국내 기후변화대응 및 탈탄소 정책의 파급효과 - 주요 산업을 중심으로[1)]

김 동 구 한국해양대학교 국제무역경제학부 조교수

1. 탈탄소를 향한 거대한 흐름

언론 보도나 보고서에서나 다루는 이슈 정도로 여겨지던 기후변화가 이제는 우리의 일상에서 직접 체감할 수 있을 정도로 점차 더 심해지고 있다. 올해 우리가 겪었던 폭우를 비롯해 아시아 지역의 홍수, 유럽과 북미의 폭염, 중남미 지역의 100년만의 가뭄 등 하나하나 열거하기도 어려울 정도로 전 세계 곳곳에서 기상이변이 발생하고 있다. IPCC 등 기후변화 대응 관련 국제기구는 이상기후 현상이 이 정도로 그치지 않을 것임을 경고하고 있다. 개인적으로도 한해가 지나갈수록 앞으로 기상이변이 얼마나 더 심해지고, 우리 인류 문명이 과연 이러한 변화를 견뎌낼 수 있을지 이제는 두렵기까지 하다.

전 세계 과학자들은 이러한 기상이변이 인류의 온실가스 배출 때문임을 밝혀내었고, 효과적인 기후변화 대응을 위해 온실가스 배출량을 2050년까지 넷제로(Net-zero) 수준까지 만들어야 한다고 촉구하고 있다. 2015년 지구의 주요 지도자들이 모여 어렵게 채택한 파리협정과 이를 이행하기 위한 파리협정 이행지침의 채택(2018)으로 인해 2021년부터 파리협정이 본격적으로 시행됨에 따라서 국내외적으로 온실가스 감축에 대한 전방위적 압박이 심해지고 있다. EU와 미국과 같은 선진국들은 탄소국경조정제도(CBAM), 인플레이션 감축법(IRA) 등 각종 정책과 무역규제를 통해 다른 국가의 기후변화대응 수준도 향상하도록 노골적으로 요구하고 있다.

국내적으로도 이러한 대외환경의 변화에 발맞추어 2050년을 목표로 탄소중립이 선언되었고 법제화까지 되었다. 2020년 12월 국가비전으로 탄소중립이 선언되었으며 2021년 10월에는 국내 온실가스 순배출량을 영(0)으로 하는 2개의 2050 탄소중립 시나리오가 국무회의에서 확정되었다. 또한, '기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(탄소중립기본법)'이 2021년 9월 제정되어 '2050년까지 탄소중립을 목표'로 한다는 것이 법제화되었다. 2021년 10월에는 2030년 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 종래의 2017년 온실가스 배출량 대비 2030년까지 24.4% 감축하는 것에서 2018년 대비 2030년까지 40% 감축하는 것으로 대폭 상향하는 내용도 국무회의에서 확정되었다. 최근에는 '탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획'이 확정되며 국내에서도 기후변화대응을 위한 정책이 매우 구체화 되기에 이르렀다. 본고는 '2050년까지 탄소중립을 목표로 하여 탄소중립 사회로 이행하고, 환경과 경제의 조화로운 발전을 도모(관계부처 합동, 2023)'하겠다는 비전에 따라 진행되고 있는 탄소중립·녹색성장 국가전략 등 국내 탈탄소 정책이 우리나라의 주요 산업에 어떠한 파급효과를 일으킬 것인지를 정리해 보았다.

---

1) 본고는 필자가 저자 및 공저자로 참여해 「자원·환경경제연구」, 「에너지경제연구」에 게재한 논문, 에너지경제연구원의 기본연구보고서 등을 부분적으로 수정·보완하는 한편, 대한민국 정부가 2023년 4월 발표한 "탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획" 등 정부의 주요 계획과 로드맵에 기반하여 작성됨.

