제2022-3호

BOK 이슈노트

한국은행

기후변화가 생산성에 미치는 영향

2022년 1월 19일

정선영* · 허 정**

최근 기후변화 관련 논의에서는 기후위기 극복과 경제 성장이라는 두 가지 정책 목표를 어떤 방식으로 조화롭게 풀 수 있는지가 쟁점으로 다루어지고 있다. 이러한 관점에서 기후변화로 인한 충격이 거시지표로서의 생산성에 미치는 효과에 관심이 모이고 있다. 이에 본고는 기후변화가 생산성에 영향을 주는 파급경로를 살펴보고, 기후변화 시대에 생산성을 제고하기 위한 정책적 시사점을 도출하였다.

지구온난화가 유발한 자연재해와 같은 일차적인 충격(physical risk)으로 인해 산출물이 감소하고 노동과 자본의 질적 저하가 발생하는 등 기후변화는 생산성 하락의 직접적 요인으로 작용할 수 있다. 이상고온, 일조시간 감소, 이상기상의 빈도수 증가 등이 산출량 감소와 품질 저하를 유발하고 관광업 등 생태계서비스에 기반한 산업 부문의 위축을 가져올 수 있다. 또한 이상기후가 근로자의 건강이나 작업환경에 영향을 줄 경우 노동생산성을 저하시키는 요인으로 작용할 수 있다. 기후변화로 인해 공급경로나 인적자본의 이동에 제약이 발생할 경우에는 기업의 공급망 손상이 확대되고, 자산 손상에 대한 리스크나 기상이변에 대한 취약도 등이 기후변화 관련 리스크 프리미엄의 상승을 가져와 자본조달비용을 높임으로써 자본생산성을 낮추는 요인으로도 작용할 소지가 있다.

기후변화의 물리적 충격과 더불어 기후변화 적응을 위한 경제주체의 행태 변화와 기후변화 완화를 위한 정책 변화 과정에서 발생하는 이행리스크(transition risk) 역시 기업의 생산성에 영향을 줄 수 있다. 대규모 투자조성을 위한 비용 및 좌초자산이 증가하고 산업 및 노동 구조가 재편되는 과정에서 미스매치로 인한 시장 비효율이 발생하면서 생산성에 부정적 요인으로 작용할 수 있다. 또한 규제 비용이 높아져 혁신이나 효율성 개선을 위한 투자가 줄어들거나, 기후변화 대응 능력의 차이에 따른 기업 간 생산성 격차가 확대될 경우 경제 전반의 생산성 하방 압력으로 작용할 가능성이 있다. 반면 기후변화 대응이 투자 및 기술진보를 가속화하는 촉매제로 작용하면서 중장기 생산성 증대를 가져올 수 있다. 환경규제 정책은 기업으로 하여금 규제비용을 감소 또는 상쇄하기 위해 기술혁신 활동, 비용 절감, 효율성 개선을 추진하도록 유도하게 된다. 또한 기후변화 대응에 따른 산업구조 개편과 신생에너지로의 전환 등으로 신산업이 성장하면서 시장 및 고용 규모가 확대될 수 있고, 기후변화 대응이 기업의 무형자산적 가치로 반영되면서 기업 가치를 높이는 경로로 작용할 수 있다.

이처럼 기후변화가 생산성에 미치는 효과는 부정적 측면과 긍정적 측면이 공존한다. 부정적 영향을 억제하고 긍정적 영향을 극대화하기 위해서는 기후변화와 관련한 불확실성을 낮추는 것이 무엇보다 중요하다. 우리나라의 산업 특성을 고려한 부문별 감축 목표 세분화, 지속적인 기후변화 리스크 평가 및 관리, 정합성과 일관성을 갖춘 정책 설계 및 운용 등을 통해 기후변화 관련 정책적 불확실성을 낮춤으로써 기후 리스크에 대한 완충력을 높여야 하겠다. 또한 경제구조 전환 시 높은 불확실성과 대규모 초기투자비용 등으로 민간의 위험감수 여력이 충분하지 않으므로, 혁신 생태계 조성과 연구개발 투자 육성에 있어 정부의 마중물 역할이 중요하다. 우리나라의 경우 석탄발전, 제조업 등 탄소집약 산업의 비중이 높으므로 단순히 온실가스 배출을 억제하는 규제는 산업에 부담을 줄 수 있다. 따라서 탄소중립 목표를 달성하기 위해서는 총량 규제뿐만 아니라 기술혁신을 통한 에너지 전환과 저탄소 산업화 등 근본적인 산업 체질의 변화가 중장기적 시계에서 병행되어야 하겠다.

* 한국은행 경제연구원 거시경제연구실 부연구위원 (전화: 02-759-5328, e-mail: sjung@bok.or.kr)
** 한국은행 경제연구원 거시경제연구실 조사역 (전화: 02-759-4863, e-mail: imjung@bok.or.kr)

▪ 본 자료의 내용은 한국은행의 공식견해가 아니라 집필자 개인의 견해라는 점을 밝힙니다.
따라서 본 자료의 내용을 보도하거나 인용할 경우에는 집필자명을 반드시 명시하여 주시기 바랍니다.
▪ 본고의 작성과 관련하여 유익한 논평을 해주신 박양수 경제연구원장, 김병기 부원장, 나승호 거시경제연구실장께 감사드립니다.

Ⅰ. 논의 배경

코로나19 팬데믹은 기후변화 리스크의 심각성을 인식하고 저탄소경제로의 전환을 위한 정치·정책적 대응을 가속화하는 계기로 작용하고 있다. 전염병에 의한 팬데믹과 마찬가지로 기후변화는 환경적, 지리정치학적, 사회경제적 역학(dynamics)의 복잡성이 높아 예측 불가능한 측면이 많아 그 영향력을 선제적으로 가늠하기 어렵기 때문이다.

기후변화에서 파생되는 리스크는 기업 및 산업의 생산성에 영향을 줌으로써 경제의 기초체력인 잠재성장과 장기 성장경로에도 파급효과를 미칠 것이다. 기후변화는 일차적 물리적 충격뿐 아니라 기후변화 적응(adaptation)을 위한 경제주체의 행태 변화, 기후변화 완화(mitigation)를 위한 정책 변화 등 다양한 경로를 통해 경제주체의 생산성에 영향을 주게 된다.

이에 본고는 기후변화가 생산성에 영향을 미치는 파급경로를 살펴보고, 기후변화에 선제적으로 대응하면서 생산성을 제고하기 위한 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 기후변화 현황

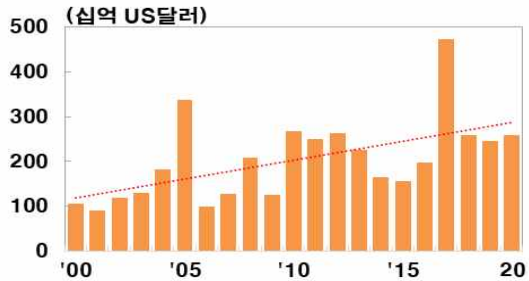
1. 기후변화의 원인 및 영향

장기에 걸쳐 지구 전체의 평균기온이 상승하는 지구온난화로 인해 기상이변이 잦아지고 그로 인한 인적·물적 손실이 확대되면서 기후변화가 인류 생존의 위협요인이라는 인식이 점차 확산되어 왔다(<표 1> 및 <그림 1> 참고).

〈표 1〉 전세계 기상이변 피해 상황(2020년)

지역	재해종류
북극, 시베리아	이상고온, 산불
아시아	폭우, 폭염
유럽	폭염, 가뭄
호주	폭염, 산불, 폭우
아메리카	허리케인

〈그림 1〉 자연재해로 인한 글로벌 손실(2020년)



자료: Aon(2021)

2020년대 들어 전세계가 경험하고 있는 팬데믹 상황은 여러 가지 측면에서 기후변화로 인한 충격과 유사한 특성을 가진다(<표 2> 참고). 따라서 현재의 감염병 확산의 경험은 기후변화라는 경제 외생적 리스크에 대한 충분한 대비 없이 경제사회 시스템이 충격에 직면했을 때 위기가 어떻게 증폭(systemic risk)될 수 있는지에 대한 중요한 선례가 될 것으로 판단된다.

