



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경제학석사학위논문

글로벌 CGE모형을 이용한 한·중·일
FTA 체결의 경제 및 환경 효과 분석:
온실가스 배출량을 중심으로

2013년 2월

서울대학교 대학원
농경제사회학부
서 영

국문초록

글로벌 CGE모형을 이용한 한·중·일 FTA 체결의 경제 및 환경 효과 분석: 온실가스 배출량을 중심으로

서울대학교 대학원
농경제사회학부
서영

전 세계의 많은 국가들이 시장 개방을 통하여 경제적 편익을 추구하고 있다. 우리나라 역시 이러한 시류에서 벗어날 수 없으며, 따라서 우리나라 정부는 다른 국가와의 자유무역협정(Free Trade Agreement, FTA)을 체결하여 해외 시장 확대를 도모하고 있다. 특히 우리나라는 동북아 경제 통합을 목표로 한국·중국·일본의 FTA를 추진하고 있으며, 지난 2012년 11월 협상 개시를 선언하였다. 세 국가는 전 세계 수출입에서 약 19%를 차지하고 있어, 역내 경제 뿐 아니라 세계의 경제에도 많은 영향을 미칠 것으로 보인다. 세 국가의 FTA 체결은 비단 경제 뿐 아니라 환경에도 영향을 미칠 수 있다. 특히 FTA 체결로 인한 삼국의 생산 변화는 환경, 특히 온실가스 배출에 영향을 미칠 수 있다. 또한 세계 수출입에서 세 국가는 상대적으로 큰 비중을 차지하고 있기 때문에, 세 국가의 FTA 체결은 역내 무역 뿐 아니라 세계 무역 흐름에도 많은 영향을 미칠 수 있다. 이때 세계 무역 흐름의 변화는 상품의 무역을 의미하므로, 결과적으로

로 국제운송 과정에서 발생하는 온실가스 배출 역시 FTA 체결에 영향을 받을 수 있다.

본 연구의 목적은 한·중·일 FTA가 경제와 환경에 미칠 수 있는 잠재적 영향에 대하여 분석하는 것이다. 이때 FTA의 경제적 영향을 분석하기 위하여 'PEP-w-1'이라 명명된 글로벌 일반연산균형모형(Computable General Equilibrium Model, CGE Model)을 이용하였으며, 이 결과를 바탕으로 FTA가 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석하였다. 한·중·일 세 국가는 세계 경제와 무역에서 차지하는 비중이 상대적으로 크기 때문에, FTA 체결로 인한 생산과 무역의 변화는 이로부터 발생하는 온실가스 배출량에도 많은 영향을 미칠 수 있다. 본 연구는 이러한 점에서 이전의 연구들과 차별되는데, 이전의 연구들은 FTA의 경제적인 효과에만 초점을 맞추거나, 환경 문제를 고려하더라도 생산부문의 온실가스만을 분석 대상으로 삼았기 때문이다. 본 연구에서는 한·중·일 FTA의 경제적 효과를 분석하기 위하여 두 가지 시나리오를 가정하는데, 각각 완전개방과 부분개방을 가정하고 있다.

위의 분석을 수행하기 위하여, 본 연구에서는 우선 가장 최신인 GTAP(Global Trade Analysis Project) 8 데이터베이스를 이용하였으며, 이 데이터베이스의 자료를 바탕으로 경제 분석을 수행하고 생산 부문 온실가스 배출량을 계산하였다. 다만 이 데이터베이스의 무역 거래액 자료만으로는 국제운송에서 발생하는 온실가스 배출량과 배출량의 잠재적인 변화를 계산하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 중량환산지수, 운송수단별 이용 비중, 무역거래국가 간 거리를 이용하여 국제운송부문의 온실가스 배출량을 계산하였다. 특히 본 연구가 주로 참고한 문헌은 Cristea et al.(2011)의 연구로, 상향식(Bottom-up) 방법을 이용하여 국제운송부문 온실가스 배출량을 계산한 뒤, 전 세계의 무역 개방을 가정한 CGE 분석 결과를 이용하여 잠재적이 온실가스 배출량 변화를 제시하고 있다.

