가능한 녹색금융 인프라 구축·활성화를 통해 설비투자, 기술개발, 인력양성을 위한 원활한 자금공급을 지원해야 한다.

그린에너지, 그린수소 등 그린인프라의 안정적이고 충분한 공급과 적정수준 가격의 확보는 산업부문 탄소중립 목표 달성을 위한 필수 전제조건이다. 에너지 다소비 업종의 필수 탈탄소화 전략이 화석에너지에서 신재생에너지 중심의 그린에너지로의 전환이기 때문이다. EU는 에너지 시스템 통합 전략을 마련하고 산업, 수송, 건물 등 부문 간 연계 및 기술적 진보의 활용을 통해 그린에너지를 효율적으로 관리한다는 계획을 하고 있다. 즉, 그린에너지는 에너지 효율 개선 장비 및 지속 가능한 수단들과 결합해 스마트통합되어 관리된다는 것이다. 우리 정부 역시 탄소중립 이행을 위한 기반으로 지속 가능한 그린에너지시스템을 구축하여 신뢰성과 안정성을 확보해야 한다.

탄소 저감기술을 통한 직접적인 감축뿐만 아니라 저탄소·고효율의 고부가가치 제품생산으로 사회적 감축 기여를 높이는 것이 강조되고 있다. 생산자가 에너지·자원

의 투입과 탄소배출 발생을 최소화하는 제품을 생산하여 소비자에게 제공함으로써 온실가스 감축에 간접적으로 기여한다는 개념이다. 저탄소 제품의 생산 및 소비가 활성화되어 환경친화적 생활문화 확산으로 이어질 수 있도록 정부가 나서 전략적인 지원을 확대할 필요가 있다. 녹색제품 의무구매제도 등 녹색제품 활성화를 위한 제도와 사회적 감축 기여 수단에 대한 유인책 마련이 필요한 시점이다.

국가의 장기 비전으로서 탄소중립은 정부·지자체·업계 등 다양한 이해관계자의 의견수렴과 협력이 중요하다. 산업부문의 경우 탄소중립 이행으로 인해 신에너지·환경 관련 유망한 산업과 에너지 다소비 업종과 같이 피해가 예상되는 산업이 공존한다. 탄소중립이라는 대전환 시대에 이익과 가치 갈등이 수반될 수밖에 없는 상황이 도래한다. 이에 각 분야의 이해당사자 간 소통과 협력의 노력이 강화되어야 하고, 정부는 중심에 서서 갈등을 관리 및 해결하는 역할을 해야 한다. 소비자인 국민 모두 탄소중립에 동참하겠다는 자세 역시 필요하다. 제조업 탈탄소화는 필연적으로 생산비용 증가를 수반한다. 따라서 부작용 없는 제조업 탄소중립 달성을 위해서는 무탄소·저탄소 제품에 대해 다소 비싼 가격을 지불하는 사회적 공감대가 형성되어야 할 것이다. 탄소중립은 전 세계적인 공통 이슈이기에 국내뿐만 아니라 국가 간 국제협력 또한 중요하다. 탄소 저감 원천기술 연구개발에 대한 선진국과의 협력을 강화하는 동시에 우리나라의 앞선 핵심기술을 개도국에 지원하는 등의 글로벌 전략이 필요하다. ㉔



이상원

소재산업실·부연구위원
slee@kiet.re.kr / 044-287-3281
<주요 저서>

- 한국형 그린 뉴딜 산업 부문 전략(2021, 공저)
- 친환경 저탄소산업 전환 전략수립 연구(2020, 공저)



이재윤

소재산업실·연구위원
jlee177@kiet.re.kr / 044-287-3829
<주요 저서>

- 코로나19가 2020년 하반기 한국 제조업에 미치는 영향과 시사점(2020, 공저)
- 주력산업의 발전잠재력과 구조전환 전략 연구(2018, 공저)