

# 기후변화와 국제무역간의 관계

김상현\*

## 1. 기후변화와 국제무역의 이론적 관계<sup>1)</sup>

기후변화가 전 세계에 미치는 영향은 온실가스 배출량 증가 및 기온상승 등으로 심화·확산 될 것으로 전망된다. 평균 기온의 소폭 상승에도 불구하고, 허리케인, 태풍, 홍수, 가뭄, 폭풍우와 같은 이상기후의 형태가 다양화되고, 빈도와 강도 또한 증가할 것으로 보인다. 이런 기상변화의 분포는 권역 또는 지역과 국가별로 상당한 차이를 보이며, 인구나 생태계의 취약성에 따라 그 영향이 크게 좌우될 것으로 예측된다. 특히, 개발도상국 내에서 가장 빈곤하고 소외된 인구는 선진국보다 적응 능력이 떨어져서 미래 기후변화의 부정적 영향을 가장 많이 받고, 그 영향에 가장 취약할 것이다. 더욱이 기후변화의 위험은 빈곤퇴치, 보건의료 개선, 식량안보 강화, 에너지 공급원에 대한 접근 개선 등과 관련하여 이 국가들이 이미 직면하는 어려움을 가중시킬 것으로 보인다.

기후변화가 지역 또는 위치나 발전 수준에 따라 상이하다는 특징이 있을지라도 기후변화의 영향은 세계 경제 전반뿐 아니라 세계 무역에도 영향을 미치게 될 것으로 예측된다. 특히, 세계 무역에서 중요한 부문을 차지하는 농업은 기후변화에 가장 취약한 부분 중의 하나이다. 개도국 대다수가 위치하는 저위도 지역에서 기온이 1℃만 상승해도 주요 곡물의 단수는 5~10% 감소하는 것으로 전망되고 있다(World Bank 2008; Nyong 2008). 기후변화의 다른 주요 영향은 무역 인프라와 무역 경로에 대한 것이다. 가령, 건물, 도로, 철도, 공항, 교량과 같은 항만시설은 해수면 상승으로부터의 손실위험과 허리케인, 태풍, 홍수, 가뭄, 폭풍우와 같은 빈번한 이상기후에 매우 취약할 수 있다.

\* 한국농촌경제연구원 연구위원(sanghyun@krei.re.kr).

본고는 한국농촌경제연구원이 2020년 12월 발간한 보고서 “기후변화를 반영한 농식품 교역모역 개발연구” 중에서 기후변화와 국제무역 간의 관계를 중심으로 작성됨.

1) Tamiotti et. al.(2009)의 내용을 바탕으로 저자 작성함.

세계 무역은 지난 60년 동안 괄목할 만한 성장을 기록하였다. WTO와 World Bank 자료에 따르면, 2010년대(최근 10개년) 세계 교역액은 1960년대보다 94배 증가했으며, 세계 GDP에서 차지하는 교역액의 비중 또한 동기간 16.8%에서 46.5%로 거의 3배 정도 증가했다.<sup>2)</sup> 이러한 세계 교역 규모의 확대는 수송과 통신 비용을 낮추는 기술발전과 더욱 개방적인 무역과 투자 정책에 의해서 가능했다. 또한 세계 무역에 참여하는 국가의 수 또한 증가하는 추세이며, 특히 개도국의 상품 교역에서 차지하는 비중뿐 아니라 참여국가 수 또한 1960년대에 비해 거의 2배 수준으로 증가했다. 이런 세계 무역 확대 추세 가운데 무역 개방과 온실가스 배출량 간의 관계에 관한 관심이 높아지고 있다. Tamiami et al.(2009)에 따르면, 무역개방(trade opening)은 규모효과(scale effect), 구조변화효과(composition effect), 기술효과(technique effect) 등 3가지 경로를 통해서 온실가스 배출량에 영향을 미친다.

첫째, 규모효과는 무역개방에 따른 경제활동 증가로 인한 온실가스 배출량의 효과와 관련된다. 경제활동 수준이 증가함에 따라 에너지 사용은 더욱 증가할 것이며, 온실가스 배출량 수준도 지속 증가할 것이다.<sup>3)</sup> 둘째, 구조변화 효과는 상대가격의 변화에 대응하여 시장개방이 한 국가의 생산구조를 변화시키고, 이런 생산 방식과 구조의 변화가 온실가스 배출량에 미치는 영향과 관련된다. 시장을 개방하는 국가의 생산구조는 비교우위에 영향을 받는다. 즉, 온실가스에 대한 효과는 해당 국가가 온실가스 배출량 집약 산업에 비교우위가 있는지, 또는 해당 산업이 성장하고 있는지 위축되고 있는지에 영향을 받게 된다. 시장개방을 통한 무역자유화를 추구하는 국가의 생산구조 변화는 국가 간 환경규제의 차이에서도 발생할 수 있다. 즉, 배출 집약적 산업은 배출규제 정책이 엄격하지 않은 지역 또는 국가로 재배치될 수 있다. 마지막으로 기술효과는 상품과 서비스 생산방식의 개선과 관련되며, 이런 기술효과를 통해 생산물의 배출집약도를 완화할 수 있다. 이는 무역개방이 기후변화를 완화하는데 기여할 수 있는 주요 경로이다.

온실가스 배출 집약도를 완화하는 방식은 다음 두 가지로 요약할 수 있다. 먼저, 더욱 개방적인 무역은 기후 친화적인 상품과 서비스를 낮은 비용으로 합리적인 가격에 공급함으

2) WTO DATA(<https://data.wto.org/>, 검색일: 2025.2.24), World Bank(<https://data.worldbank.org/indicator>, 검색일: 2025.2.24).

3) 산업화 시대 이전부터 경제성장과 인구증가가 주 원인(drivers)이 되어 인위적 온실가스 배출량이 지속적으로 증가하고 있는 상황임(기상청 2019).

로써 해당 재화의 생산이 부족한 국가의 수요를 충족시키는데 기여할 수 있다.<sup>4)</sup> 또한 무역 개방으로 소득수준이 증가함에 따라 온실가스 배출량 수준을 낮추고자 하는 요구가 증대할 수 있다. 환경개선 요구의 증가와 함께 소득이 증가함에 따라 정부는 대중의 요구를 충족시키기 위해서 적절한 조세와 규제조치를 검토해야 한다. 이런 조치가 마련되는 경우에만 기업들은 보다 환경 친화적인 생산기술을 도입하고, 이에 따라 온실가스 배출량이 적은 제품을 일정 수준 생산할 수 있을 것이다.<sup>5)</sup> 규모효과와 기술효과는 주로 부(-)의 관계를 보이며, 구조변화 효과는 국가 간의 비교우위와 규제 차이에 의존하기 때문에 온실가스 배출량에 대한 무역의 총괄적인 효과는 사전적으로 결정할 수 없다. 온실가스 배출량에 대한 순 효과는 3가지 개별 효과의 크기와 강도에 의해서 결정될 것이며, 이는 실증분석의 영역이다.<sup>6)</sup>

무역은 상품과 서비스가 생산지역으로부터 소비지역으로 이전되는 교환 과정을 의미한다. 따라서 국제무역이 확대됨에 따라 운송 서비스에 대한 수요 또한 증가하는 경향이 있다. 상품 교역은 항공, 도로, 철도, 수로를 통해서 이뤄질 수 있다. 특히 해상 운송은 국제 교역의 상당 부분을 차지하고 있다.<sup>7)</sup> CO<sub>2</sub> 전체 배출량에서 차지하는 운송 부문의 기여도는 국제 해상운송이 11.8%, 항공운송이 11.2%, 철도운송이 2.0%를 차지하며, 도로운송이 72.6%로 가장 높은 비중을 차지하고 있다(IMO 2008). 이러한 기후변화가 국제무역의 운송에 미치는 영향은 다음 절에서 살펴보고자 한다.