2. 탈탄소의 선두에 선 전력산업이 처한 불가능한 삼위일체

전력산업은 2018년 기준 2억 6,960만 톤의 온실가스를 배출하는 전환부문(관계부처 합동, 2023)[2]에서 핵심 산업으로, 이를 단일 산업으로 본다면 우리나라 최대 온실가스 배출 산업에 해당한다. 이는 현재 우리나라의 발전량의 절반 이상(2021년 기준 56.3%)이 화력발전소에서 생산되기 때문이다(에너지경제연구원, 2022). 탈탄소를 위해서는 이러한 화력발전소, 그중에서도 석탄화력발전소에서의 화석연료 사용량을 절대적으로 줄일 필요가 있다. 따라서 정부는 석탄발전기의 단계적 감축 및 LNG발전으로의 전환을 그 첫 번째 정책수단으로 제시하고 있다. 나아가 중장기적으로 수소나 암모니아 혼소발전 기술을 개발해 활용하겠다는 계획을 가지고 있다. 이러한 변화는 기존에 화력발전을 중심으로 형성된 전력산업의 생태계를 크게 바꿔놓을 가능성이 크다. 화력발전 관련 산업에 종사하던 근로자와 관련 시설이 위치한 지역의 경제에 대한 보완책도 필수라고 할 수 있다.

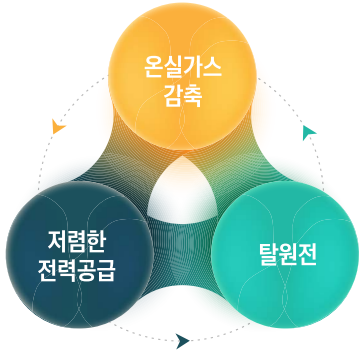
한편, 국내 탈탄소 정책에서의 핵심수단은 에너지원의 '전력화(electrification)'를 빼놓을 수가 없다. 이는 지금까지 화석에너지를 통해 주로 공급되던 에너지원을 전력으로 점차 전환하겠다는 방침이다. 즉, 제조 현장에서 석탄과 석유를 사용해 열을 발생시켜 생산공정에 이용하던 것을 전력을 이용한 전기보일러, 전기로 등으로 교체해 나가고, 가정에서 화석연료 보일러를 사용하던 것을 히트펌프 등 전기 사용기기로 바꿔나가겠다는 구상이다. 이러한 전력화 추구는 탈탄소 과정에서 전력산업의 역할을 더욱 가중시킬 것이다. 2021년 정부 주도로 작성된 '2050 탄소중립 시나리오안'에 따르면, 2050년 우리나라의 발전량 예상치는 1,257.7 TWh까지 증가할 것으로 전망되었다(관계부처 합동, 2021). 2020년 우리나라의 발전량이 552.2 TWh인 점을 감안한다면, 30년 동안 발전량이 2.28배나 증가해야 한다. 우리나라의 전력산업은 한편으로는 석탄화력발전소를 단계적으로 줄여나가면서 다른 한편으로는 발전설비를 지속적으로 확충해야 하는 딜레마(dilemma)에 빠져있다. 그러나 둘 중 하나를 고민해야 하는 딜레마는 상대적으로 양호한 고민이다. 전력산업이 실제로는 딜레마 수준이 아니라, 훨씬 더 복잡한 상황에 처해있기 때문이다.

경제학에는 '불가능한 삼위일체(The Impossible Trinity)'라는 이론이 있다. 1999년 노벨경제학상 수상자인 故 로버트 먼델(Robert Mundell) 미국 컬럼비아대 교수가 1960년대에 고안한 이론으로 '한 국가는 자유로운 자본이동, 독립적인 통화정책, 고정환율제를 동시에 추구할 수는 없다.'는 내용이다. 1990년대 우리나라는 소규모 개방경제로서 자유로운 자본이동을 단계적으로 허용했고, 내수시장의 안정을 위해서 독립적인 통화정책을 시행했으며, 동시에 수출주도형 경제구조를 유지하기 위해 고정환율제를 지속하려 시도한 바가 있었다. 불가능한 삼위일체를 가능하도록 만든 마법의 정책을 펼친 것 같았지만, 이는 무리한 환율방어로 인한 외환보유고 고갈로 이어져 결국 1997년 외환위기라는 참사로 이어졌다.