〈표 2〉 코로나19 팬데믹 충격과 기후변화로 인한 충격의 공통점

Systemic&risk multiplier (충격의 승수효과)	충격이 경제사회시스템 전반에 걸쳐 영향을 미치며 리스크가 여러 부문에서 중첩되어 동시다발적으로 발생
Non-stationary (균형점의 이동)	충격으로 인해 장기추세가 바뀌므로 과거의 경험에 기반한 예측의 신뢰도가 낮으며, 위험이 사라진 후에는 과거와는 다른 균형에 도달
Nonlinear (비선형적 파급효과)	임계치(threshold)를 넘는 순간 충격이 증폭되므로 선제적인 정책 대처가 매우 중요
Regressive (역진적 충격)	충격의 강도가 경제사회 계층에 따라 다르게 나타나는데, 취약계층이 더 심각한 영향을 받음
Long-term resilience (회복의 장기화)	회복에 많은 시간과 비용이 소요
Tragedy of the commons (공유지의 비극)	근본적인 문제해결을 위해서는 글로벌 차원의 노력과 국제공조가 필요

자료: McKinsey(2020)

온난화의 직접적 원인으로 지목되는 이산화탄소·메탄 등 온실가스는 화석연료 사용, 삼림파괴·농업 대규모화 등 토지사용의 변화와 같은 인위적 요인들로 인해 1950년대 이후 배출량이 급격히 증가하였다(<그림 2> 참고)[1]. 한편 팬데믹 영향으로 인해 2020년 상반기에 잠시 온실가스 배출이 큰 폭 감소하였으나 이후 빠르게 이전 수준으로 회복하였다(<그림 3> 참고). 2020년 팬데믹 충격으로 인해 글로벌 CO_2 배출량은 전년 대비 5.8% 감소하였으나(IEA, 2021), 대기 중 CO_2 농도는 410.07ppm에서 412.45ppm으로 오히려 소폭 상승한 것으로 나타난다(NOAA, 2021).

〈그림 2〉 글로벌 CO_2 배출량 추이

주: 1) 1951년-1980년 간 평균기온을 의미
자료: Global Carbon Project(2020)

〈그림 3〉 2020년 월별 온실가스배출 증감률

자료: IEA(2021)

온난화로 인해 지구 평균기온이 지속적으로 상승하여 지구가 감내할 수 있는 수준의 임계점을 넘어설 경우 기후변화를 증폭시키는 피드백 효과가 발생하게 되고 이로 인해 자연 복원력이 상실됨으로써 생태계 균형이 훼손되게 된다(<표 3> 참고). IPCC 6차 보고서에 따르면 현재는 산업화 이전 대비 약 1℃ 상승한 수준으로, 적극적 탄소 감축 노력이 이루어지지 않을 경우 21세기 말 평균기온은 최대 4.4℃ 상승할 것으로 전망된다(IPCC, 2021).

〈표 3〉 지구온난화의 영향

	1.5℃ 상승 시	2℃ 상승 시
산호초 멸종률	70-90%	99%이상
중위도 폭염일 온도	3℃ 상승	4℃ 상승
고위도 극한일 온도	4.5℃ 상승	6℃ 상승
2100년 해수면 상승폭	0.26-0.77m	0.30-0.93m
생물종 절반 절멸률1)	곤충 6%, 식물 8%, 척추동물 4%	곤충 18%, 식물 16%, 척추동물 8%
육지 생태계 변화율	6.5%	13%
어획량	150만톤 감소	300만톤 감소

주: 1) 특정 생물종이 50% 이상 사라지는 비율
자료: IPCC(2018)

2. 기후변화 대응을 위한 국제 공조

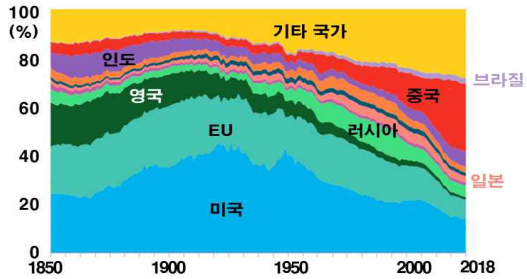
지구온난화에 따른 기후 위기의 심각성이 전 세계적으로 대두됨에 따라 최근 지구온도 상승을 억제하기 위한 정책적 공조에 대한 논의가 국제사회에서 활발히 이루어지고 있다. 2019년 EU의 그린딜, 2020년 주요국의 2050/2060 탄소중립 선언, 2021년 미국의 파리협약 복귀 등 국제사회의 탈탄소 움직임이 그 어느 때보다 가속화되고 있는 것이다.

과거에는 온실가스 감축 의무를 어느 국가에 부과할 것인가에 논의의 초점이 맞추어졌다면, 현재는 모든 국가들에게 온실가스 감축을 요구

1) 지구의 연평균기온은 400~500년 주기로 약 1.5℃의 범위에서 변동해 왔다. 따라서 지구온난화라는 이슈가 다루어지던 초기에는 지구온난화가 자연의 현상이 아닌 인간의 활동에 의해 유발된 인위적인 결과인가에 대해 첨예한 대립이 있었으나 현재는 다양한 과학적 근거를 통해 20세기 전반까지는 자연 활동이 온난화를 유발했지만 20세기 후반부터는 인류의 활동이 온난화를 유발한 것으로 보고 있다. 지구온난화 관련 논문(1991~2011년 중) 중 97%가 지구온난화를 인간활동에 의한 인위적 현상으로 보고 있으며, 「기후변화에 관한 정부간 패널」(IPCC)은 지구온난화가 탄소배출 등 인간 활동에 의해 발생했을 가능성을 95%로 제시하고 있다.

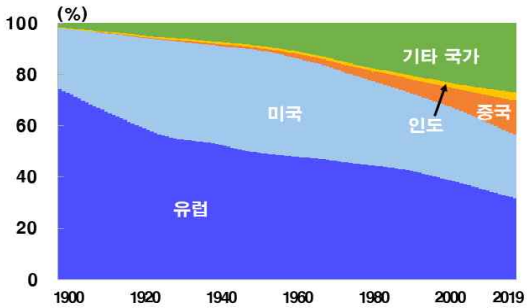
하고 있으며 각국의 상황을 반영한 감축량과 감축 속도 목표를 설정하여 이행하는 것이 주요 정책목표로 제시되고 있다. 20세기 초반에는 미국, 유럽 등 선진국들의 누적배출 비중이 월등히 높았기 때문에 선진국에 감축의무를 부여해야 한다고 생각했다. 그러나 중국·인도 등 신흥국들의 고속 경제성장을 통해 온실가스 배출이 가속화되면서 선진국은 물론 개발도상국도 온실가스 감축에 의무적으로 참여해야 한다는 공감대가 형성되었다(<그림 4> 및 <그림 5> 참고). 또한 기후변화 대응을 통해 물리적 위험에 취약한 개발도상국들이 최대 수혜자가 될 것으로 전망되면서 기후변화 대응은 국가 간 정책 공조로 해결해야 할 글로벌 차원의 문제라는 국제적 합의가 도출되었다.

〈그림 4〉 지역별 온실가스 배출량 비중(flow)



자료: Bloomberg NEF(2021)

〈그림 5〉 누적 CO_2 배출량 비중(stock)



자료: Our World In Data

기후변화에 대한 국제적 공조는 1988년 UN이 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)에 「기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)[2]」을 설치하고 1992년 기후변화협약(UNFCCC)을 채택하는 것에서 시작된다[3]. 이후 온실가스의 실질적인 감축[4]을 위하여 과거 산업혁명을 통해 온실가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국 38개 국을 대상으로 감축의무[5]를 규정하는 교토의정서(Kyoto Protocol)가 1997년 제3차 당사국총회에서 채택되어 2005년 2월 공식 발효된다. 온난화 방지 및 기후변화 완화를 위한 국제사회의 대응은 2015년 파리협정(Paris Agreement)을 기점으로 범지구적·구체적 형태로 체계화된다. 본 협정문은 국가들의 능동적 참여를 유도하고 기후변화에 신속하게 대응하기 위하여 각 당사국들에 국가결정기여(NDC) 제출 의무를 부과하고 있다(<표 4> 참고).

시장의 변화에 민감한 금융 분야에서도 정책 공조가 활발히 논의되고 있는데, 기후 및 환경 관련 금융리스크 관리를 위한 목적으로 2017년에 「녹색금융을 위한 중앙은행·감독기구 간 글로벌 협의체」(Network for Greening the Financial System, NGFS)가 설립되어 2021년 11월 기준 전 세계 102개 중앙은행과 감독기구가 참여하고 있다. 우리나라의 경우 2019년 한국은행이, 2021년 금융위원회와 금융감독원이 NGFS에 가입하였다.

2) 현재 IPCC 가입국 수는 총 195개국으로, 우리나라는 1993년에 세계 47번째로 가입하였다.
3) 지구 온난화는 1972년 로마클럽 보고서에서 처음으로 공식화되었다.
4) 기후변화협약에 의한 온실가스 감축은 구속력을 가지고 있지 않았다.
5) 제1차 공약기간(2008~2012년)동안 1990년도 배출량 대비 평균 5.2% 감축 목표를 규정하였다.