국제무역은 기후변화 완화기술을 한 국가로부터 다른 국가로 확산시키는 역할을 수행할 수 있다. 특히, 개도국들은 국제무역을 통해서 선진국들의 기후변화 관련 기술혁신을 학습하는 기회를 얻을 수 있다. 이런 기술을 전파하는 방법은 다음과 같다. 첫째, 한 국가가 스스로 생산할 수 없는 중간재와 자본재를 수입하는 것이다. 둘째, 무역이 국가 간의 경

4) 현재 WTO는 환경 재화와 서비스 시장의 추가개방을 목표로 2001년 무역과 환경에 관한 도한 작업계획을 수립하여 복수국간 협정의 일환으로 진행하고 있음.

5) 일인당 소득과 환경의 질(quality) 간의 정(+)의 관계가 기후변화에 적용될 수 있는 것은 아님. 온실가스 배출량은 대기 중으로 방출되고, 이런 비용의 일부를 다른 국가의 국민이 부담해야 하므로 해당 국민의 소득이 증가하고 있을지라도 해당 국가로 하여금 배출량 감축을 위한 조치를 취하도록 하는 강력한 유인책이 존재하지 않을 수 있음(Tamiotti et al. 2009).

6) 대다수 실증연구에 따르면, 보다 개방적인 무역은 CO<sub>2</sub> 배출량을 증가시키는 경향이 있으며, 이는 규모효과가 기술효과와 구조변화 효과를 상쇄시키는 경향이 있으며, 선진국 또는 개도국, OECD 회원국 또는 비회원국 간에도 상이한 결과가 나타나는 것으로 분석됨(Tamiotti et al. 2009).

7) UNCTAD(2007)에 따르면, 세계 무역량에서 차지하는 비중이 항공화물은 0.3%, 육상화물은 10.2%이며, 나머지 89.6%가 해상 화물에 해당함.

힘을 공유하는 기회를 제공하기 때문에 개도국은 선진국으로부터 생산방식과 디자인에 관해서 학습할 수 있다. 셋째, 국제무역은 지역 조건을 충족하는 해외 기술을 채택하는 기회를 얻을 수 있다. 넷째, 국제경제 관계에 의한 학습과정은 미래 혁신과 모방 비용을 줄일 수 있다.

무역은 기후변화 완화에 대한 기회 제공뿐 아니라 인류가 미래 지구온난화에 적응하는데 중요 역할을 제공한다. 기후변화는 가장 취약한 농업 또는 농식품과 함께 지리적 생산 패턴을 변화시키도록 위협하고 있다. 무역이 수요와 공급 차이를 조정하는 수단을 제공하기 때문에 기후변화로 피해를 보는 한 국가는 상품과 서비스의 제공 역력이 충분한 다른 국가로부터의 수입을 통해서 부족한 상품과 서비스를 충당할 수 있다. 반면, 국제무역이 농업과 농식품 분야의 기후변화 적응 비용을 줄이는데 기여할 수 있지만, 국제무역이 적응에 기여할 수 있는 정도는 농산물 가격이 시장에 어떻게 전가되는지에 의존한다. 특히, 농업 보조금과 같은 특정 무역조치가 시장가격의 신호를 왜곡하는 경우 기후변화 적응에 대한 무역의 기여도는 상당히 감소할 수 있다. 기후변화는 국가의 비교우위 변화를 통해서 국제무역의 규모와 패턴을 변화시킬 수 있다. 비교우위가 기후변화에 영향을 많이 받는 국가들에서 이러한 효과는 강력하게 나타날 것이다. 더욱이 기후변화는 국제무역이 의존하는 공급, 운송, 유통 경로의 취약성을 심화시킬 수도 있다. 이런 공급사슬의 붕괴는 국제무역에 참여하는 비용을 증가시킬 것이다. 다음 절에서는 기후변화와 국제무역의 직·간접적인 효과에 관해 자세히 살펴보고자 한다.

## 2. 기후변화의 직·간접 무역효과<sup>8)</sup>

앞에서 설명한 것처럼 국제무역은 세계 경제성장을 견인하는데 지대한 영향을 미친다. 세계경제의 무역의존도가 증가하는 가운데, 기후변화는 무역의 패턴과 특화(specialization)의 정도를 변화시키는 등 국제무역에 직·간접적으로 영향을 미친다. 직접효과는 기후변화가 무역관련 공급·수송·유통 사슬에 미치는 효과이다. 가령 해수면 상승 또는 극심한 이상 기후(extreme weather)로 인한 항구 등 수출입 기반시설(infrastructure)에 대한 부정적

8) Dellink et al.(2017)을 참고하여 저자 작성함.

영향과 이상 기온상승에 따른 북극 빙하감소로 인한 북극 교역 항로의 신규 개설 등이 이에 해당한다. 반면 기후변화가 자본, 노동, 토지와 같은 생산요소의 구성을 변화시켜, 상품과 서비스의 생산에 영향을 미쳐 무역에 간접영향을 미칠 수 있다. 이런 기후변화의 무역에 대한 직·간접 효과는 모두 비교우위의 변화를 통해서 무역의 흐름과 패턴의 변화를 초래한다.

## 2.1. 기후변화의 직접효과

대다수 연구에서 기후변화는 직접적으로 공급·운송·유통 사슬에 부정적인 영향을 미쳐 미래 국제무역의 패턴을 변화시키는 것으로 분석되었다.<sup>9)</sup> 이상기후는 항구와 운송경로를 일시적으로 봉쇄하고, 주요 교역 기반시설에 피해를 가져와 장기적으로 무역에 악영향을 미친다. 이런 영향들로 인해서 국제무역이 지연되거나 비용이 증가할 수 있다. 또한 국제무역에 참여하는 기업들이 운송의 신뢰성을 높이고자 대안을 추구함에 따라 무역패턴의 변화를 초래할 수 있다(WTO 2009). IPCC(2014) 연구에 따르면, 기후변화는 해상·육상·항공을 연계한 국제무역의 모든 운송에 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다<표 1>.

<표 1> 교역관련 기반시설에 대한 기후변화의 잠재적 직접효과

기후변화 효과	구분	직접효과	결과	영향
기온 및 태양복사열 상승	육상	도로 포장 균열, 철로궤도 좌굴, 수밀봉 손실로 인한 도로붕괴	빈번한 보수 철로·도로 보수 및 이에 따른 운송소도 제약 유지보수 및 보험 비용 상승	(-) (-) (-)
	항공	공항 활주로 수명 단축 항공운송 능력 감소	항공운송 능력을 보완하기 위한 긴 활주로 건설 지상냉각 장치 구축 유지보수 및 보험 비용 상승	(-) (-) (-)
	해상	냉동저장 기간 단축	냉동저장 비용 상승	(-)
강우량 및 하천홍수 증가	육상	국토 범람, 강의 교량세굴, 젖은 포장도로 및 안전상의 위험	피해 도로를 우회하기 위한 경로 변경 유지보수 및 보험 비용 상승	(-) (-)
	항공	활주로 및 진입로 범람, 가시성 저하, 활주로 등 시설 피해	유지보수 및 보험 비용 상승	(-)
	해상	항구 화물 적재능력 감소, 부식 및 산화장비 증가	운송지연 위험 건설 및 유지보수 비용 상승	(-) (-)

9) 기후변화의 부정적인 효과가 과장되었음을 지적하면서 교역 기반시설, 운송·공급·유통망에 미치는 기후변화의 긍정적 효과 발생 가능성을 지적한 일부 연구가 있음(Heininen et al. 2015, Liu et al. 2014, Maddocks et al. 2010 등 참조).