2) 한 국가에서의 기후정책으로 인한 비용 상승 때문에 기업들이 온실가스 관련 규제 또는 조치가 약한 국가로 생산 시설을 이전하거나 역내 제품을 수입품으로 대체하는 것을 의미 (손인성, 김동구 2020)

우리나라의 전력산업이 처한 작금의 환경도 불가능한 삼위일체와 유사하다. 즉, '우리나라의 전력산업은 온실가스 감축, 저렴한 전력공급, 탈원전을 동시에 추구할 수는 없다.'고 본다. 이를 [그림 1]에 제시된 바와 같이 '대한민국 전력산업의 불가능한 삼위일체(The Impossible Trinity of Electricity Industry in Korea)'라고 명명하고 싶다. 우선, 온실가스 감축을 위해서는 석탄화력발전 등 화석연료 기반 화력발전을 점차 줄여야 한다. 화력발전의 대안은 현재로서는 재생에너지발전과 원자력발전밖에 없다. 다음으로, 저렴한 전력공급을 위해서는 발전단가가 가장 저렴한 석탄화력발전이나 원자력발전을 사용하는 수밖에 없다. 마지막으로, 탈원전을 위해서는 원전이 담당하던 발전량을 재생에너지발전이나 화력발전으로 대체해야만 가능하다.

그림1 대한민국 전력산업의 불가능한 삼위일체



자료: 저자 작성

온실가스를 줄이면서 저렴한 전력공급도 유지하고 탈원전도 추진할 수 있다면 최상의 조합이겠으나, 아쉽게도 이는 지금 우리의 현실에서는 불가능하다. 아무런 단점이 없이 완벽한 에너지원이 존재했다면, 우리는 이미 그 에너지원을 널리 채택해서 사용하고 있었을 것이다. 미국이나 독일 등의 국가나 특정 지역에서 재생에너지발전의 균등화발전원가(LCOE)가 다른 발전원에 비해서도 낮아지는 그리드 패리티(grid parity)를 달성했다는 소식이 들려온다. 그러나, 해당 국가의 전력 가격이 우리나라보다 2배 이상 높다는 분석(신동현, 2017)이나 우리나라의 재생에너지 발전단가(LCOE)에 대한 전망치(이근대·임덕오, 2021) 등을 보면, 우리나라에서는 관련 여건상 재생에너지를 통한 저렴한 전력공급은 당분간 달성하기 힘든 일일 것이다. 이러한 상황에서, 불가능한 것을 가능하게 하려는 시도는 결국 1997년 외환위기와 같은 파국으로 이어질 수밖에 없다.

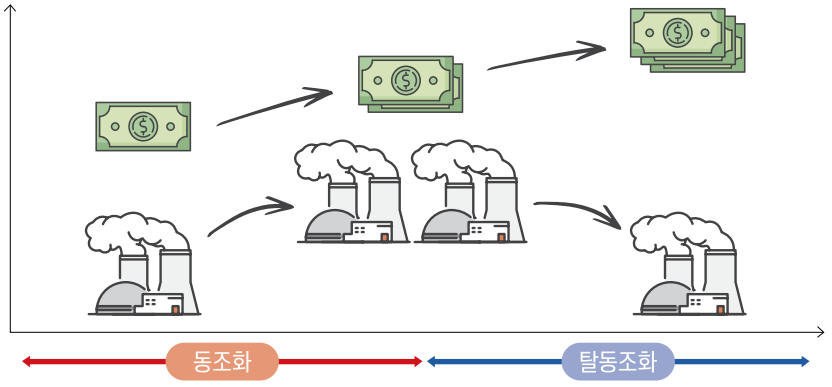
세 가지 선택지 중에서 우리나라의 전력산업이 반드시 선택해야만 하는 것은 '온실가스 감축'이라는 선택지이다. 탈탄소라는 거대한 시대적 흐름에 거스르는 것은 가능하지도 않고 나아가 인류 문명의 지속가능성 관점에서 시도해서는 안 되는 선택이기 때문이다. 남은 선택지는 둘밖에 없다. 어떠한 선택을 하더라도 반발하는 국민이 상당수 존재하게 된다. 여러 에너지원별 장단점을 국민들에게 충분히 설명하고 바람직한 합의를 이끌어내는 것은 정치의 역할이고, 이를 위한 신뢰성있는 근거자료를 제공하는 것은 전문가의 역할일 것이다. 그중에 어떠한 선택을 할 것인지는 우리나라 국민의 합의가 필요하며, 그에 따라 앞으로 펼쳐질 탈탄소 정책의 파급효과도 그 양상이 매우 상이한 형태로 전개될 것이다.