한·중·일 FTA의 경제적 영향을 보면, 세 국가 모두 총생산(GDP)은 증가하는데 일본, 한국, 중국의 순서대로 증가율이 큰 것으로 분석되었다. 또한 역내 국가의 무역이 증가하며, 특히 우리나라

는 역내 국가와의 무역 의존도가 증가하는 것으로 나타났다. 시나리오 2에서는 한·중·일 FTA로 인한 우리나라 농업부문(쌀 제외) 생산액은 감소하는 것으로 나타났다.

한·중·일 FTA가 온실가스 배출량에 미치는 영향을 분석한 결과, 역내 국가의 국제운송부문 온실가스 배출량 변화는 각각 다른 양상을 보이며, 역외 국가에 비하여 증감 폭이 큰 것으로 나타났다. 생산부문의 온실가스 배출량은 전 세계적으로 다소 감소하는 것으로 나타났으며, 역내 국가 중 우리나라와 일본은 FTA 체결 이후 배출량이 다소 증가하는 반면 중국은 감소하는 것으로 분석되었다.

한·중·일 FTA가 온실가스 배출에 미치는 영향을 자세히 분석하기 위하여 구성효과와 규모효과로 나누어 본 결과, 삼국의 FTA로 인한 구성효과는 국제운송부문의 온실가스 배출을 억제하는 방향으로 작용하였다. 생산부문의 경우, FTA로 인한 구성효과는 전 세계를 기준으로 온실가스 배출량을 다소 감소시키는 방향으로 작용한 반면, 우리나라는 이를 증가시키는 방향으로 작용하였다. 즉, 우리나라는 FTA체결로 인하여 온실가스 배출집약도가 상대적으로 높은 업종으로 생산구성이 변화한다고 볼 수 있다.

본 연구는 한·중·일 FTA가 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출에 미치는 영향에 대하여 분석하였다. 다만 정책분석을 위하여 국가/지역분류와 업종분류를 통합하면서 각 운송수단의 이용 비중에 대한 정보를 사용할 수 없게 되었다는 점이 한계로 지적될 수 있다. 또한 온실가스 배출집약도가 고정되어있다고 가정한 점 역시 추후 보완되어야 하는 점이다. 이러한 부분들을 개선하여 연구를 진행한다면, FTA와 같은 무역 정책이 환경, 특히 온실가스 배출에 미치는 영향을 보다 구체적으로 분석할 수 있을 것으로 보인다.

주요어 : 온실가스, 한·중·일 FTA, 글로벌 정태 CGE 모형
학 번 : 2011-21226

〈 목 차 〉

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 배경 및 목적	1
제 2 절 연구의 내용 및 방법	4
제 3 절 선행연구 검토	6
1. 국제운송부문과 생산부문의 온실가스배출량에 대한 연구 ...	6
2. FTA가 환경에 미치는 영향에 관한 연구 및 한·중·일 FTA 관련 연구	7
3. 선행연구와의 차이점	8
제 4 절 논문 구성	10
제 2 장 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출 ...	11
제 1 절 국가와 업종(품목) 구분	11
1. 국가	11
2. 업종(품목)	13
제 2 절 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출 계산	15
1. 국제운송부문의 온실가스 배출량 계산 방법론	15
2. 생산부문의 온실가스 배출량 계산 방법론	17
3. 온실가스 배출집약도의 이용	19
4. 이용 자료	21
5. 온실가스 배출량 및 배출계수 결과	29
제 3 장 한·중·일 FTA의 영향 분석	40
제 1 절 한·중·일 FTA 시나리오	40
1. 한·중·일 무역 개요	40
2. 한·중·일 FTA 시나리오 가정	42
제 2 절 분석 모형	44

1. 생산부문	44
2. 소득과 저축	47
3. 국내소비	47
4. 수입과 수출	48
5. 탄력성	50
6. 국가/지역과 품목 통합	51
7. 새로운 분류하의 온실가스 배출량과 배출계수	53
제 3 절 분석 결과	57
1. 한·중·일 FTA의 경제적 영향	57
2. 한·중·일 FTA가 환경에 미치는 영향	66
제 4 장 요약 및 결론	79
참고문헌	83
부록	86
Abstract	104