〈표 4〉 교토의정서와 파리협정 비교

	교토의정서(1997)	파리협정(2015)
목표	공약기간(2008-2012년) 내 감축 목표 달성 (1차: 1990년 대비 5.2%, 2차: 18%)	산업화 이전 대비 지구 기온의 상승폭(2100년 기준)을 2℃로 억제하고, 더 나아가 1.5℃ 목표 달성 노력
범위	온실가스 감축에 초점	감축과 더불어 적응, 재원, 기술, 역량배양, 투명성 등을 포함한 포괄적 대응
감축대상국가	선진국(40여개국, 전세계 배출량의 22%)	모든 당사국(197개국, 전세계 배출량의 95.7%)
감축목표설정방식	개별 국가에게 온실가스 감축목표를 할당하는 하향식(top-down)	각 당사국이 스스로 온실가스 감축목표(NDC)를 설정하는 상향식(bottom-up)
적용시기	1차 공약기간: 2008-2012년 2차 공약기간: 2013-2020년	2020년 이후

자료: 환경부(2016), 외교부 누리집

3. 기후변화 대응 관련 정책수단

각국이 전개하고 있는 기후변화 대응 정책으로는 크게 온실가스 목표관리제와 같은 직접적 규제와 탄소세·배출권거래제 등 시장 메커니즘을 활용한 정책을 들 수 있다[6]. 최근 국제사회에서는 시장기능을 통해 실질적인 탄소 배출 비용을 반영하는 탄소가격제(carbon pricing)의 중요성이 강조되면서, 배출권 거래제(emission trading system: ETS)와 탄소세(carbon tax) 제도에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다(<그림 6> 및 <그림 7> 참고)[7]. 2021년 7월 개최된 G20 재무장관회의의 공동선언문에서는 탄소가격제가 기후변화 대응에 필수 수단이라는 점이 최초로 명시되기도 했다.

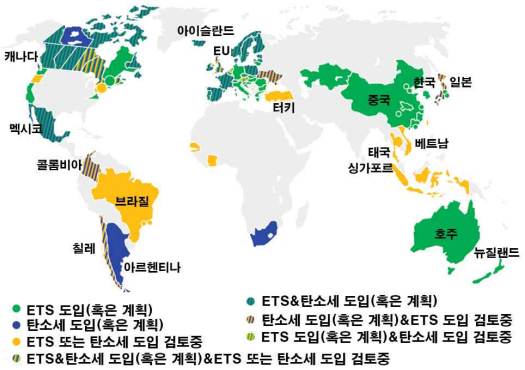
탄소가격제란, 배출자 부담원칙에 따라 경제주체들이 탄소배출에 대한 대가로 비용을 부담하게 함으로써 경제주체의 선호와 행태를 변화시켜 자발적으로 탄소배출을 줄이도록 유도하는 정책을 의미한다. 탄소세 제도는 탄소배출을 억제하기 위해 석탄·석유·가스 등과 같은 화석연료에 포함되어 있는 탄소 규모에 따라 세금을 부과하는 것을 의미한다. Guterres UN 사무총장은 현재의 소득 기반 세제를 탄소 기반 세제로 전환해야 한다고 언급한 바 있다(UN, 2019). 실제로 핀란드는 1990년 세계최초로 (이산화)탄소세를 도입하였고, 스웨덴은 1991년 탄소세 도입 이후 조세 수준을 지속적으로 높여 현재 CO_2 1톤당 약 140달러가 조세로 부과된다(송지원, 2019).

총량제한(cap-and-trade) 배출권거래 제도는 정부가 배출탄소 총량 목표치를 설정하고 이에 따라 기업에게 배출권을 할당하고 이를 거래하도록 하는 제도이다. 할당량보다 배출량이 적은 기업은 배출권을 판매하여 수익을 얻고 배출량이 많은 기업은 배출권을 구매하여 온실가스 발생비용을 부담한다. 배출권 거래제도는 1997년 교토의정서 채택을 계기로 구체화된 이후 2005년 EU를 시작으로 주요국을 중심으로 도입되었다. 우리나라는 2015년 배출권 거래시장을 한국거래소에 설치하여 운영 중이며, 환경부가 3-5년마다 수립하는 기본계획을 바탕으로 배출권 총량을 설정하고 할당대상기업에 배분하는 형태를 취하고 있다.

6) 이 외에도 자율적 협약제도, 공공지출, 도시이용계획 등을 통한 온실가스배출 감축 추진, 환경교육 및 정보제공 등을 통한 감축수단 등이 활용될 수 있다(신상철 · 박현주, 2011).

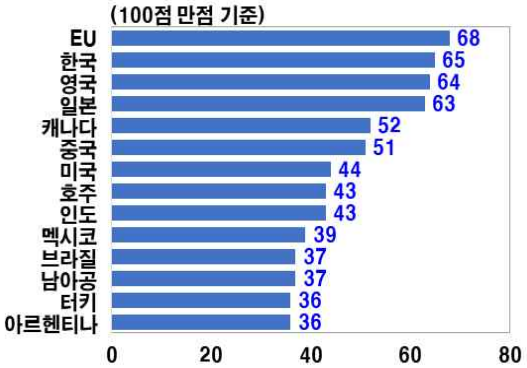
7) IMF(2020)는 탄소가격제가 에너지 효율성을 높이고 저탄소 경제체제로의 전환을 촉진함으로써 탄소배출 감소에 결정적 역할을 수행할 것으로 평가하였다. 또한 OECD의 실증분석에 따르면, 탄소가격제가 기업에 비용 부담으로 작용하여 기업의 성과에 부정적 영향을 줄 것이라는 우려와 달리 탄소배출량을 효과적으로 저감하면서도 동시에 기업의 성과에 부정적 영향을 미치지 않는 것으로 나타난다(OECD, 2018b).

〈그림 6〉 탄소세 및 배출권거래제를 시행/고려하고 있는 국가들



자료: World Bank(2020)

〈그림 7〉 탄소중립 관련 정책 점수

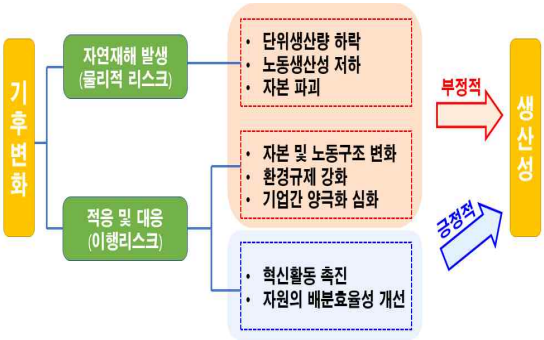


자료: Bloomberg NEF(2021)

Ⅲ. 기후변화가 생산성에 미치는 영향

본 장에서는 기후변화가 생산성에 영향을 미치는 경로를 물리적 리스크(physical risk)와 이행 리스크(transition risk) 측면으로 나누어 살펴보고자 한다(<그림 8> 참고).

〈그림 8〉 기후변화가 생산성에 영향을 미치는 경로



1. 물리적 리스크 측면

물리적 리스크는 기후변화와 관련한 피해가 자산의 규모 및 가격에 영향을 미치는 것을 의미한다. 기후변화가 초래하는 이상기후는 생산량 감소와 생산성 저하로 이어지게 된다. 우선 기온상승, 일조시간 감소, 이상기상의 빈도수 증가 등이 산출량 감소와 품질 저하를 유발하고 관광업 등 생태계서비스[8]에 기반한 산업부문의 위축을 가져올 수 있다. 평균기온의 상승은 농작물의 생육시기 동안 고온스트레스로 작용하여 숙성기간을 단축시키고 병해충 피해를 증가시켜 작물의 품질 저하로 인한 생산성 감소를 초래한다(Stone, 2001; 환경부, 2020). 또한 지구온난화로 인해 해양산성화와 저산소화 현상이 심화되면, 수산자원의 구성, 분포 등에 직간접적인 영향을 주어 자원량 및 종 다양성의 감소를 유발할 수 있다(환경부, 2020). 국제노동기구(ILO)에 따르면, 농수산업·에너지·관광업 등 생태계서비스에 기반한 산업부문의 종사자는 글로벌 총고용의 39.5%(2014년 기준)를 차지하는데, 기후변화로 인한 물리적 리스크가 발생할 경우 가장 직접적 타격을 받는 직업군이 될 것으로 전망된다(ILO, 2018)(<표 5> 참고).

8) 생태계서비스(ecosystem services)는 생물다양성·생태계 순환 등 생태계의 존재와 기능이 인류에게 제공하는 경제·문화·환경적 혜택을 의미한다(국토지리정보원, 2020).