3. 주력 제조업의 유일한 생존수단은 기술개발

잘 알려진 바와 같이 우리 경제는 철강, 석유화학 등 온실가스 다배출업종에 대한 의존도가 높다. 과거 이들 산업은 전 세계에서 석탄, 원유, 철광석 등의 연료 및 원재료를 확보해 국내에서 생산한 후, 전 세계 시장을 상대로 경쟁력 있는 제품을 판매하는 전략을 성공시켰다. 최적의 생산공정 구축, 공급망 관리, 효율 극대화 등으로 특징지을 수 있는 관련 업계 종사자들의 노력과 국민적 지지 속에서 이들 산업은 우리나라의 경제성장을 견인하고 고도화하였다. 이들 다배출업종의 뒷받침이 있었기에 자동차, 조선, 가전, 반도체 등의 산업에서도 전 세계를 상대로 한 경쟁을 마음껏 펼칠 수 있다고 해도 과언이 아니다. 그러나 이러한 과거의 성공전략은 탈탄소라는 거대한 조류에 그 힘을 점차 잃어가고 있다.

[그림 2]에 제시된 바와 같이, 이제까지 우리나라에서의 경제활동은 화석에너지에 기반했기 때문에 생산량과 부가가치를 증대하기 위해서는 온실가스 배출량 증가가 불가피했다. 즉, 경제적 가치와 온실가스 배출 간의 동조화 현상이 관측되었다. 그러나 우리의 주력 제조업이 과거의 성공방정식에 안주해 온실가스 감축을 위한 노력을 등한시한다면, 앞으로 더욱 강화될 국내외적 온실가스 감축 압박에 따른 결과는 결국 생산량 축소만이 유일한 선택이 될 것이다. 따라서 온실가스 감축에 대한 국내외적 요구에 부응하면서, 지속적인 경제발전을 위해서는 제조업에서 탈동조화(Decoupling) 달성이 선결과제이다. 생산활동의 인위적·강제적 축소 없이, 온실가스 감축을 달성하기 위해서는 생산활동과 배출량 간 양(+)의 관계가 약화 또는 음(-)의 관계로 역전되는 탈동조화가 필수인 것이다. 온실가스 감축을 위해 생산활동을 인위적으로 축소하는 것은 일자리 확대, 삶의 질 개선 측면에서 바람직하지 않은 하책(下策)에 불과하다. 특히, 국내경제에서 제조업의 중요성 고려 시, 제조업의 탈동조화는 지속가능한 저탄소경제 구축을 위한 주춧돌로 평가할 수 있다.

그림2 동조화와 탈동조화의 개념도

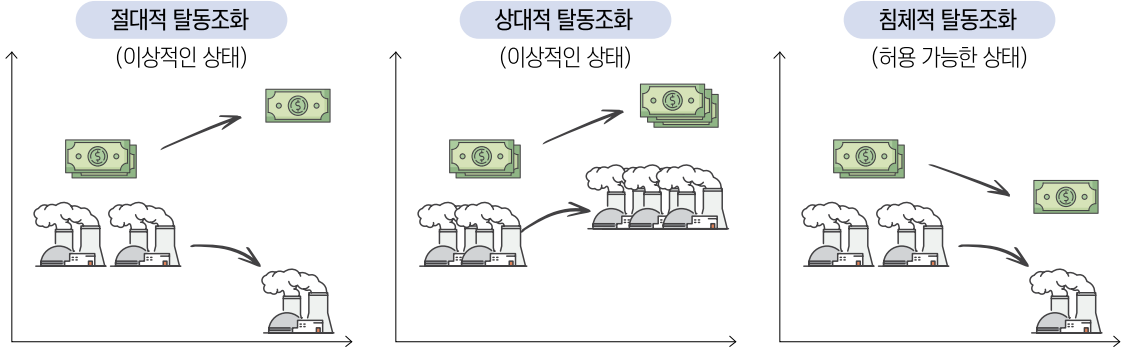


자료: 김동구(2022)