< 표 목 차 >

〈표 2-1〉 국가/지역 분류	12
〈표 2-2〉 GTAP의 업종 분류	14
〈표 2-3〉 중량환산지수 원 자료 수정사항(업종분류)	22
〈표 2-4〉 중량환산지수 원 자료 수정사항(국가/지역분류)	23
〈표 2-5〉 거리계수 추정에 이용된 국가	25
〈표 2-6〉 운송유형별 이산화탄소 배출계수	27
〈표 2-7〉 주요 국가의 국제운송부문 온실가스 배출량(수출국)	29
〈표 2-8〉 주요 국가의 국제운송부문 온실가스 배출량(수입국)	30
〈표 2-9〉 업종의 운송수단별 온실가스 배출량	32
〈표 2-10〉 국가별 생산부문 온실가스 배출량	34
〈표 2-11〉 업종별 생산부문 온실가스 배출량	35
〈표 2-12〉 주요국별 배출집약도 계수(낮은 수준)	36
〈표 2-13〉 주요국별 배출집약도 계수(높은 수준)	37
〈표 2-14〉 운송수단별 이산화탄소 배출량	38
〈표 2-15〉 운송수단별 이산화탄소 배출량 비교	39
〈표 3-1〉 한·중·일이 세계 수출입금액에서 차지하는 비중	40
〈표 3-2〉 한·중·일의 상호 교역 비중과 순위	41
〈표 3-3〉 한·중·일FTA 시나리오	43
〈표 3-4〉 업종분류(통합)	52
〈표 3-5〉 국가/지역분류(통합)	52
〈표 3-6〉 국가/지역별 운송부문 온실가스 배출 (새분류, 높은 수준)	54
〈표 3-7〉 국가/지역별 온실가스 배출(새분류, 낮은 수준)	55
〈표 3-8〉 새업종분류별 온실가스 배출	56
〈표 3-9〉 한·중·일 FTA의 경제적 영향	57
〈표 3-10〉 한·중·일 FTA로 인한 교역 변화	60
〈표 3-11〉 한·중·일 FTA로 인한 산업부문별 교역 변화(농업) ·	61

<표 3-12> 한·중·일 FTA로 인한 산업부문별 교역 변화 (제조업 및 서비스업)	63
<표 3-13> 한·중·일 FTA로 인한 산업별 국내생산액 변화	65
<표 3-14> 국가별 국제운송부문 온실가스 배출량 변화 (수출국, 높은 수준)	68
<표 3-15> 국가별 국제운송부문 온실가스 배출량 변화 (수입국, 높은 수준)	69
<표 3-16> 국가별 생산부문 온실가스 배출량 변화(수출국)	70
<표 3-17> 수출입 대상 국가별 국제운송부문 온실가스 배출량 및 변화(우리나라 기준, 높은 수준)	72
<표 3-18> 우리나라 업종별 온실가스 배출량 변화	72
<표 3-19> 한·중·일 FTA로 인한 우리나라 온실가스 배출량 변화	72
<표 3-20> 국가별 국제운송부문 온실가스 배출변화 분리 (수출국, 높은 수준)	77
<표 3-21> 국가별 생산부문 온실가스 배출변화 분리 (수출국, 높은 수준)	78

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

전 세계적으로 많은 국가들이 무역 자유화 정책을 이용하여 경제적 편익을 얻고자 하고 있다. 특히 세계의 많은 국가들이 지역무역협정(Regional Trade Agreement, RTA)을 체결하고 있는데, 2011년 말 기준 으로 WTO에 통보된 지역무역협정의 발표 건수는 314건으로 나타났다.¹⁾ 이러한 지역무역협정은 회원국 간의 관세 장벽을 완화함으로써 역내 국가의 무역 증대를 통한 경제 규모 확대를 도모하고 있다.

우리나라 역시 이러한 시류에서 예외는 아니며, 특히 지역무역협정의 한 형태인 자유무역협정(Free Trade Agreement, FTA)을 체결하여 해외시장 확보를 도모하고 있다. 우리나라는 현재 45개 국가와의 FTA를 발효하였으며, 타결 2개국, 협상진행 12개국, 협상재개 여건 조성 10개 국 등 더 많은 국가와 FTA 체결을 활발히 진행하고 있다.