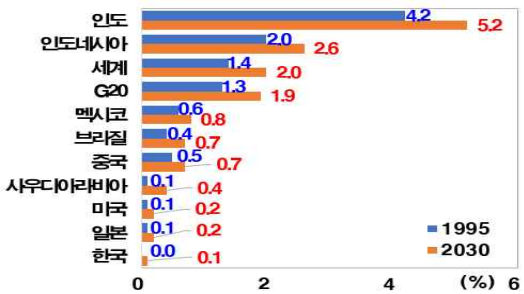
〈표 5〉 생태계서비스와 연관된 종사자수 비중 (2014년, %)

세계	G20	EU	한국	미국	중국	일본
39.5	34.0	16.4	11.4	7.0	49.7	9.1

자료: ILO(2018)

또한 이상기후가 근로자의 건강이나 작업환경에 영향을 주게 되면 노동의 질이 감소하면서 노동생산성 저하를 가져올 수 있다. 기온상승은 직접적 영향을 받는 실외 활동뿐 아니라 실내에서도 열 부하 현상으로 근로환경을 악화시키고 근로자의 건강을 위협함으로써 근로자의 생산성을 저하시키는 것으로 나타난다(김동현·이준범, 2015; Behrer, 2020). 국제노동기구는 1.5℃상승이라는 낙관적 시나리오 하에서도, 열스트레스로 인한 전세계 총근로시간 감소율이 1995년 1.4%에서 2030년 2.0%로 상승할 것으로 전망했다. 이는 전일제 환산 취업자 수로는 각각 3,500만 명과 7,200만 명에 해당하는 노동력이 감소하는 것을 의미한다(ILO, 2018)(<그림 9> 참고).

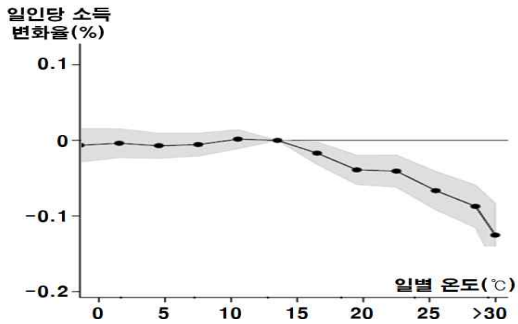
〈그림 9〉 열스트레스로 인한 노동시간 감소(1995-2030[1])



주: 1) 2030년까지 평균기온 1.5℃상승 시나리오 기준
자료: ILO(2018)

기후변화에 따른 노동생산성 저하는 비단 외부 근로 비중이 높은 개발도상국에 국한된 것이 아니라 선진국에서도 공통적으로 경험하게 될 현상일 것으로 전망된다(Kjellstrom 외, 2009). 그 예로써, 미국의 경우 평균기온(15℃) 대비 1℃ 상승 시 평균생산성은 1.7% 하락하며, 정책적 저감 노력이 없다면 미국의 연평균 경제성장률은 기후변화로 인해 0.06-0.16%p 하락할 것으로 분석된 바 있다(Deryugina&Hsiang, 2014)(<그림 10> 참고).

〈그림 10〉 평일 기온 변화에 따른 개인소득의 변화



자료: Deryugina&Hsiang(2014)

마지막으로 기후변화에 따른 해수면 상승, 자연재해 발생빈도 증가는 기업 인프라, 공장시설 등의 실물자산에 타격을 주어 자본생산성에도 부정적 영향을 줄 수 있다. 공급 경로나 인적자본의 이동 동선에 제약이 발생할 경우 기업의 공급망 손상 가능성이 높아진다. 또한 자산손상 가능성이나 기상이변에 대한 취약도 등으로 기후변화 관련 리스크 프리미엄이 상승하기 때문에 기업의 자본조달비용에도 영향을 줄 것으로 보인다. 공급망 손상과 금융제약은 기업의 투자 의사결정에 영향을 줌으로써 자본생산성에 부정적인 영향을 주는 경로로 작용할 수 있다.

2. 이행 리스크 측면

이행리스크는 기후변화에 대응하기 위한 정부의 정책이나 환경에 대한 경제주체들의 인식변화 과정에서 발생하는 리스크를 의미한다. 기후변화 문제가 글로벌 공통이슈가 되어 이를 해결하기 위한 정책 마련이 전세계적 기조로 자리잡은 현 상황을 고려할 경우, 향후 물리적 리스크로 인한 영향은 줄어드는 반면 이행리스크에 따른 파급영향은 더욱 커질 것으로 보인다. 금융기관들이 투자대상 기업의 기후변화 대

응정도를 투자 의사결정에 반영하는 등 기후변화는 더 이상 직접적 물리적 리스크에 노출되는 농업, 제조업에만 한정되는 이슈가 아닌 산업 전체에 영향을 미치는 요인으로 부상할 것이기 때문이다.

이행리스크 역시 다양한 측면에서 기업의 생산성에 영향을 줄 수 있다(<그림 11> 참고). 다만 생산성에 대한 이행리스크의 효과는 기업의 대응 전략이나 정부의 규제 및 정책 설계에 따라 긍정적 측면과 부정적 측면이 혼재되어 있다.

〈그림 11〉 기후변화 대응 정책이 기업활동에 영향을 미치는 경로

자료: OECD(2018a)를 수정보완

1 부정적 측면

이행리스크는 환경보호의 사회적 편익과 기업의 사적비용 간 상충관계(trade-off)로 인해 단기생산성을 저하시키는 요인으로 작용할 수 있다.

첫째, 기후변화 패러다임에 따라 자본 및 노동구조가 변화하면서 그 전환 과정에서 미스매치로 인한 시장비효율이 발생할 가능성이 있다. 기후변화에 대응하기 위해 대규모 투자조성을 위한 비용이 증가하고, 정유·석유화학·철강 등 화석연료에 기반을 둔 산업이 보유한 자원의 매장량이나 시설의 가치가 급속히 줄어들면서 좌초자산(stranded asset)[9]이 증가하게 된다. 2021년 기후정상회의에 따르면, 저탄소 경제로의 전환을 위한 글로벌 기후재원[10] 규모는 2012년 3,600억 달러에서 2019년 6,080억~6,220억 달러로 크게 늘어났으며, 기온상승을 1.5℃ 이하로 억제하기 위해서는 2016~50년 동안 1조 6,000억~3조 8,000억 달러 규모의 신규투자가 필요할 것으로 전망된다(문진영 외, 2021). Financial Times(2020)는 파리협정에 따라 기온 상승이 2℃로 제한될 경우, 메이저 석유회사들의 좌초자산은 3,600억 달러, 1.5℃일 경우 8,900억 달러에 이를 것으로 전망하기도 했다. 또한 금융회사들이 비재무적 요소인 ESG(환경, 사회, 지배구조)를 강조하면서 청정기술을 지원하는 녹색채권 발행하는 등 관련 기업에 대한 투자활동을 늘리고 탄소집약적 산업에 대한 투자 규모를 축소하면서 전통적 자본조달 방식이 새로운 기준에 맞게 변화할 것으로 보인다. 이에 더하여 상품 및 제조방식이 친환경적 방식으로 재편되는 과정에서 기존의 일자리가 사라지거

9) 시장 환경 변화로 자산 가치가 떨어져 상각되거나 부채로 전환되는 자산을 말하며, 보유하는 데 들어가는 고정비로 인해 사용하지 않는 기간에도 음의 현금흐름이 발생하고 폐기 시에도 상당한 비용이 소요되는 자산을 의미한다.

10) 기후변화 대응을 위해 조성되는 공공 및 민간자금을 의미하며, 개발도상국 지원을 위해 UN산하에 조성된 녹색기후기금(GCF)이 대표적이다.

나 대체되는 과정이 발생하게 된다(ILO, 2018). 특히 노동집약적인 농림수산업, 관광, 보험, 에너지 관련 산업의 노동수요 변동성이 커지면서 경제 전반의 생산성을 제약하는 요인으로 작용할 것으로 전망된다(OECD, 2010).

둘째, 기후대응과 관련한 새로운 환경규제는 기업의 활동을 제약하고 비용을 높여 단기 생산성을 저하시키는 요인으로 작용할 수 있다. 규제 비용이 높아지면 혁신 또는 효율성 개선에 대한 생산적 투자가 줄어들어 생산성이 둔화될 소지가 있다(Gollop&Roberts, 1983; Gray&Shadbegian, 2003; Levinson&Taylor, 2008). 또한 경쟁이 치열한 제품 시장에서 규제 비용 증가가 제품 가격에 전가될 경우 상대적으로 규제가 엄격한 국가에서 제품 가격이 더 상승하므로 무역 왜곡이 발생하게 된다. 환경 규제 차이가 지속될 것으로 예상되면 기업의 신규 생산 시설 입지 결정이나 외국인 직접 투자에도 영향을 미칠 수 있다. 환경 규제가 강한 국가의 기업들은 높아진 생산단가로 인해 경쟁에서 불리해지기 때문에, 이를 회피하기 위해 공해 집약적인 부문의 사업장이 환경 규제 강도가 상대적으로 느슨한 국가들로 쏠릴 가능성도 상존한다 하겠다(pollution haven hypothesis).