특히, 연간 약 1억 톤 내외의 온실가스를 배출하며 산업부문 온실가스 배출량의 40% 이상을 차지하는 철강산업은 한국의 기후변화 대응 및 탄소중립 달성에 있어서 중추적인 역할이 불가피하다. 주요국 철강업의 탈동조화 양상에 대한 필자의 분석에 따르면(김동구, 2022), 한국은 동조화, 일본은 탈동조화, 독일

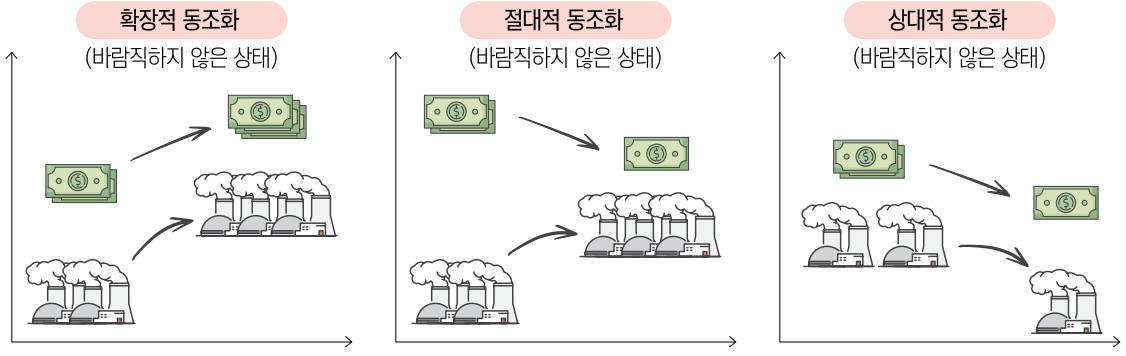
은 불분명에 해당했다. 우선, 한국은 확장적 동조화 상태로 평가할 수 있었다.[3] 한국 철강업의 부가가치는 2000년대 중반 이후 증가 속도가 대폭 둔화된 반면, 배출량은 증가세가 유지되고 특히 2011년 이후 큰 폭으로 증가하였기에 이와 같은 결과가 도출된 것이다. 반면, 일본은 뚜렷한 상대적 탈동조화, 나아가 최근에는 절대적 탈동조화로도 평가할 수 있었다. 일본 철강업의 부가가치는 2010년대 중반까지 완만한 증가세를 보인 반면, 배출량은 2010년대 초반까지 완만한 증가세를 보이다가 이후 하락세를 보이고 있는 것이다. 한편, 독일은 분석 수치상으로는 탈동조화로 분류도 가능하겠으나, 바람직한 탈동조화로 해석하기에는 무리였다. 독일은 철강업의 온실가스 감축량이 줄어들면서 부가가치도 줄어드는 형태의 침체적 탈동조화를 겪고 있는 것으로 분석되었기 때문이다. 따라서 한국 철강업이 나아가야 할 탈동조화 경로는 독일이 아니라, 일본과 유사하거나 일본보다 더 효과적인 형태로 진행되어야 할 것이다. 일본은 2000년대 이후 철강재의 품질 고도화와 철강산업의 구조개편을 추진하여 일본 철강산업의 경쟁력을 강화시켰으며, 에너지효율 개선 기술을 통한 효율적인 생산공정은 일본 철강산업의 탈동조화를 가능하게 하였다는 점은 우리 철강업의 탈탄소 전략에 시사하는 바가 크다고 하겠다.