그중에서도 우리나라는 동북아 경제통합의 기반을 마련하기 위하여 중국·일본과의 FTA를 추진해 왔으며, 지난 2012년 11월 한국·중국·일본의 FTA 협상 개시를 선언하였다. 한·중·일 삼국은 전 세계 수출과 수입금액에서 약 18.9%, 18.5%를 차지하고 있어(2011년 기준) 삼국의 FTA 체결은 당사국의 국내 생산뿐 아니라 전 세계의 무역 흐름에도 많은 영향을 미칠 것으로 보인다.

이러한 한·중·일 FTA는 경제 뿐 아니라 환경에도 영향을 미칠 수 있다. 특히 온실가스 배출은 인간의 경제활동에서 비롯되는 것으로, FTA로 인한 무역과 생산의 변화는 온실가스 배출량의 변화에도 영향을 미칠 수 있다. 특히 무역 활동은 상품의 국가 간 운송 활동을 수반하므로, 운송 과정에서 발생하는 온실가스 배출량은 무역의 흐름에 영향을 받을 수 있는 것이다. 즉, 무역이 이루어지는 상품이 어떤 운송수단을 이용하는지, 무역이 이루어지는 국가 간 거리가 어느 정도인지에 따라 온실가스 배출량이

1) FTA 종합지원포털, 사이트주소 <http://ftahub.go.kr/>

달라질 수 있다. 따라서 FTA로 인하여 국가 간의 무역 양상이 변화하면 상품의 운송 양상 역시 변화할 것이며, 따라서 국제운송에서 발생하는 온실가스 배출량 역시 달라질 수 있다. 마찬가지로, FTA로 인하여 각 국가의 생산 구조가 변화하면, 이로부터 발생하는 온실가스 배출량 역시 변화할 수 있다.

그런데 이전의 연구들은 FTA의 경제적 효과에만 초점을 두거나, FTA가 온실가스 배출량에 미치는 영향을 파악하더라도 생산부문에 국한된 연구가 대부분으로, 국제 운송에서 발생하는 온실가스를 포함한 연구는 국내 외적으로 거의 이루어져 있지 않다. 이는 생산부문에서 발생하는 온실가스 배출량을 파악하기가 상대적으로 용이하기 때문인데, 간략히 설명하면 생산 과정에서 소요되는 화석연료량에 온실가스 배출계수를 적용하여 배출량을 계산하기 때문이다.

한편 운송부문과 같이 운송수단별로 총 화석연료사용량 자료만 구할 수 있는 경우에는 온실가스 배출량에 대한 제한적인 정보밖에 얻을 수 없다. 즉, 현재 국제운송포럼(International Transport Forum, ITF)에서 집계·공표하는 바와 같이 전 세계 육로, 수상, 항공 운송에서 발생하는 온실가스 배출 총량 혹은 국가별 총량 외에는 구체적인 정보를 얻기 어렵다.

따라서 이렇게 국제운송의 흐름별로 온실가스 배출량을 파악하기 위한 연구가 최근 Cristea et al.(2011)에 의하여 진행되었으며, 비슷한 방법을 이용하여 우리나라에서도 김용건 외(2012)의 연구가 이루어진 바 있다.

이와 같은 방법으로 파악된 국제운송의 온실가스 배출 양상은, 국제 무역 정책이 환경, 특히 온실가스 배출량에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 시사점을 제공할 수 있다.

이제까지의 연구들은 환경 정책이 환경에 미치는 영향에 대한 연구, 혹은 무역 정책이 무역에 미치는 영향에 대한 연구가 다수였다. 그런데 앞서 언급하였듯이 국제운송에서 발생하는 온실가스 배출량은 국제 무역과도 밀접한 연관이 있다. 즉, 국제적으로 무역량이 증가하는 경우와, 온실가스 배출이 많은 특정 운송수단을 많이 이용하는 상품의 무역이 증가하는 경우에는 전반적인 온실가스 배출량의 증가가 발생할 수 있다. 또한 무역 거래량이 증가하면 생산량이 증가할 것이므로, 생산 과정에서 발생

하는 온실가스 배출량이 증가할 수 있다. 반면, 인접 국가와의 무역 거래가 더욱 활발해지고 원거리에 있는 국가와의 무역이 둔화될 경우와, 온실가스 배출량이 적은 운송수단을 이용하는 상품의 거래량이 상대적으로 증가하는 경우에는 온실가스 배출량이 감소할 수 있다. 이와 같은 사항들을 고려하면, 특정 무역 정책이 시행될 경우 국제 운송으로부터 발생하는 온실가스 배출량의 변화는 뚜렷이 예측하기 어렵다.