마지막으로, 기후변화 대응 정도에 따른 기업 간 생산성 격차 확대는 경제전반의 생산성에 대한 하방 압력으로 작용할 수 있다. 신규투자 여력과 기술혁신 수준이 높은 기업일수록 기후변화 대응에 유리하고 이는 다시 기업의 평판으로 이어지게 된다. 기업의 기후변화 대응과 관련한 평판은 기업의 무형자산으로 작용하며 기업의 가치를 변화시켜 기업 간 생산성 격차를 확대시키는 요인으로 작용할 수 있다. 이러한 경로는 팬데믹으로 인한 보건적·경제적 충격 모두 취약계층에 더 크게 작용하였던 사례와 유사하게 전개될 것으로 보인다.

2 긍정적 측면

이행리스크는 전환과정의 미스매치로 인한 시장 비효율, 규제로 인한 기업활동 위축 등으로 인해 생산성에 부정적 영향을 미칠 수 있다. 그러나 다른 한편으로는 기술혁신과 환경개선을 바탕으로 한 신성장동력으로 작용하면서 새로운 균형으로 이행해 가는 중요한 전환점으로 작용할 수 있다[11].

첫 번째로, 규제가 기업의 혁신활동을 촉진함으로써 기업의 생산성을 높이는 모멘텀으로 작용할 수 있다. 환경오염 물질 배출은 근본적으로 환경오염으로 인한 외부효과가 시장에 내재화되어 있지 않다는 것을 의미하며, 이는 생산과정에서 자원이 비효율적으로 배분되고 있음을 의미한다고 볼 수 있다(Porter&van der Linde, 1995). Porter 가설[12]에 따르면, 환경 규제는 피규제 기업의 혁신활동을 촉진하고 시장비효율을 해소하여 경쟁력 제고에 긍정적 영향을 미칠 수 있다(Porter&van der Linde, 1995; Mohr, 2002). 기후변화 대응 정책은 기업에 R&D투자 유인을 줄 수 있으며, 이로 인해 유도된 기술변화는 보다 낮은 비용으로 탄소중립 목표를 달성할 수 있게 한다. 기업들은 에너지효율성 증가 등을 통해 자원 생산성을 향상시켜 원가를 절감하고, 규제기준에 적합한 새로운 제품 및 서비스를 발굴하려는 혁신적 노력을 기울이게 된다. 또한 재생에너지로의 전환 과정에서 가격 변동이 높은 화석 연료에 대한 의존도를 낮추는 방식으로 공급망의 회복탄력성(resilience)을 높임으로써 대외 경쟁력 강화와 새로운 시장 창출 기회를 꾀할 수도 있다(Deloitte, 2020).

둘째, 기후변화 대응에 따른 산업구조 개편과 신재생에너지로의 전환 등으로 신산업이 성장하면서 시장 및 고용 규모가 확대되는 긍정적 측면이 있다. 국제기구들은 탄소저감 관련 신산업[13]이 부상하면서 고용 규모가 확대될 것으로 전망하고 있다(OECD, 2010; ILO, 2018). 유럽의

11) 이산화탄소 배출 저감과 기업 성과 사이의 양의 상관성에 대한 실증연구에 대해서는 <부록> 참조.
12) 환경규제 정책은 기업으로 하여금 규제 비용을 감소·상쇄하기 위해 비용 절감, 효율성 개선을 추진하도록 유도하는 역할을 수행한다.

경우, 기후변화 대응을 통해 물리적 리스크에 노출되는 13만 6천 개의 일자리가 보존될 수 있으며, 신산업의 성장과 대규모 인프라 투자를 통해 2050년까지 50만여 개의 신규일자리가 창출될 것으로 전망된다. 이는 생산가능인구의 약 0.2% 규모에 해당하는 일자리가 추가적으로 늘어나는 것을 의미한다(ILO, 2018).

마지막으로, 기업들도 기후변화 이슈를 비용의 측면에서 바라보던 과거와 달리 기업의 평판이나 장기 성장전략의 일환으로 활용할 수 있다(Forbes, 2016; 유이선·임소영, 2017). 온실가스 배출정보 및 감축노력 등에 관한 정보를 공개함으로써 좋은 평판을 얻고 기업가치 제고의 기회로 활용하려는 기업이 점차 증가하고 있다. 기후변화와 관련된 다양한 기업 리스크 중, 기업의 신뢰도와 브랜드 가치에 영향을 주는 평판 리스크가 물리적 리스크에 비해 기업의 성과에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타난 점이 이러한 추세를 뒷받침한다(KPMG, 2008).

IV. 기후변화 시대, 성장지표로서의 생산성

최근 기후변화 이슈는 기후위기 극복과 경제성장이라는 두 가지 정책 목표를 어떤 방식으로 조화롭게 풀 수 있는지가 쟁점으로 다루어지고 있다. 이러한 상황을 반영했을 때, 우리가 경제성장 지표로 폭넓게 활용하고 있는 생산성 개념 역시 기후 위기라는 새로운 환경을 적절히 반영할 수 있도록 변화될 필요가 있다 하겠다.

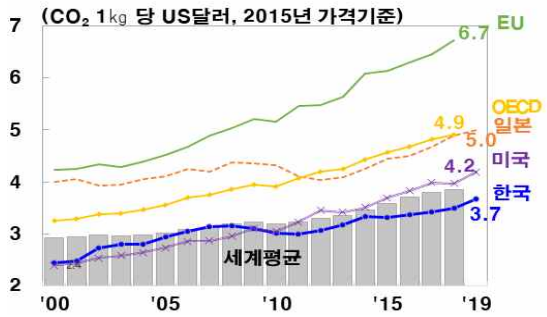
20세기까지 성장지표로서의 생산성 개념은 주로 노동생산성에 초점이 맞추어져 있었다. 과거에는 임금상승률이 원재료 비용 상승률에 비해 높았기 때문에, 비용 최소화를 위해서는 인건비를 절감하기 위한 방안을 마련하는 것이 최적의 전략이었다고 볼 수 있다(Deloitte, 2015). 또한 자원 소비나 환경오염으로 인한 부정적 외부효과가 가격에 반영되지 않았기 때문에 기업의 의사결정에 있어 환경적 요소를 고려할 유인이 부족했다. 그러나 제품 생산과정에서 과도한 자원의 사용은 경제 성장을 주도한 반면 동시에 환경문제를 악화시키는 요인으로 작용하게 된다.

따라서 향후 기후변화 시대에는 기업의 경쟁력 지표로써 과거 투입 위주의 노동생산성 개념과 함께 자원생산성·탄소생산성 등 환경과 경제를 동시에 고려할 수 있는 기후중립적 생산성을 정책에 반영할 필요가 있다(Porter&van der Linde, 1995). 자원의 희소화, 환경 문제 및 그에 따른 외부 비용 내재화 필요성이 강조될수록 기후중립적 생산성 향상이 투입요소 절감 및 비용 절감, 경쟁력 향상을 위한 핵심 요소로 작용할 전망이다(de Bruyn 외, 2009; Aiginger &Rodrik, 2020). 또한 연구결과에 따르면, 새로운 환경규제가 기업의 기후중립적 생산성을 높이는 방향으로 설계된다면 규제 적용 기업의 수익성에도 장기적으로 긍정적인 영향을 줄 수 있다(Rexhäuser&Rammer, 2011).

환경요소를 고려한 대표적 기후중립적 생산성 지수로는 OECD의 녹색성장지수(Green Growth Index, GGI)를 들 수 있다. 이 지수는 세부 지표로써 (이산화)탄소생산성, 에너지생산성, 비에너지물질생산성 등을 포괄하고 있으며 국가별로 매년 추계하고 있다(<그림 12> 및 <그림 13> 참고).