그림3 탈동조화의 3가지 유형



자료: 김동구(2022)에 기반해 수정함

그림4 동조화의 3가지 유형



자료: 김동구(2022)에 기반해 수정함

3) 탈동조화의 3가지 유형은 [그림 3]을, 동조화의 3가지 유형은 [그림 4]를 참조 바람.

다음으로, 한국의 화학산업은 2019년 기준으로 화석연료 사용에 따른 연소배출량과 산업공정 배출량을 합해 총 4,730만 톤 CO_2e를 배출해 국가 총배출량의 6.7%를 차지한다(환경부, 2021). 즉, 화학산업은 한국의 주요 제조업 중에서 철강산업에 이어 온실가스 배출량이 두 번째로 많은 제조업이다. 또한, 화학산업은 기초소재산업으로 주요 화학제품이 여러 다른 제조업에서 필수불가결한 원재료로 사용되는 매우 중요한 산업이다. 한-일 화학산업의 탈동조화 양상에 대한 필자와 공저자의 분석에 따르면(김동구·손인성, 2023), 한국은 상대적 탈동조화, 일본은 절대적 탈동조화에 해당된다. 우선, 한국 화학산업의 부가가치는 꾸준한 증가세이나 온실가스 배출량은 2000년대부터 증가세가 소폭 둔화되었다. 이러한 변화 때문에 한국 화학산업은 1990년대 후반부터 부가가치 대비 배출량 증가세가 둔화되었고 상대적 탈동조화 상태로 평가되었다. 한편, 한국 화학산업에서 공정배출량은 청정개발체제(CDM) 사업 등으로 크게 감소하였으나, 연소배출량은 아직 감소세로 판단하기 어렵고 간접배출량도 꾸준히 증가했다는 점을 알 수 있었다. 반면, 일본 화학산업은 1990년대 초반부터 온실가스 배출원단위가 지속적인 개선세를 보였으며, 절대적 탈동조화 상태로 평가되었다. 특히, 일본 화학산업은 1996년 이후 연소배출량이 감소하기 시작해 그 추세가 지속 중인 것이 두드러졌다. 또한, 간접배출량 비중이 지속적으로 증가했으나, 동일본대지진에 따른 발전부문 배출량 급증의 영향이 줄어들면서 간접배출량도 2014년 이후에는 감소세인 점도 두드러졌다. 일본은 에너지절감 및 온실가스 감축을 위한 꾸준한 투자, 제품 고부가가치화 및 선제적 사업재편 추진 등을 통해 탈동조화를 달성할 수 있었던 것으로 평가된다.

철강업과 화학산업에 대한 이러한 분석결과를 통해 알 수 있는 점은 우리나라 주력 제조업이 처한 상황도 불가능한 삼위일체와 꽤나 유사하다는 점이다. 즉, '우리나라의 주력 제조업은 온실가스 감축, 경쟁력 있는 제품공급, 국내 생산 유지·확대를 동시에 추구하는 것은 매우 어렵지만, 기술개발을 통해서만 이를 달성할 수 있다.'고 본다. 따라서 이를 [그림 5]에 제시된 바와 같이 '대한민국 주력 제조업의 어려운 삼위일체(The Difficult Trinity of Major Manufacturing Industry in Korea)'라고 명명하고 싶다. 우선, 온실가스 감축을 위해서는 화석연료기반 생산공정, 제품 등을 탈탄소 생산공정, 제품 등으로 전환해 나가야 한다. 다음으로, 경쟁력 있는 제품공급을 위해서는 기존에 최적화해놓은 공급망이나 생산공정을 그대로 활용하는 것이 가장 유리하나, 국내적으로 온실가스 감축 압박을 강하게 받게 되면 생산설비를 온실가스 감축규제를 덜 받는 지역으로 이전하는 선택을 하게 될 수도 있다. 즉, 일종의 탄소누출(carbon leakage)이 발생하게 될 가능성이 높다. 마지막으로, 주력 제조업이 대한민국 기업으로서 국민들의 지지를 계속해서 받기 위해서는 국내 생산 유지·확대를 선택하는 것도 필요하다. 이처럼 달성하기 어려운 세 가지 선택지를 동시에 달성하기 위한 수단은 기술개발뿐이라고 생각한다. 달성하기 매우 어려운 삼위일체이지만, 주력 제조업의 유일한 생존수단은 기술개발이 될 것이다.