기후변화 효과	구분	직접효과	결과	영향
해수면 상승 및 바다폭풍 해일	육상	항구적/일시적 침수, 교각침수	운송 지연 위험 유지보수 및 보험 비용 상승	(-) (-)
	항공	공항터미널 및 마을 침수	사업 및 사람의 이전 또는 이주	(-)
	해상	수로 교량 통과 저조, 항구 기반시설 피해, 부식 및 산화장비 증가	새로운 선박설계 운영지역의 구조변경 유지보수 비용 상승 및 항구시설 정비	(-) (-) (-)
이상기후 조건	육상	신호보안 등 전자 인프라 수송중단	운영중단 유지보수 및 보험비용 상승	(-) (-)
	항공	신호보안 등 전자 인프라 수송중단	운송지연 위험 유지보수 및 보험비용 상승	(-) (-)
	해상	일시 항구봉쇄, 출항조건 악화, 신호보안 등 전자 인프라 수송중단	운송지연 위험 유지보수 및 보험비용 상승	(-) (-)
북극 해빙커버 감축	해상	북극 운송경로 개방	거리 및 시간 단축 추가 항로 보조 장치 필요 북극 경로 사용 선박 보험비용 상승	(+) (-) (-)

자료: Dellink et al.(2017)을 참고하여 저자 작성.

기후변화로 인한 육상 운송에 대한 무역효과는 도로와 교량 등 기반시설의 빠른 침하나 영구동토<sup>10)</sup> 지역의 확대로 운송경로의 가용성이 저하됨으로써 발생할 수 있다. 교량은 해수면 상승과 기후변화 적응 관련 장기 정책 부재 등으로부터 부정적 영향을 받게 된다. 지구온난화로 인한 열 스트레스와 결빙해빙 주기(freeze-thaw cycle)가 증가하는 현상은 포장도로의 침하현상을 가속시킬 수 있다. 기온상승은 영구동토의 급속해빙, 결빙토양 지역을 통한 운송경로의 가용성 저하를 가속시킨다. 또한 기후변화는 공항운영에 차질을 빚음으로써 국제무역을 위한 상품의 항공 운송에 부정적 영향을 미친다. 특히 기후변화로 인한 빈번한 해수면 상승, 폭풍우 증가, 이상 강우량은 기후변화에 취약한 저지대 지역의 공항 등 기반시설 운영에 부정적 영향을 미친다.

세계 항공 배출량(세계 이산화탄소 배출량의 2%, 운송에 의해 사용된 화석연료 사용의 13%를 차지)을 규제하는 국제기구인 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)는 기술표준 강화, 온실가스 배출량을 기반으로 한 부과금 또는 배출권 거래제(cap-and-trade scheme)와 같은 시장기반 정책을 강화하려는 움직임을 보이

10) 영구동토는 여름에도 녹지 않고 2년 이상 일 년 내내 항상 얼어있는 퇴적물, 토양 또는 기반암을 의미하며, 영구동토의 해빙은 메탄가스와 이산화탄소의 대기 중 방출로 이어져 기후 온실효과를 만들어 냄(국립기상과학원: [http://www.nims.go.kr/?sub\\_num=866](http://www.nims.go.kr/?sub_num=866): 검색일: 2020.5.26).

고 있다. 이러한 움직임은 항공운송료 인상에 따른 국제교역의 비용 상승을 초래할 것이다. 세계 교역량의 80%, 세계 교역액의 70% 이상을 차지하는 해양 운송 또한 기후변화로 부터 부정적 영향을 받을 수 있다. 폭풍우와 강우량 증가, 해수면 상승과 같은 이상기후는 더욱 빈번한 항구붕쇄를 초래하여 통관속도에 영향을 미치고, 운송경로의 대안을 모색하게 할 뿐만 아니라 선박과 항구의 유지보수 비용을 증가시킨다. 기후변화로 인해 발생하는 물리적 효과는 입지조건에 따라 미래 국내운항에 영향을 미칠 수 있다. 반면, 북극 빙원이 빠른 속도로 해빙됨에 따라 북극지역으로의 신규 해상 운송의 가능성이 제기되고 있다. 이런 새로운 운송경로의 이용 가능성이 증가함에 따라 국가 간 무역경로가 단축될 수도 있다. 무역경로의 단축은 국제무역 패턴에 대해 중요한 의미를 가지는데, 이는 운송거리가 단축됨에 따라 거래 시간과 비용을 절감할 수 있을 것이다(Dellink et. al 2017).

수송비용에 영향을 미치는 요소들 가운데 '교역 상대국 간 거리'는 무역에 영향을 미치는 주요 요인이다. 국제무역 연구에서 교역량은 수송비용의 증가(운항비용과 운송거리 증가)를 반영하여 양국 간 거리가 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 새로운 해상경로의 운용 가능성은 기존 주요 교역 경로에서 발생하는 수익을 감소시킬 수 있음. 반면, 이런 북극 해상 운송경로의 개척은 해당 북극지역 국가들에게 혜택을 제공하고 교역패턴을 변화시킬 수 있는 동시에 해당 국가나 지역 경제성장과 일자리 창출에 긍정적인 간접효과를 가져올 수 있다. 북극 운송경로의 상업적 활용 가능성이 거리뿐 아니라 교통물류 장벽(예를 들어, 낙후된 통신체계, 불충분한 항법장치, 제한적인 상업적 일기예보, 항해속도 감축 등)에 영향을 받는다는 점을 고려할 때, 단순히 거리상 이점만으로는 미래 북극 운송경로의 상업적 용도의 실행 가능성을 담보하지 못한다. 특히 거리 단축으로 시간에 민감한 화물에는 유리할 수 있지만, 앞서 언급된 장벽으로 인한 손실이 더 클 수도 있다. 이런 조건들은 운송보험 비용을 증가시킴으로써 상업적 운영의 실행 가능성을 제약하게 될 것이다.

북극 운송경로를 통한 새로운 기회창출은 북극 생태계를 파괴할 수 있다는 우려가 고조되고 있다. 경제이득에도 불구하고, 북극 항로를 이용한 경제활동이 북극의 환경과 생물다양성을 해치는 위협요인으로 작용하기 때문이다(Dellink et al. 2017). 이에 따라 국제해양기구(International Maritime Organization, IMO)는 2015년 극지해역 운항선박 국제기준(Polar Code)을 채택하였다. 이런 북극운송을 위해 신설된 의무규정은 경제활동으로부터 발생하는 순 이득에 영향을 미치는 요소로 작용하게 된다. 국제무역에 대한 기후변화

의 직접 효과에 대한 다양한 이슈들은 추가적으로 규명될 필요가 있다. 물류장벽의 정도와 속도에 대한 불확실성, 기반시설의 부족, 이상기후 조건, 짧아지는 겨울, 빙하의 해빙 등과 같은 요인들은 북극 기후의 불안정성에 영향을 미치기 때문에 국제무역에 미치는 북극 화물운송의 영향을 계측하기 어렵게 만든다. 정성적으로 더욱 분명한 사실은 기후변화 효과로부터 발생하는 운송비용의 증가가 무역비용을 증가시켜 교역패턴에 영향을 미친다는 것이다.

## 2.2. 기후변화의 간접효과<sup>11)</sup>

### 2.2.1. 기후변화의 세계경제 영향

2015년 OECD는 기후변화가 장기 경제성장에 미치는 영향을 평가하였다. 기후변화 대응조치가 없는 경우 기후변화가 세계 경제에 미치는 영향을 지역별, 분야별로 추정하고, 정책개입 효과를 계량적으로 추정했다. 분야별로 기후변화의 효과를 작물단수의 변화, 해수면 상승으로 인한 토지와 자본 손실, 수산물 어획량 변화, 허리케인으로 인한 자본손실, 노동생산성 변화, 질병과 열 스트레스로 인한 의료 지출변화, 관광 흐름 변화, 냉난방을 위한 에너지 수요변화 등으로 구분하여 추계하였다.