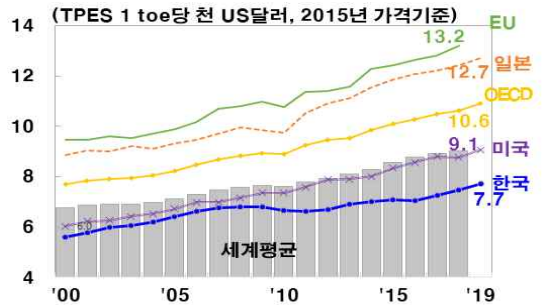
13) 신재생에너지, 친환경차, 탄소 포집·저장기술(CCS), 스마트그리드 등 제조업뿐만 아니라 신기술 도입을 위한 기업금융 및 PF, 탄소배출권 중개인, 탄소자산 관리 및 전략컨설팅, 배출량 관련 점검·보고·인증 서비스, 법률 서비스 등 서비스시장의 영역도 확대되고 있다.

〈그림 12〉 CO_2생산성[1)]



주: 1) GDP/에너지관련 CO_2 배출량
자료: OECD GGI

〈그림 13〉 에너지생산성[1)]



주: 1) GDP/ 1차에너지 공급량(Total Primary Energy Supply, TPES)
자료: OECD GGI

이 중 탄소 배출량 대비 산출량을 나타내는 지표인 탄소생산성은 환경적 요소를 반영한 가장 직관적이고 대표적인 생산성 지표라 할 수 있다. 기존 연구들에 따르면, 탄소생산성이 높아지면 매출 증가 등 기업가치가 개선되는 것으로 나타나 경제성장 지표로서도 적합한 것으로 평가된다(Rexhäuser&Rammer, 2011; Nishitani&Kokubu, 2012; Matsumura 외, 2014; 김선화・정용기, 2020). 탄소생산성은 기업의 미래 성장잠재력을 나타내는 지수로도 해석 가능하다. 탄소생산성이 높아지면 규제위험에 노출될 가능성이 낮아져 규제대응 비용으로 인해 경영성과가 악화될 위험이 낮아지고, 미래현금흐름에 대한 리스크 프리미엄이 낮아 자금조달도 용이하며 기업 평판 제고를 통해 매출 증대가 가능하기 때문에 기업의 성장에 긍정적으로 작용할 것으로 예상할 수 있기 때문이다.

탄소생산성은 탄소집약도(carbon intensity, CO_2 배출량/GDP)의 역수로 표현되며, Kaya 항등식을 이용할 경우 탄소배출량은 네 가지 요인 즉, 인구, 1인당 GDP, 에너지집약도, 탄소집약도로 분해가 가능하다(Kaya&Yokobori, 1993).

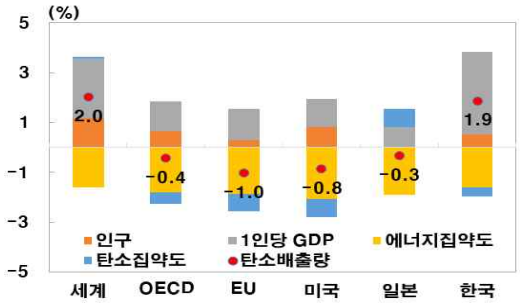
$$F=\left(\frac{F}{G}\right)\times G=P\times\left(\frac{G}{P}\right)\times\left(\frac{E}{G}\right)\times\left(\frac{F}{E}\right)$$

여기에서, F는 총 탄소배출, P는 인구, G는 GDP, E는 에너지 소비를 의미한다.

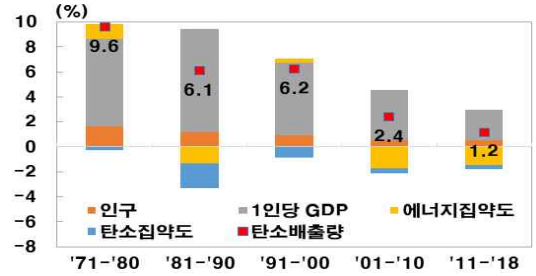
분석결과를 살펴보면, EU·미국·일본 등 주요국들은 탄소집약도(탄소배출량/에너지소비량)와 에너지집약도(에너지소비량/GDP) 개선을 통해 탄소 배출량을 저감해 나가고 있는 것으로 나타난다. 우리나라의 경우 경제성장(1인당 GDP)률이 둔화되면서 그에 따라 탄소배출량 증가세도 둔화되고 있는 것으로 나타난다. 그러나 경제성장으로 인한 탄소배출량 증가를 상쇄시킬 만큼의 탄소집약도 개선이 주요국에 비해서는 뚜렷이 나타나지 않는 모습을 보이고 있다(<그림 14> 참고).

〈그림 14〉 탄소배출량 증가율 요인분해

<주요국(2001-2018)>



<우리나라>

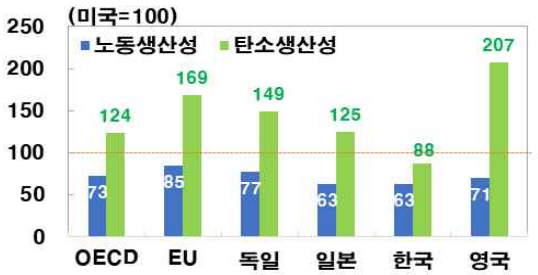


자료: IEA(2020)

기존의 성장지표인 노동생산성과 기후변화를 반영한 새로운 성장지표인 탄소생산성 간의 관계는 국가마다 편차를 보인다(<그림 15> 참고). 국가간 생산성 수준을 비교해 보면, 유럽의 경우 노동생산성은 미국보다 낮지만 탄소생산성은 미국의 수준을 크게 웃도는 것으로 나타난다. 생산성 증가율의 경우, 주요국은 탄소생산성 증가율이 노동생산성 증가율에 비해 높은 것으로 나타난다. 반면, 우리나라의 탄소생산성 증가율은 노동생산성에 비해 낮은 것으로 나타난다. 우리나라와 유사하게 제조업 기반의 산업구조를 가지고 있는 일본의 경우에도 탄소생산성 증가율이 노동생산성에 비해 높게 나타나고 있음을 고려할 필요가 있다.

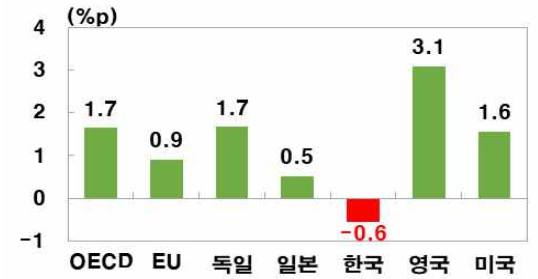
〈그림 15〉 노동생산성과 탄소생산성 비교

<수준[1)]>



주: 1) 노동생산성은 2019년, 탄소생산성은 2018년 기준
자료: OECD

<생산성 증가율 격차[1)2)]>

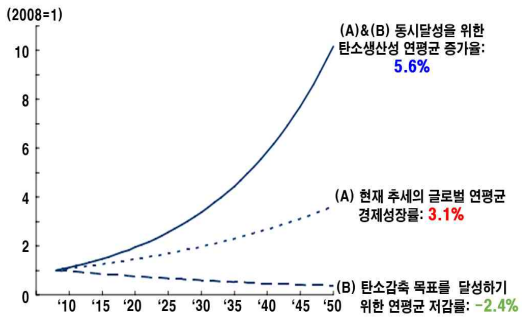


주: 1) 2000-2018년 기간 대상
2) 탄소생산성 증가율에서 노동생산성 증가율을 차감한 값
자료: OECD

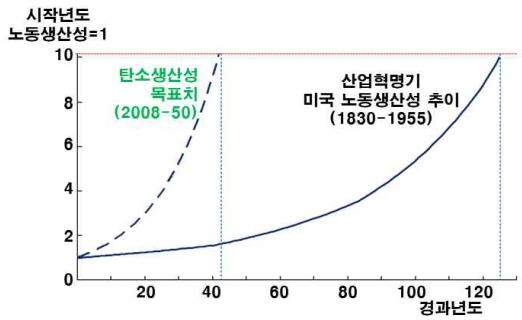
주요국을 중심으로 기후변화 관련 논의가 중요한 의제로 다루어지고 다양한 탄소감축 실행방안이 마련되고 있지만, 세계경제가 기후위기 극복과 경제성장이라는 두 가지 정책 목표를 달성하기 위해서는 탄소생산성 증대를 위한 대규모 투자와 혁신기술 개발이 더욱 가속화되어야 할 것으로 보인다. McKinsey의 실증분석에 따르면, 탄소배출 감축목표를 달성하면서 현재의 경제성장률을 유지하기 위해서는 탄소생산성이 과거 산업혁명 기간 동안 노동생산성 연평균 증가율의 약 3배 속도로 증대되어야 하는 것으로 나타난다(McKinsey, 2008). 온실가스 배출량을 2050년까지 연간 20기가 CO_2환산톤 규모로 줄이고 경제성장률은 현재 수준인 연간 3.1%를 달성하는 시나리오를 가정할 경우, 탄소생산성은 연간 5.6%(경제성장률 3.1%, 탄소배출 증가율 -2.4%) 증가해야 한다(<그림 16> 참고). 이 목표치 달성을 위해서는 글로벌 탄소생산성이 2007년 CO_2환산톤 당 740달러에서 2050년 7,300달러로 높아져야 함을 의미한다. 즉, 탄소생산성이 40여 년 동안 열 배 규모로 높아져야 하는데, 이는 약 120여 년에 걸친 산업혁명 기간(1830년-1955년) 동안의 노동생산성 증가분에 맞먹는 수치이다.