그림5 대한민국 주력 제조업의 어려운 삼위일체

자료: 저자 작성

우리 정부도 기술개발만이 우리 산업의 살길이라는 점을 잘 알고 있다. 최근에 공표한 제1차 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획에도 산업부문 첫 번째 과제로 '탄소중립 실현 핵심기술 확보'를 강조하면서 탄소중립 달성을 위한 한계돌파형 기술의 신속한 상용화를 가장 우선시했다. 주요 핵심기술로는 철강산업의 수소환원제철, 석유화학·정유산업의 바이오납사, 수소 원료 활용, 시멘트산업의 저온소성 기술 등이 제시되었다. 기술개발을 통해 제조업의 핵심 기초소재인 철강과 화학제품의 국내 경쟁력을 유지하지 못한다면, 탈탄소 시대의 우리 경제는 매우 암울해질 가능성이 높다.

또한, 주력 제조업에서의 탈탄소 촉진을 위해서는 수소의 안정적인 공급망 구축, 탄소포집활용저장(CCUS), 에너지저장기술 등 신산업 분야의 기술개발 및 활성화도 모색할 필요가 있다. 예컨대, 아무리 수소환원제철 기술이 계획대로 잘 개발된다고 하더라도, 수소 공급망의 구축이 없이는 전혀 쓸 수 없는 기술이 될 수밖에 없기 때문이다. 이러한 신산업 분야에서도 국내시장뿐만 아니라 세계시장을 목표로 하여 새로운 기회를 잘 발굴하고 일자리도 만들어낼 수 있는 노력이 필요하겠다.

4. 시사점

우리가 이제껏 값싸고 편리하게 사용해 왔던 화석연료는 45억 년의 역사를 가진 지구가 탄생 이후 계속 쌓아온 저금과 같다. 화석연료의 무분별한 사용과 막대한 온실가스 배출로 인한 최근의 기후위기는 그동안 인류가 지구의 적금을 야금야금 빼서 사용한 것에 대한 지구의 복수라고 비유할 수 있다. 이러한 위기를 극복하기 위해 탈탄소를 향한 인류사회의 거대한 흐름은 이제 본격화되었고, 우리 경제와 산업은 그 흐름에 올라타느냐 아니면 그 흐름에 파묻혀 버리느냐의 선택의 기로에 서있다. 불가능한 삼위일체 상황에 놓인 우리의 전력산업과 어려운 삼위일체 상태에 처한 우리의 주력 제조업이 나아가야 할 길은 자명하다. 이미 그럴듯한 계획도 정부 주도로 마련되어 있다. 한 가지 명심해야 할 것은 아무리 훌륭한 계획도 실천에 옮기지 않는다면 망상에 불과하다는 점이다. 이제는 완벽한 계획을 위해서 더욱 애쓸 때가 아니고, 우리나라의 지속적인 번영과 인류 문명의 생존을 위해서 실천해 나가야 할 때이다.

참고문헌

국내 문헌

- 관계부처 합동, 2050 탄소중립 시나리오안, 2021.10.
- 관계부처 합동, 탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획, 2023.4.
- 김동구, "철강산업의 온실가스 배출 탈동조화 국제비교," 「자원·환경경제연구」, 제31권 제1호, 2022, pp. 113-139
- 김동구·손인성, "상류부문 탄소세 도입의 경제적·환경적 효과 분석: 철강산업을 중심으로," 「자원·환경경제연구」, 제32권 제1호, 2023a, pp. 47-75
- 김동구·손인성, "화학산업의 온실가스 배출 탈동조화 분석: 한-일 비교를 중심으로," 「에너지경제연구」, 제22권 제2호, 2023b, pp. 1-24
- 에너지경제연구원, 에너지통계연보, 2022
- 환경부, 2021년 국가 온실가스 인벤토리(1990-2019) 공표. 2021.12.