동 보고서의 결과에 따르면, 선택된 효과로부터 발생하는 시장손실은 시간에 따라 점진적으로 증가하고 세계 경제활동 수준보다 빠르게 증가할 것으로 전망하였다. 기후변화에 대응한 추가조치가 없는 경우, 세계 GDP는 2060년 2% 수준 감소할 것으로 전망하였다. 특정 분야는 특정 기후변화 효과에 의해 직접적으로 영향을 받는다. 가령, 서비스 분야는 의료효과, 에너지 분야는 에너지 수요효과에 의해 직접적인 영향을 받는다. 반면, 기후변화 효과로 인한 전반적인 가격변화에 따라 실질적인 간접효과도 발생한다. 에너지 수요에 대한 효과는 에너지 가격에 영향을 미침으로써 에너지 집약 산업부문의 생산변화를 유도하며, 해수면 상승으로 인한 자본손실은 자본의 한계생산성 변화를 통해서 모든 분야에 영향을 미친다. 작물단수 변화와 의료보건 영향(노동생산성)은 각각 2060년까지 연간 GDP의 0.9%, 0.8%를 감소시켜 거시경제에 큰 영향을 미치는 것으로 전망했다.

11) OECD(2015)의 분석내용을 기초로 저자 작성.



기후변화가 세계경제에 미치는 영향은 생산요소들의 변화로 구분하여 살펴볼 수 있다. 기후변화는 생산요소인 노동, 자본, 토지와 자연자원에 직접적으로 영향을 미친다. 상대적으로 노동과 토지 공급은 경직적이기 때문에 세계경제에 보다 직접적인 영향을 미치는 반면, 자본의 경우 소비자들이 경제상황 변화에 대응하여 저축패턴을 조정할 수 있어 장기적으로 신축적이다. 따라서 소득수준의 변화는 저축을 변화시켜 자본축적에 영향을 미친다. 따라서 기후변화 효과는 자본축적 감소를 통해서 세계 GDP 수준뿐 아니라 성장률에 영향을 미치게 된다. OECD 보고서에 따르면, 세계 GDP 손실의 50%가 자본에 대한 간접효과에 의한 것으로 분석되는데 이는 성장효과(growth effect)로 간주된다. 기후변화의 장기 영향은 중·단기 영향보다 실질적으로 악화된다는 것을 의미할 수 있다. 기후변화는 국제 교역이 많이 이뤄지는 상품을 포함하여 경제 전반의 모든 상품 생산에 부정적인 영향을 미친다. 특히 농산물은 기온상승과 이상고온으로 기후변화에 의해 크게 영향을 받는다. 대다수 지역은 강우량의 변화로 작물단수가 감소하고, 이로 인해 작물 생산량이 감소한다. 특정 지역의 특정 품목은 상대적으로 낮은 기온상승과 적정 강우량의 증가로 작물생산이 증가할 수도 있다.

### 2.2.2. 기후변화 효과로 인한 무역패턴 변화

앞에서 살펴본 기후변화가 세계 경제에 미치는 효과는 국가별 무역과 생산에 대해 중요한 의미를 내포한다. 기후변화는 세계 GDP나 국제 교역량에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 일반적으로 GDP의 변화는 교역량(수출 및 수입)의 변화와 비례하여 움직이는 경향이 있다. 기후변화로 소득이 감소한 국가의 경우 국내 경제활동이 위축되고 교역량 규모 또한 감소하는 것으로 나타났다. OECD 보고서에 따르면, 기후변화로 인해 세계 GDP 감소와 함께 세계 수출과 수입은 2060년 각각 1.8%, 1.6% 감소하는 것으로 전망되었다. 무역의 증가는 기후변화로 인해 가장 피해를 받는 경제의 생산손실을 보완하는 경향이 있다. 그러나 세계 GDP 감소가 세계 최종수요의 위축으로 이어지고, 국내외 상품과 서비스의 불완전 대체성을 감안 할 경우, 생산과 교역 모두 감소하게 될 것이다.

기후변화로 가장 피해를 받는 지역의 수출은 GDP 이상으로 감소하는 것으로 나타났다. 이들 지역은 기후변화의 영향으로 교역 상대국보다 생산비가 급증한 결과 시장의 경쟁력

도 감소하게 된다. 수입변화는 소득변화에 의해 주도되기 때문에 이들 지역의 수입 감소는 GDP 감소와 밀접하게 관련되어 있다. 반면, 기후변화의 영향을 덜 받는 국가들의 경우 내수시장에서의 경쟁력을 높일 수 있어 수입의 비중과 수준은 GDP보다 덜 감소하게 된다. 이들 국가들은 수입보다 수출로부터 더 큰 이득을 얻을 수 있으며, 이는 국제시장에서 경쟁력이 향상될 수 있다는 사실을 보여준다.

분야별 수입패턴의 변화는 거시경제와 분야별 효과가 결합하여 나타난다. 분야별 총 수입변화는 다음과 같이 살펴볼 수 있다. 첫째, 분야별 수입은 경제 규모에 의존하며, 이런 소득효과는 GDP 변화로 인한 수입의 변화로써 계측된다. 둘째, 실질 GDP 대비 총수입 비중 변화는 새로운 균형으로 조정될 수 있다. 이런 교역효과는 총수입 변화와 GDP 변화의 차이로써 정의된다. 셋째, 분야별 특정효과는 분야별 수입 구성을 조정하도록 유도한다. 일반적으로 총 수입량은 GDP의 움직임과 밀접하게 움직이며, 이런 소득효과는 무역효과보다 더 크다. 무역효과는 국내 생산비용의 변화를 보상하기 위해서 수입을 조정하기 때문에 소득효과와 반비례하는 경향도 있다. GDP의 감소 효과는 기후변화가 국제무역에 영향을 미치는 유일한 경로가 아니다. 경제 분야별 기후변화의 부정적 효과는 무역의 구성 변화에 따라 차이를 보이지만, 기후변화가 농산물 무역에 미치는 영향은 작물에 대한 직접적인 충격을 통해서 상대적으로 크게 나타날 것으로 전망된다. 또한 분야별, 지역별 무역흐름의 변화는 세계 수출시장 점유율의 변화를 가져온다. 일반적인 상황에서 수출의 비중이 상대적으로 높고 그 추세가 증가하고 있으며, 경제성장의 동력으로써 무역에 대한 의존도가 높은 지역 또는 국가는 기후변화의 부정적 충격에 따라 교역 기회를 상실하게 됨으로써 수출비중이 감소하게 된다.

### 2.2.3. 농식품 비교우위의 변화

기후변화가 국가 간 비교우위에 미치는 영향은 분야별 또는 연관 효과(compositional effect)로 구분하여 살펴볼 수 있다. 기후변화 이외의 요인에 의한 분야별 변화가 상호작용하여 다양한 충격이 발생하기 때문에 기후변화의 영향을 분석하는 데 한계가 있다. 여기서는 2015년 OECD 보고서에서 제시한 작물 단수와 농식품 무역에 대한 기후변화의 효과에 대해서 개괄하고자 한다. 동 보고서에 따르면, 작물단수를 감소시키는 기후변화의 영향은

브라질, 아시아(특히, 인도), 아프리카 지역에서 두드러지게 발생하고, 이런 감소 추이는 GDP 감소와 비례하는 것으로 나타났다. 농식품 무역에 대한 영향은 품목별로 상당한 차이를 보인다. 특히 쌀 무역은 주요 쌀 수입국들이 기후변화에 의해 강한 충격을 받기 때문에 상당히 증가할 전망이다. 다른 일부 품목의 세계 무역은 감소하여 세계 전체 농식품 무역은 다소 감소하는 것으로 나타났다. 이런 농산물 무역이 감소한 원인은 기후변화로 인한 상대적으로 큰 폭의 단수감소, 식품 분야의 작물 수요 감소, 경제위축으로 인한 소득감소, 국내식량 수요 변화 등 다양한 요인이 혼재해 있다.