〈그림 16〉 경제성장을 유지하면서 탄소배출 감축목표를 달성하기 위한 탄소생산성

<추이>



<산업혁명기 미국 노동생산성 증가율과의 비교>



자료: McKinsey(2008)

V. 정책적 시사점

기후위기에 대한 대응은 친환경 경제라는 뉴노멀 시대로의 전환을 의미한다. 기후변화의 원인·파급효과·해결방안 모두 경제활동과 연관되어 있기 때문에, 기후변화 관련 정책은 탄소배출 억제라는 환경적 측면과 지속가능한 성장이라는 경제적 측면의 두 가지 책무를 동시에 고려해야 하는 과제를 안고 있다. 최근 주요국들이 탄소중립 정책을 통해 일자리 문제와 불평등을 해결하고자 하는 그린 뉴딜을 핵심 아젠다로 표방하고 있는 상황이 이러한 추세를 뒷받침한다 하겠다.

선제적인 투자와 디지털·탄소저감기술 등 새로운 기술혁신이 가속화된다면 기후변화 대응에 소요되는 비용과 시간을 대폭 낮추어 친환경 경제의 도래를 앞당길 수 있을 것으로 기대할 수 있다(McKinsey, 2007). 미국의 경우 연간 30억 CO_2환산톤의 온실가스 배출량을 감축하기 위한 누적투자액은 2030년까지 1.1조 달러에 이르는데, 이는 동기간 미국 총투자액(77조 달러)의 1.5% 수준에 불과하다. 또한 감축 목표의 40%는 온실가스 감축을 위한 한계순비용이 음(-)인 기술들[14]을 통해 달성 가능한데, 이는 온실가스 감축을 위한 기술이 장기적으로는 경제적 수익을 가져올 수 있음을 의미한다. 파리협정의 감축목표에 도달하기 위해서는 2050년까지 GDP의 4.2%에 해당하는 비용이 드는데, 이는 기후변화 대응을 하지 않을 경우[15] 발생하게 되는 글로벌 GDP 감소분(11–14%)과 비교하면 절반에도 미치지 않는 금액이라 할 수 있다(Swiss Re Institute, 2021)(<표 6> 참고).

〈표 6〉 평균기온 증가 시나리오에 따른 GDP 손실률[1)]

(%)	산업화이전~2050년 기간 중 평균기온 증가폭			
	2℃ 미만	2℃	2.6℃	3.2℃
세계	-4.2	-11.0	-13.9	-18.1
OECD	-3.1	-7.6	-8.1	-10.6
북아메리카	-3.1	-6.9	-7.4	-9.5
남아메리카	-4.1	-10.8	-13.0	-17.0
유럽	-2.8	-7.7	-8.0	-10.5
중앙아시아&아프리카	-4.7	-14.0	-21.5	-27.6
아시아	-5.5	-14.9	-20.4	-26.5
오세아니아	-4.3	-11.2	-12.3	-16.3

주: 1) 평균기온 변화가 없는 상황 하에서의 GDP 대비 비율
자료: Swiss Re Institute(2021)

기후변화가 생산성에 미치는 부정적 영향을 억제하고 긍정적 영향을 극대화하기 위해서는 기후변화와 관련한 불확실성을 낮추는 것이 무엇보다 중요하다. 불확실성에는 과학적 불확실성, 정책 효과에 대한 불확실성, 기후변화 위험성이 실현될 시기와 투자시기 사이의 시간 차 등 구체적 기후변화 영향에 대한 예측 및 평가를 어렵게 하는 요인들이 포함될 수 있다. 불확실성을 낮추기 위해서는 현실성 있고 객관화된 온실가스 감축 세부목표 수립, 지속적인 기후변화 리스크 평가 및 관리, 일관성 있는 정책 설계 및 운용 등이 필요하다. 우선 우리나라의 산업 구조 및 특성을 고려하여 부문별 감축 목표를 현실화 및 세분화할 필요가 있다. 또한 정부는 기업이 직면하고 있는 리스크를 사전적으로 식별하고, 체계화된 산업별 리스크 평가 시스템 마련에 관심을 가져야 하겠다. 이에 더하여, 기존 제도와의 정합성을 갖추는 동시에 보편성을 가지는 일관된 규제 적용을 통해 정책 관련 불확실성을 최소화함으로써 기후리스크를 낮추고 기업이 선제적으로 기후변화 대응에 동참할 수 있는 환경을 조성해야 하겠다.

이와 더불어 혁신 생태계 조성과 연구개발 투자 육성에 있어 정부의 마중물 역할이 중요

14) 전기전자기기 고효율화, 건물관리시스템 개선, 바이오연료 등을 예로 들 수 있다.
15) 평균기온이 최대 2.6℃ 상승한다고 가정 시의 전망치이다.

할 것으로 보인다. 우리나라의 경우 석탄발전·제조업 등 탄소집약 산업의 비중이 높으므로, 온실가스 감축목표를 달성하기 위해서는 탄소배출량 총량 규제뿐만 아니라 기술혁신을 통한 에너지 효율 개선과 저탄소 산업화를 통한 산업구조 전환이 반드시 필요하다. 그러나 경제구조 전환 시 높은 불확실성과 대규모 초기투자비용 등으로 인해 민간의 위험감수 여력이 충분하지 않을 가능성이 높다. 이러한 시장실패를 보완하기 위해 탄소중립 기술혁신을 위한 범부처 성격의 R&D사업을 추진하고 파급 효과가 큰 도전적 원천기술을 정부주도로 추진함으로써 저탄소 기술의 낮은 경제성을 보완하여 기업이 초기시장에 성공적으로 안착할 수 있도록 상용화를 지원해야 한다. 또한 탄소중립 분야 전문인력과 글로벌 수준의 고급연구인력 양성을 강화하고 기후변화대응 관련 법안과 지원기금 신설 등을 통해 안정적인 행정·재정적 제도기반을 구축해야 하겠다.

<부록>

기후변화 대응과 기업의 경제적 성과 간 관계

□ 전통적인 관점에서는 기후변화 대응이 기업에 추가 비용을 부과하기 때문에 기업 성과에 부정적 영향을 준다고 여겨 왔음

- ㅇ 그러나 최근 연구들에서는 적극적 기후변화 대응을 하는 기업이 온실가스 배출 저감을 통해 경쟁 우위를 선점함으로써, 지구 온난화 위험에 노출되는 것을 최소화하는 동시에 새로운 이익 기회도 극대화한다고 주장(Cogan, 2006; Lash&Wellington, 2007; Kolk 등, 2008)

□ 온실가스 배출 감소와 기업의 경제적 성과 사이의 양의 상관성에 대해서는 다수의 실증연구가 존재(Nishitani&Kokubu, 2012; Matsumura 외, 2014; Rexhäuser&Rammer, 2011 등)

- ㅇ Nishitani&Kokubu(2012)는 2006-2008년 일본 제조기업을 대상으로 온실가스 배출 감소가 기업성과에 미치는 영향을 실증분석함
  - ▪ 기대 미래순현금 흐름의 현재가치인 Tobin's q와 탄소생산성 자료 등을 이용하여 임의효과 도구변수 패널모형을 추정한 결과, 기업의 온실가스 배출 감소가 탄소생산성을 높여 기업가치를 높이는 것으로 나타남
  - ▪ 또한 온실가스 배출의 감소가 환경부채의 위험을 낮추고 수익성을 높일 것으로 예상되므로 주주나 투자자들은 온실가스 배출 감소를 기업의 무형가치로 간주하는 행태를 보임을 밝힘
- ㅇ Matsumura 외(2014)는 2006~2008년 기간에 대해 탄소정보공개 프로젝트(CDP, Caron Disclosure Project)*에서 공개한 S&P 500 기업들의 탄소배출량 자료를 이용하여 탄소배출량과 자발적 정보공개 행위가 기업가치에 미치는 영향을 실증분석

  * 2000년 영국에서 출범한 비영리 기구로, 글로벌 주요상장 기업의 기후변화 대응 목표 및 전략, 탄소배출량 정보, 감축 노력 등의 정보를 종합하여 투자자와 금융회사에 제공