기후변화 효과에 따른 국가별 현시비교우위(Revealed Comparative Advantage, RCA)의 변화는 국제시장에서 특정 상품과 서비스의 공급에 있어 한 국가의 비교우위(advantage)와 비교열위(disadvantage)에 대한 정보를 제공한다. 기후변화 영향에 따른 RCA의 변화는 국가별로 상이하게 나타난다. 기존 국가 간 비교우위의 분포는 기후변화의 부정적 충격 때문에 크게 변화하지 않지만, 기후변화의 부정적 영향은 농식품 분야에서 특화정도가 높은 국가의 RCA의 변화를 가져온다. 특히, 기후변화의 여파로 인도네시아, 인도, 중동 등 아시아 국가의 RCA가 큰 폭으로 감소하는 반면, 대다수 국가의 경우 증가하는 것으로 나타났다. 기후변화가 비교우위를 변화시키는 주요 요인 중 하나는 작물 단수의 변화이다. 반면, 상호 연계된 분야 및 지역 간의 상호작용과 내생 변화가 단수충격에 의해서 유발되어 다른 경제 분야의 조정으로 이어진다. RCA와 작물단수 변화 간의 상관관계를 분석한 결과에 따르면, 작물단수의 변화만으로 RCA의 변화를 설명할 수 없다.

기후변화로 인해 작물단수가 감소한 일부 국가의 경우 비교우위가 증가했지만, 다른 국가의 경우 비교우위가 감소하는 경우가 발생하였다. 기후변화의 부정적 효과인 실질 환율의 상승으로 수출가격이 상승한 국가의 수출량은 많이 감소하였다. 식량수출 수입(revenues)의 변화는 RCA의 변화와 비례한 것으로 나타났다. 즉, 수출량이 많이 감소한 국가는 RCA가 감소했지만, 수출량이 증가한 국가는 RCA가 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 지역별 또는 국가별 수준에서 더욱 복잡한 상호 간의 영향력이 크게 작용하고, RCA와 수출 수입의 지역별 변화는 총량 수준에서 설명하는 데 한계가 있다. 무역흐름의 변화, 국가·지역별 RCA와 비교우위 또는 경쟁력 변화 사이의 상호 간 영향에 대한 이해 제고를 위해서는 국제 무역시장과 특정 시장에서의 국가별 경쟁력을 보다 면밀히 분석할 필요가 있다. 또한 앞서 살펴본 바와 같이 국제무역은 기후변화의 직접 또는 간접적인 요인 또는 이들 요인의

상호작용에 의해서 영향을 받기 때문에 기후변화가 국제무역에 미치는 요인들을 분석모델에 모두 포함하는 것은 현실적으로 제약이 따른다. 국제기구와의 협력을 통해서 신뢰할 수 있는 가용 정보를 활용한 분석이 요구된다.

### 3. 기후변화가 농산물무역에 미치는 영향<sup>12)</sup>

#### 3.1. 기후변화 동인

인구 증가에 따른 수요를 충족시키기 위해서는 2007년 대비 2050년까지 세계 식량 생산을 70% 증가시켜야 한다(OECD 2009). 이를 달성하기 위해 개발도상국과 선진국 모두에서 농업 생산성이 향상되어야 한다, 동시에 토지와 수자원은 점점 희소해지고 기후변화의 영향으로 많은 불확실성이 발생하고 있다. 식량 과잉 지역과 부족 지역을 연결하는 데 국제무역의 역할은 점차 중요해질 것이다. 기후변화는 농산물 국제무역의 주요 동인에 잠재적으로 영향을 미친다. 무역이론은 전통적으로 국제무역의 결정 요인으로 기술의 차이와 생산요소 부존자원의 차이를 강조해왔다. 이에 따르면, 각 국가는 상대적으로 풍부한 생산요소를 집중적으로 사용하는 상품의 수출에 특화되는 경향이 있다. 생산성과 수확량에 미치는 영향을 통해 기후변화는 무역패턴의 기술적 측면에 영향을 주며, 경작 가능한 토지와 수자원의 양에 미치는 영향을 통해 부존자원 측면에도 영향을 미친다. 농업에 사용되는 생산요소의 수익률 변화는 생산의 지리적 특화 양상에 잠재적인 변화를 발생시키고 있다.

기후변화가 이런 상대적 수익률에 직접적인 영향을 미치는 한편, 국제무역은 결국 교역상품에 포함된 생산요소의 서비스 교환이므로 이런 변화를 강화하는 경향이 있다. 만약 특정 생산요소가 한 상품의 생산에만 특화되어 있다면(가령, 토지가 전적으로 농업에 귀속되는 경우) 특정 요소 모델은 무역이 수출 상품에 사용되는 그 특정 요소의 수익률을 증가시킬 것이다. 농업 생산의 투입 측면에서는 여러 주요 요인이 기후변화와 직접적으로 연결되어 있다. 이는 특히 에너지 시장의 발전, 수자원 및 토지 자원의 이용 가능성과 사용, 그리고 농업이 온실가스를 배출하면서도 격리할 수 있는 잠재력과 관련된다. 에너지 가격은 오

12) Hsin Huang, etc all(2011)을 참조하여 저자 작성.

랫동안 농업 생산비의 중요한 요소였으며, 연료 및 기타 에너지 집약적 농업 투입재는 농산물과 생산지역에 따라 달라지는 변동 비용의 상당 부분을 차지한다. 사탕수수과 곡물이 운송 연료 생산에 사용되는 빈도가 증가하고 있고, 다른 형태의 바이오에너지가 생물질을 활용하여 식품 및 사료 생산과 토지 등 자원을 놓고 경쟁하면서 에너지 시장과 농업 시장 간의 연계를 강화하고 있다. 대부분의 바이오연료 및 바이오에너지 체인은 정부 보조금에 크게 의존하지만, 전반적으로 높은 에너지 가격 역시 이런 재생 에너지에 관한 관심을 높여, 온실가스 배출 절감에 상당히 이바지할 수 있다고 평가된다.

농업 생산을 위한 토지 이용은 라틴 아메리카와 아프리카 일부 지역에서 눈에 띄게 확장되고 있으나, 도시화, 산업화 등 경쟁하는 토지 이용과 환경 압력으로 인한 손실 때문에 지난 15년간 전 세계 농업 면적은 대체로 일정한 상태를 유지해 왔다. 새로운 토지를 대규모로 생산용으로 전환하는 것은 사회 전반에 걸친 다양한 함의와 자원 및 환경적 결과(개발도상국의 삼림 벌채와 산림 황폐화 등 기후변화 협상에서 중요한 문제)를 수반하며, 농업용으로 전환하기 위한 삼림 벌채는 현재 전 세계 온실가스 배출량의 약 17%를 차지한다. 농업은 전 세계 담수 인출량의 약 70%를 사용하며, 이는 주로 평균 수확량 증가와 생산량 안정화에 이바지하는 관개시스템에 사용된다. 그러나 여러 국가와 지역에서 수자원 집수가 점차 과도하게 사용되고, 다른 지역에서는 오염이나 염분 농도 상승 문제로 인해 물 부족이 농업 생산 증대에 점점 더 큰 제약이 될 것으로 보인다.

공급 측면의 동인 외에도, 인구 증가와 소비자 수요의 변화는 국제무역 흐름을 형성하는데 핵심적인 역할을 한다. 최근 몇 년간 식품 및 사료 수요의 가장 역동적인 발전은 개발도상국, 특히 아시아에서 나타났다. 농업 생산의 거래 비중이 점차 증가하고 있음에도 불구하고, 성장의 대부분은 가공 제품에서 일어나며 시장 차별화의 중요성이 커지고 있다. 2050년까지 전 세계 인구 증가의 대부분은 개발도상국에서 실현될 것으로 예상된다, 이는 해당 지역의 식품 수요량 증가뿐 아니라 소득 증가와 결합되어 동물성 단백질이 풍부한 식단으로의 전환을 초래하는 등 동물 사료 및 축산물 무역에 뚜렷한 영향을 미칠 것이다.

마지막으로, 생산자와 소비자가 직면하는 상대가격을 변화시켜 그들의 생산 및 소비 결정을 바꾸는 정책개입 측면이 있다. 특히 여러 OECD 국가의 농업은 납세자와 소비자로부터 상당한 이전 혜택을 받고 있다. 이런 지원 대부분은 여전히 생산과 연결되어 있어 시장과 무역을 왜곡시키고 있다. 이와 유사하게, 배출(또는 격리)과 같은 농업생산의 외부 효과

는 생산량에 비례한 암묵적 지원 또는 세금으로 볼 수 있으며, 외부 효과가 내재화되지 않으면 농식품 시장과 무역 흐름에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 탄소세, 국경 탄소 조정, 탄소 발자국 기준 등 새로운 기후변화 관련 정책은 생산자와 소비자가 직면하는 인센티브를 변화시키며, 상품의 탄소 함량에 따라 상대가격을 조정해 무역 흐름을 저해하거나 촉진할 수 있다. 따라서 기후변화에 대응하면서도 무역 제한을 최소화하는 정책 설계가 중요한 도전 과제로 남는다. 이러한 영향이 생산요소의 수익률, 생산 및 무역 패턴으로 어떻게 전이되는지를 평가하기 위해서는 방대한 데이터를 통합한 대규모 모델이 필요하다. 비록 미래 전망을 경험적 관찰로 뒷받침할 수 있는 잘 발달 된 데이터가 있더라도, 특히 작물과 축산물의 생산성에 미치는 기후변화의 영향과 관련해서는 여전히 많은 불확실성이 존재하므로 평가 자체는 다소 임의적일 수 있다.

### 3.2. 기후변화가 농업에 미치는 영향

기후변화 전망은 다양하며, 기후변화가 농업에 미칠 영향의 정도에 대해서도 다양한 견해가 존재한다. 이러한 차이에도 불구하고, 생산력이 이미 취약한 지역들이 가장 큰 피해를 볼 것이라는 데에는 대체로 이의가 없다. 이는 저위도(열대 및 준열대) 지역에서 온도가 더욱 상승하고, 수자원이 부족한 지역은 더욱 건조한 조건에 직면하게 될 것이기 때문이다. 또한, 온도 상승과 잦은 홍수로 인한 열 관련 질병 및 수인성 질병이 식품 안전 위험을 높일 수 있다. 기후변화가 농업 생산에 미치는 영향에 관한 방대한 문헌이 존재하지만, 개별 연구들은 대개 특정 국가나 지역에 초점을 맞추고 있다. 연구의 대부분은 작물에 관한 것이며 축산에 관한 연구는 극히 적다.

2014년 IPCC 평가 보고서에 따르면, 전 세계 농업 상황을 다음과 같이 요약하고 있다. 첫째, 기후변화는 수십 년에 걸쳐 전 세계 평균 온도를 상승시킬 것이다. 온도 변화의 전 세계적 분포는 지역마다 상이하여, 일부 지역에서는 극심한 고온과 저온 현상으로 나타날 수 있다. 둘째, 작물 수확량에 미치는 영향은 온도가 3°C까지 상승하는 경우 일반적으로 긍정적이지만, 그 이후에는 열 스트레스 증가로 인해 작물 수확량이 감소하는 경향이 있다. 여러 불확실성이 존재함에도, 온대의 천수답 지역에서는 농장 생산성이 높아지고 열대 지역에서는 낮아질 것으로 예상된다. 부정적 영향을 적절한 품종 채택 등으로 일부 극복할

수 있으나, 이를 위해서는 기초 연구, 개발 및 신제품 보급에 대한 투자가 필요하다. 셋째, 높은 온도는 증발산(evapotranspiration)을 증가시켜 물의 순환 속도를 가속화 하지만, 전 세계 사용 가능한 총수량은 크게 변하지 않을 수 있다. 강수 패턴의 변화 가능성이 매우 높고, 홍수와 가뭄이 더욱 빈번해질 수 있으나, 기후변화와 극심한 이상기후 현상의 빈도 사이의 인과 관계에는 상당한 불확실성이 있다. 이로 인해 천수답 작물뿐 아니라 관개 작물도 수자원 부족 문제에 직면할 수 있다.

전 세계 농업 시스템에 대한 모델 기반 전망은 농업 생산성 변화에 대한 가정에 크게 의존하지만, 기후변화가 농업 생산성과 무역 흐름에 미치는 영향은 특히 지역 수준에서 매우 불확실하다. 많은 연구에서는 대기 중 CO<sub>2</sub> 농도 증가에 따른 작물 수확량 가정의 중요성을 강조한다. 최적 조건에서의 실험실 시험에서는 작물 수확량 증가가 확인되었으나, 실제 조건에서는 그러한 결과가 충분히 입증되지 않았다. 일부 연구에서는 오존의 호흡 증가가 CO<sub>2</sub> 비료 효과로 인한 긍정적 수확량 증가를 상쇄할 수 있다는 반론을 제기한 바 있다. 또한 기후변화의 심각성이 증가함에 따라 수확량에 부정적 영향을 주는 다른 요인들이 지배적으로 나타날 가능성도 있다. 기후변화가 미치는 광범위한 경제적 영향, 특히 여러 부문에 걸친 정량적 추정치를 포함하는 연구는 상대적으로 적다. 일반적으로 연구들은 대기 중 온실가스 농도가 두 배로 증가하는 경우 현재 경제에 미치는 영향은 상대적으로 작다고 결론짓는다. 또한, 최근 연구들은 초기 연구들이 농부들의 반응을 배제하여 비용을 과대평가했기 때문에 더 작은 추정치를 내놓는 경향이 있다고 언급한다.

경제 주체들이 기후변화에 부정적 영향을 줄이고 긍정적 영향을 활용하는 방식으로 적응할 것이라는 인식은 최신 연구의 중요한 발전 중 하나이다. 그러나 총체적 영향은 상대적으로 작게 추정되더라도, 특히 열대 지역의 가장 빈곤하고 취약한 지역에서는 중요한 지역적 영향이 나타날 수 있다. 변화가 점진적일 경우, 자원에 접근할 수 있는 농부들은 작물 관리와 품종 선택의 변화 및 적절한 자본 투자를 통해 적응할 수 있지만, 개발도상국에서는 공공 연구, 보급 및 인프라에 대한 투자가 더욱 절실한 상황이다. 기존 연구들은 기후변화가 농업에 미치는 경제적 영향이 총체적으로는 온건하다는 데 대체로 합의하지만, 미래 작물 수확량에 대한 단순한 가정에 크게 의존해 만족스러운 답변을 내지 못하며 많은 불확실성에 둘러싸여 있다. 대부분의 분석적 틀은 이상기후 현상의 빈도 증가라는 잠재적으로 중요한 요인을 완전히 간과하고 있으며, 더욱 세분된 수준에서 기후변화의 지역별 영향을

인식하기 위해서는 여러 다른 분야에서 상당한 추가 연구가 필요하다. 따라서 기후변화가 전 세계 농업 생산 분포와 무역 패턴에 미치는 영향은 여전히 불확실하다.

### 3.3. 농업과 온실가스 배출

2004년 농업은 전 세계 인위적 온실가스(GHG) 배출량의 약 14%를 차지하며, 토지 이용, 토지 이용 변화 및 산림 부문이 추가로 17%를 차지한다, 이 중 상당 부분이 농업용 토지로 전환하기 위한 삼림 벌채에 해당한다. 이에 따라 전 세계적으로 농업은 인위적 온실가스 배출의 약 1/3 정도 기여하고 있다. 토지 이용 변화로 인한 배출 효과 외에도, 토지 피복의 변화는 특히 지역 수준에서 기후변화와 변동성에 중요한 기여를 할 수 있다. 토지 피복 변화와 지역 기후 사이의 복잡한 관계에 관한 문헌이 꾸준히 늘어나고 있으며, 이들 관계에는 토지 표면의 태양 및 장파 복사 균형, 토지와 대기 사이의 감지 가능한 열 교환, 그리고 토지 표면의 거칠기 및 대기 운동량 흡수가 포함된다.