  - ▪ 표본선택편의(self selection bias)를 수정*하여 분석한 결과, 탄소 배출량 1,000톤 증가 시 기업 가치는 21만 2,000 달러 감소하며, 탄소배출량을 공개하는 기업가치는 비공개 기업에 비해 약 23억 달러(중위값 기준) 높은 것으로 나타남

    * 최대우도추정법(Full Information Maximum Likelihood; FIML)을 이용하여 Heckman의 표본선택모형을 추정

  - ▪ 또한 탄소배출량 공개 여부와 상관없이 모든 기업이 탄소배출량 증가 시 기업가치가 낮아지는데, 특히 탄소배출량을 공개하지 않는 기업의 경우 기업가치가 더 많이 하락하는 것으로 나타남
- ㅇ Rexhäuser&Rammer(2011)는 온실가스 감축과 같은 환경문제와 기업성과 간 관계가 상충관계가 아닌 상보관계로 작용하기 위해서는 환경규제가 규제비용 절감이 아닌 자원효율성(탄소생산성)을 높이는 기술혁신을 촉진하는 방향으로 설계되어야 한다고 주장
  - ▪ 2009년 독일 기업 자료를 이용한 분석결과, 생산 단위당 재료 또는 에너지 소비 측면에서 기업의 자원 효율을 높이는(예: 탄소생산성 증대) 혁신은 환경문제를 해결하는 동시에 기업의 수익성에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타남

참고 문헌

국토지리정보원 (2020), 대한민국 국가지도집.

김동현·이준범 (2015), "기후변화로 인한 고온환경 근로자의 작업역량 저하 추정과 공간적 군집 파악," KEI Working Paper 2015-04, 한국환경정책평가연구원.

김선화・정용기 (2020), "탄소위험이 수익성에 미치는 영향 및 수익성과 경영자 현금보상과의 관련성에 미치는 영향," 세무와회계저널, Vol. 21(3), pp. 99-126.

문진영・이성희・김은미 (2021), "기후정상회의 주요 내용 및 시사점," 오늘의 세계경제 Vol. 21(8), 대외경제정책연구원.

송지원 (2019), "화석연료 없는 복지국가를 꿈꾸는 스웨덴," 국제노동브리프, 2019년 9월호, pp.68-74.

신상철・박현주 (2011), "탄소세와 배출권거래제 연계를 통한 효율적 기후변화 대응 방안," 연구보고서 2011-03, 한국환경정책평가연구원.

유이선·임소영 (2017), "기후변화에 대한 기업의 인식과 산업정책적 대응방향," 정책자료 2017-306, 산업연구원.

환경부 (2020), "한국 기후변화 평가보고서 2020-기후변화 영향 및 적응."

Aiginger, Karl and Dani Rodrik (2020), "Rebirth of Industrial Policy and an Agenda for the Twenty-First Century," *Journal of Industry, Competition and Trade*, Vol. 20, pp. 189–207.

Aon (2021), "Weather, Climate and Catastrophe Insight-2020 Annual Report."

Behrer, Patrick (2020), "Toll of Climate Change on Workers," https://news.harvard.edu/gazette/story/2019/11/researcher-analyzes-effects-of-climate-change-on-productivity/.

Bloomberg NEF (2021), "How COP26 Climate Pledges Compare in Run-up to Earth Day."

de Bruyn, Sander, Agnieszka Markowska, Femke de Jong, Martijn Blom (2009), "Resource Productivity, Competitiveness and Environmental Policies," Delft, CE Delft.

Deloitte (2015), "The Interaction of Resource and Labour Productivity: Scientific Background Report to the Scoping Study."

Deloitte (2020), "기후변화와 기업의 대응."

Deryugina, Tatyana and Solomon M. Hsiang (2014), "Does the Environment Still Matter? Daily Temperature and Income in the United States," NBER WP No. 20750.

Financial Times (2020), "Lex in depth: the $900bn cost of 'stranded energy assets'," https://www.ft.com/content/95efca74-4299-11ea-a43a-c4b328d9061c.

Forbes (2016), https://www.forbes.com/sites/bobeccles/2016/04/26/corporations-and-climate-change-who-will-lead-the-way/?sh=735d1a4034e2.

Gollop, Frank M. and Mark J. Roberts (1983), "Environmental Regulations and Productivity Growth: The Case of Fossil-fueled Electric Power Generation," *Journal of Political Economy*, Vol. 91(4), pp. 654-74.

Gray, Wayne B. and Ronald J Shadbegian (2003), "Plant Vintage, Technology, and Environmental Regulation," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 46(3), pp. 384-402.

IEA (2021), "Global Energy Review: CO_2 Emissions in 2020: Understanding the Impacts of Covid-19 on Global CO_2 Emissions," https://www.iea.org/articles/global-energy-review-co2-emissions-in-2020.

ILO (2018), "The Employment Impact of Climate Change Adaptation – Input Document for the G20 Climate Sustainability Working Group."

IMF (2020), "Mitigating Climate Change: Growth and Distribution Friendly Strategies", Chapter 3 in World Economic Outlook 2020.

IPCC (2018), "Special Report: Global Warming of 1.5 ℃."

IPCC (2021), "AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis."

Kaya, Y. and K. Yokobori (1993), *Environment, Energy, and Economy*, Bookwell Publications.

Kjellstrom, Tord, R Sari Kovats, Simon J Lloyd, Tom Holt, and Richard S J Tol (2009), "The Direct Impact of Climate Change on Regional Labor Productivity," *Archives of Environmental & Occupational Health*, Vol. 64(4), pp. 217-27.

KPMG (2008), "Climate Changes Your Business," KPMG's Review of the Business Risks and Economic Impacts at Sector Level.

Levinson, A., and M. S. Taylor (2008), "Unmasking the Pollution Haven Effect," *International Economic Review*, Vol. 49(1), pp. 223–254.

Matsumura, E. M., R. Prakash, and S. C. Vera - Munoz (2014), "Firm Value Effects of Carbon Emissions and Carbon Disclosure," *The Accounting Review*, Vol. 89(2), pp. 695 - 724.

McKinsey (2007), "Reducing US Greenhouse Gas Emissions: How Much at What Cost?"

McKinsey (2008), "The Carbon Productivity Challenge: Curbing Climate Change and Sustaining Economic Growth," McKinsey Climate Change Special Initiative.

McKinsey (2020), "Addressing Climate Change in a Post-pandemic World," McKinsey Quarterly.

Mohr, R. D. (2002), "Technical Change, External Economies, and the Porter Hypothesis," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 43(1), pp. 158–168.

Nishitani, K., and K. Kokubu (2012), "Why Does the Reduction of Greenhouse Gas Emissions Enhance Firm Value? : The Case of Japanese Manufacturing Firms," *Business Strategy and the Environment*, Vol. 21, pp. 517 - 529.

NOAA (2021), "Can We See a Change in the CO_2 Record Because of COVID-19?" https://gml.noaa.gov/ccgg/covid2.html.

OECD (2010), "Greening Jobs and Skills – Labour Market Implications of Addressing Climate Change," OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Papers 2010/02.

OECD (2018a), "Green Policies and Firms' Competitiveness," Issue paper in Inclusive Solutions for the Green Transition.

OECD (2018b), "The Joint Impact of the European Union Emissions Trading System on Carbon Emissions and Economic Performance," OECD Economics Department Working Papers, No. 1515.

Porter, Michael E. and Claas van der Linde (1995), "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship," *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9(4), pp. 97–118.

Rexhäuser, Sascha and Christian Rammer (2011), "Unmasking the Porter Hypothesis: Environmental Innovations and Firm Profitability," Discussion Paper No. 11-036, Center for European Economic Research.

Stone, Peter J. (2001), "The Effects of Heat Stress on Cereal Yield and Quality," Crop Responses and Adaptations to Temperature Stress, pp. 243-291, Food Product Press.

Swiss Re Institute (2021), "The Economics of Climate Change: No Action Not an Option."

UN (2019), Remarks at Opening Ceremony of UN Climate Change Conference COP25.

World Bank (2020), "State and Trends of Carbon Pricing 2020."

Copyright ⓒ BANK OF KOREA. All Rights Reserved

- 본 자료의 내용을 인용하실 때에는 반드시 "BOK 이슈노트 No. 2022-3에서 인용"하였다고 표시하여 주시기 바랍니다.
- 자료 내용에 대하여 질문 또는 의견이 있는 분은 커뮤니케이션국 커뮤니케이션기획팀(02-759-4759)으로 연락하여 주시기 바랍니다.
- 본 자료는 한국은행 홈페이지(http://www.bok.or.kr)에서 무료로 다운로드 받으실 수 있습니다.