다른 부문과 달리, 농업 활동은 온실가스를 배출할 뿐 아니라 대기 중 탄소를 제거할 수도 있다. 이는 토양 유기 탄소를 증가시키는 관리 관행을 통해 이루어지며, 이런 관리가 기술적 잠재력의 약 89%를 차지한다. 경제적 잠재력은 다소 낮을 수 있으나, 농업 완화 옵션은 장기 기후 목표 달성에 있어 여러 비농업적 옵션과 비용 경쟁력이 있는 것으로 나타난다. 이처럼 중요한 잠재적 기여를 고려할 때, 이런 활동에 인센티브를 제공하는 적절한 체계를 마련하는 것이 매우 중요하다. 전 지구적 탄소 회계에 대한 포괄적 체계는 UNFCCC에서 진행 중인 다자간 협상의 핵심 주제 중 하나이다.

### 3.4. 기후변화-농업-무역 간의 연계성

기후변화는 주로 생산성, 수확량, 경작 가능한 토지와 수자원의 가용성에 영향을 미침으로써 농업 공급 측면에 작용한다. 이러한 기술 및 부존자원의 변화는 차례로 농업에 사용되는 생산요소의 수익률을 변화시켜 생산의 지리적 특화 패턴에 잠재적 변화를 이끌게 된다. 기후변화는 농업생산 잠재력의 지리적 분포에 중요한 변화를 가져오는데, 농업 생산 잠재력이 중위도 및 고위도 지역에서 증가하고, 저위도 지역에서는 감소하는 경향이 있다.



이런 생산 잠재력의 변화에 맞춰 곡물 및 축산물과 같은 중위도 및 고위도 제품이 저위도 지역으로의 무역 흐름 증가와 연계되어야 한다.

각국이 기후변화의 영향을 완화하기 위해 취하는 정책 조치 역시 농식품 무역 흐름에 영향을 미친다. 선진국보다 많은 개발도상국에서 축산업의 배출 강도가 높고, 반추동물 육류가 다른 축산 부문보다 배출 강도가 높은 점, 그리고 축산 부문 및 지역 간 감축 비용 차이가 큰 점을 고려할 때, 글로벌 탄소세와 산림 부문 격리 보조금이 개발도상국의 축산 생산에 특히 큰 타격을 주어, 사하라 이남 아프리카로의 순수입 증가와 남미로부터의 수출 감소를 초래할 것임을 보여주는 연구 결과가 제시되고 있다. 다만, 개발도상국의 식량안보 문제를 고려하면 이런 시나리오의 실현 가능성은 작아 보인다. 만약 개발도상국을 탄소세 대상에서 제외한다면 이런 압력은 다소 완화될 수 있으며, 남미에서 감소한 작물 및 축산물 생산량의 상당 부분은 격리 보조금에 따른 삼림 벌채 감소와 재조림 증가와 연관된다.

에탄올과 바이오디젤 같은 바이오연료의 생산 및 사용은 기후변화 완화를 위한 주요 논거 중 하나로, 여러 국가에서 공공 정책에 의해 지원되고 있다. 대부분의 바이오연료는 전체 수명 주기 동안 실제 온실가스 절감 효과가 상대적으로 작으며, 높은 공공 비용을 수반한다. 바이오연료 정책이 농산물 및 식품 가격에 미치는 영향에 대해서도 치열한 논쟁이 있다. 에탄올과 바이오디젤 체인에서 곡물 및 유지종의 추가 사용이 유도되면서 해당 작물 가격이 상승할 것으로 전망되고 있다. 더욱이 미국과 EU의 최근 법률 변경은 이런 효과를 더욱 증대시킬 가능성이 있다. 북반구의 바이오연료 시장을 촉진하는 기존 정책 가운데, 에탄올 수입 관세는 특히 문제점으로 지적된다. 이러한 관세를 철폐하면 전 세계적으로 더 효율적인 바이오연료 공급이 가능해지며, 사탕수수 기반 에탄올이 곡물 기반 제품에 비해 에너지 효율과 온실가스 성능에서 우수하다는 점을 고려할 때, 무역장벽 완화를 통해서 바이오연료가 기후변화에 미치는 긍정적 영향을 증대시킬 수 있다.

그러나 국제무역은 운송에서 화석연료 사용을 통해 배출에 직접적인 영향을 주는 동시에 전 세계 생산의 분포, 구조, 규모 및 이에 따른 온실가스 배출의 주요 결정요인으로 작용한다. 또한 무역은 기술 선택 및 발전에도 영향을 미쳐서 이들 모든 요인에 의한 온실가스 순 배출 효과를 예단하는 것은 불가능하다. 이는 ‘식품 마일리지(Food-Miles)’ 논쟁에서 볼 수 있듯이, 식품이 멀리 운송될수록 배출이 증가할 것으로 예상된다. 하지만 실제 총 배출량은 운송 방식(항공, 육로, 해상)에 크게 의존하며, 생산 과정의 배출 또한 자연적 부

존자원과 기술에 좌우될 수 있다. 원자재 추출부터 생산, 가공, 최종 소비자에 이르는 완전한 수명 주기 평가 결과, 수입 상품의 탄소 발자국이 국내 생산품보다 높거나 낮을 수 있다. 즉, 무역은 기후변화에 대해 긍정적 효과와 부정적 효과를 동시에 가질 수 있으며, 그 영향은 탄소 함량 측정 방식과 온실가스 배출에 부과되는 세금 정도에 따라 달라진다. 따라서 국제무역은 생산 과잉 지역에서 부족 지역으로, 그리고 온실가스 배출(비용 포함)이 낮은 지역에서 높은 지역으로 농산물의 흐름을 촉진하여 기후변화로 인한 생산변화에 대응하는 역할을 하게 된다. 농업 분야의 기후변화 완화 정책은 다양한 농산물의 상대적 생산 비용에 영향을 주어 무역 흐름을 변화시키며, 동시에 무역 활동 자체가 배출에 복잡한 영향을 미친다.

### 3.5. 무역을 통한 기후변화 완화

기후변화로 인한 생산 잠재력의 변화로 인해서 중·고위도 제품인 곡물과 축산물이 무역 흐름이 수확량이 감소할 것으로 예상되는 저위도 지역으로 증가할 전망이다. 실제로 국제 무역은 열대 및 준열대 지역의 수확량 감소를 보완하는 주요 요소로 간주된다. 그러나 최근 연구들은 무역이 수확량 감소를 부분적으로만 보완할 수 있음을 시사한다. 개발도상국의 곡물 수입이 상당히 증가할 것으로 전망되지만, 수입이 기후변화로 인한 생산성 감소를 완전히 보상하지는 못해, 결과적으로 개발도상국 내 영양실조가 증가할 것이란 전망이 제시되고 있다. 온실가스 배출은 국경을 초월하여 발생하며, 이로 인한 기후변화 문제가 전 세계 공유 자원의 문제로 부상할 것이다. 하지만, 완화 조치의 비용과 이익 분배의 불평등을 고려할 때 국가 간 정책 조율은 실질적으로 어려운 문제다. 따라서 무역 정책이 전 세계적으로 온실가스 집약도가 낮은 생산 방법을 유도하는 적절한 수단이 될 수 있는가가 쟁점이 될 수 있다.

한 국가나 지역에서의 배출 감소가 다른 곳에서 추가 배출로 이어져 “탄소 누수(Carbon Leakage)” 현상이 발생할 수 있다. 배출 감소를 약속하는 국가들이 국내 산업을 비용 경쟁에서 불리하게 만들기 때문에, 지지국들은 제조 과정에서 배출된 탄소에 비례하는 보상적 탄소 관세를 도입할 수 있다고 주장한다. 그러나 실제 탄소 누수의 결과는 그리 크지 않을 수 있다. 국내에서 에너지 집약도를 낮추기 위해 행동하는 국가들의 연합이 확대될수록 누

수율이 급격히 감소한다는 연구 결과도 있다. 국경 탄소 조정의 전 세계 경제 복지 효과는 전반적으로 부정적이며, 온실가스 배출에 미치는 순효과는 매우 작을 것으로 전망된다. 반면, 국가 연합에 참여하지 않는 국가들의 에너지 효율성을 개선하기 위한 보다 목표 지향적인 국내 정책이 훨씬 더 효과적이다.

또 다른 무역 정책 수단은 탄소 발자국 기준과 같은 기후변화 관련 기준의 도입이다. 많은 국가에서 자동차 및 전기 가전제품 등 제품의 에너지 효율에 관한 민간 및 정부 기준, 그리고 슈퍼마켓 체인에 의한 식품 품목의 탄소 회계 및 라벨링 기준 개발이 활발하게 진행되고 있다. 기후 관련 기준은 이미 일부 농산물과 바이오연료에 적용되고 있으며, 앞으로 더욱 중요해질 것으로 보인다. 국내외 제품을 차별하는 무역장벽으로 작용하지 않도록, WTO의 기술적 무역장벽(TBT) 협정과 위생 및 식물위생(SPS) 조치 협정은 국내 규제에서 관련 국제기준의 사용을 장려하고 있다. 향후 논의될 또 다른 쟁점은 기후 관련 기준이 최종 제품의 특성만을 대상으로 해야 하는지, 아니면 '제품과 무관한 관련 생산 및 가공 방법'에 대한 기준도 WTO 규정 아래 허용되는지이다. 후자의 경우, 국가들은 제품의 생산 방법에 근거해 수입을 통제할 수 있게 된다. 국제적으로 어느 정도 조화된 기준의 개발 및 적용은 무역 흐름과 농업 생산의 지역 특화에 심대한 영향을 미치며, 기후 관련 기준의 정의와 국제기준 설정을 담당할 기구에 대한 국제적 조율은 정책 입안자들이 면밀히 주목해야 할 문제이다.

### 3. 요약 및 소결

기후변화는 농업뿐 아니라 비농업 분야에 영향을 미치지만, 그 영향은 일방적인 패턴을 보이지 않는다. 이는 기후변화와 관련된 물리적 과정이 각 부분에 영향을 미치고 부문 간 상호작용에 의해서도 영향을 받기 때문이다. 국제무역은 기후변화로 인한 지역별 생산성 변화를 부분적으로 보완하는 중요한 역할을 한다. 이런 국제무역은 기후변화로 인한 지역별 생산성 변화를 부분적으로 보완하는 중요한 역할을 한다. 생산성 변화와 경작 가능한 토지 및 사용 가능한 수자원 부존자원의 변화, 에너지 시장의 발전, 인구 증가, 정부 정책, 기존 농업 정책과 신설 기후정책 등이 모두 지역 특화와 국제무역 패턴에 영향을 미친다.

다만, 작물 및 축산물 생산성에 미치는 기후변화의 영향에 관한 모델 기반 장기 전망은 여전히 많은 불확실성에 둘러싸여 있다. 이러한 불확실성은 기후변화의 미래 진화에 관한 과학적 결론 부재와 변화하는 기후 조건에 적응하기 위한 새로운 기술 및 기법 발전의 미지수에서 기인한다.

더욱이 기후변화는 한 국가의 비교우위를 변화시킴으로써 국제무역의 패턴을 변화시킨다. 이런 효과는 기후와 지역 조건으로부터 비교우위가 파생되는 국가들에서 보다 강력히 나타나는데 농업의 의존도가 높은 국가나 지역은 지구온난화와 빈번한 이상기후로 인한 작물 단수 감소로 국내생산이 감소하고 이는 수출 감소로 이어질 수 있다. 반면, 다른 지역의 농산물 단수는 증가할 가능성도 있어 기후변화가 수출에 항상 부정적인 영향을 미치는 것은 아니다. 또한 기후변화는 국제무역이 의존하는 공급, 운송, 유통 사슬의 취약성을 증가시킬 수 있다. 극단적 이상기후는 항구와 운송경로를 일시적으로 봉쇄하고 무역에 중요한 기반시설을 훼손함으로써 국제무역의 비용을 초래하며 특히, 국제무역 참여 의존도가 높은 개도국은 선진국보다 기후변화의 부정적인 영향에 취약할 수 있다. 기후변화로 인한 새로운 운송항로의 개척으로 해당 국가에는 혜택을 제공하면서 교역패턴을 변화시킬 수 있다. 동시에 이런 개척은 해당 국가들의 경제성장과 일자리 창출에 긍정적 간접효과를 가져올 수 있다.

마지막으로 기후변화에 따른 기술진보, 소비자 선호 변화, 경제정책의 변화는 경제의 완충작용을 하고 상대적 비교우위를 변화시키며 국제무역은 기후변화 적응을 위한 중요한 수단이 될 수 있다. 잘 기능하는 국제무역 체계는 기후변화 관련 도전에 대한 적응을 지원할 수 있다. 하지만, 단독의 무역 정책만으로 전 세계 온실가스 배출을 획기적으로 줄이기는 한계가 있어 국제적 조율을 위한 정책 입안자들의 노력이 필요하다.

## ■ 참고문헌

- 기상청. 2019. 『기후변화 2014 종합보고서: 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 제5차 평가 보고서』. 기상청
- 김상현·김종진·정대희·박수연·오새라. 2020. 기후변화를 반영한 농식품 교역 모형 개발 연구. R901. 한국농촌경제연구원.
- Dellink, R., H. Hwang, E. Lanzi and J. Chateau. 2017. “International trade consequences of climate change.” OECD Trade and Environment Working Papers. 2017/01, OECD Publishing, Paris.
- Heininen, L., H. Exner-Pirot and J. Plouffe. 2015. Arctic Yearbook 2015, Northern Research Forum, Akureyri, Iceland.
- International Maritime Organization(IMO). 2008. Prevention of Air Pollution from Ships: Updated 2000 Study on Greenhouse Gas Emissions from Ships, Phase 1 Report. MEPC 58/INF.6.
- IPCC. 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Field, C.B. et al. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Liu, J., T. W. Hertel, F. Taheripour, T. Zhu and C. Ringler. 2014. International Trade Buffers the Impact of Future Irrigation Shortfalls, Global Environmental Change, Vol. 29, pp. 22-3.
- Maddocks, Hassell and Hyder. 2010. Climate Change and the Transport Sector: Are we travelling in the right direction?. Maddocks Australia.
- Nyong, A. 2008. Climate Change Impacts in the Developing World: Implications for Sustainable Development: chapter forthcoming in Development in the Balance: How Will the World’s Poor Cope with Climate Change?, Brookings Institution Press, Washington, DC.
- OECD, 2009. The Economics of Climate Change Mitigation: Policies and Options for Global Action Beyond 2012. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- OECD. 2015. The Economic Consequences of Climate Change. Paris: OECD publishing. Paris.

Tamiotti, R., T. Robert, K. Vesile, O. Anne, S. Benjamin, A. Hussein. 2009. Trade and Climate Change. A Report by the United Nations Environment Programme and the World Trade Organization. WTO and UNEP.

UNCTAD. 2007. UNCTAD Transport Newsletter 38.

World Bank. 2008. Development and Climate Change. A Strategic Framework for the World Bank Group Consultation Draft, August 2008.

WTO. 2009. Trade and Climate Change. World Trade Organization and United Nations Environment Programme.

#### ■ 참고사이트

국립기상과학원([http://www.nims.go.kr/?sub\\_num=866](http://www.nims.go.kr/?sub_num=866), 검색일: 2020.5.26.).

WTO DATA(<https://data.wto.org/>, 검색일: 2025.2.24.).

World Bank(<https://data.worldbank.org/indicator>, 검색일: 2025.2.24.).