따라서 본 논문에서는 한·중·일 자유무역협정(Free Trade Agreement, 이하 FTA)라는 무역 개방 상황에서 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출량이 어떻게 변화하는지 분석하고자 한다.

본 연구에서는 현재 논의가 진행 중인 한·중·일 FTA의 시나리오를 가정하고, 이 시나리오 하에서 우리나라를 비롯한 국제 무역 흐름과 국가/지역별 생산이 어떻게 변화하는지 파악하고자 한다. 나아가 무역 흐름과 생산의 변화가 국제운송과정과 상품 생산에서 발생하는 온실가스배출량에 어떠한 영향을 미치는지 살피고자 한다. 즉, 한·중·일 FTA로 인한 무역량의 증감, 무역 대상 국가의 변화로 인한 운송거리 변화, 무역 상품의 비중 변화로 인한 온실가스배출량 변화를 파악한다. 또한 온실가스 배출량 변화를 구성효과(Composition effect)와 규모효과(Scale effect)로 분리하여, 한·중·일 FTA가 온실가스 배출량의 양상을 어떻게 변화시키는지 파악하고자 한다.

제 2 절 연구의 내용 및 방법

본 논문에서 우선 국제운송부문의 온실가스배출량을 산정하는데, 대상이 되는 국가/지역²⁾은 51개이며, 42가지 상품(업종)별, 그리고 4가지 운송수단별로 구분하여 배출량을 계산한다. 생산부문 역시 동일한 범위를 대상으로 한다. 다만 한 가지 주의해야하는 점은, 자료의 한계로 인하여 국제운송부문의 온실가스는 이산화탄소만을 포함하는 반면, 생산부문의 온실가스배출량은 교토의정서에서 지정한 6개 온실가스를 모두 포함한다는 점이다. 이는 국제운송부문과 생산부문의 온실가스배출량을 산정하는 방법의 차이에서 비롯되는 것으로, 국제운송부문의 온실가스배출량은 ‘상향식’ 방법을 이용하므로, 각 운송수단의 톤-킬로미터(ton-km)당 온실가스 기체 발생에 대한 정보가 필요하다. 반면 생산부문의 온실가스배출량은 GTAP(Global Trade Analysis Project) 데이터베이스에 수록된 업종별 화석에너지 사용량을 바탕으로 한 ‘하향식’ 방법을 이용한다.³⁾ 따라서 화석에너지 연소시 발생하는 온실가스 기체 발생량은 잘 알려져 있기 때문에 6가지 종류의 온실가스 배출량을 모두 파악할 수 있다. 이러한 방법을 이용하여 무역 거래 단위 금액당 온실가스 배출량을 의미하는 온실가스 배출집약도를 계산한다.

다음으로, 한·중·일 FTA가 체결되는 경우의 시나리오를 두 가지로 가정하고, 각 시나리오 하에서 한·중·일 FTA가 삼국 및 전 세계 국가/지역에 미칠 수 있는 경제적 영향을 분석한다. 이때 분석은 ‘PEP-w-1’이라는 일반연산균형모형(Computable General Equilibrium Model, 이하 CGE모형)을 통하여 정태분석을 시행한다. ‘PEP-w-1’ 모형은 전 세계를 대상으로 하기 때문에, 지나치게 자세한 국가/지역 및 업종분류는 모형의 해를 찾을 수 없게 되는 경우가 발생한다. 따라서 기존의 국가/지역분류와 업종 분류를 18개 국가/지역, 20개 업종으로 통합하여 분석하였으며, GAMS23.9.프로그램을 이용하여 모형을 운용하였다.

2) 국가/지역으로 칭하는 이유는, 전 세계 국가를 대상으로 분석을 시행하기 때문에 단일 국가 뿐 아니라 여러 국가가 묶인 지역군이 존재하기 때문이다.

3) 방법론에 대한 설명은 다음의 장에서 자세히 설명한다.

마지막으로, 위의 분석 결과와 온실가스 배출집약도를 이용하여 한·중·일 FTA가 전 세계 온실가스 배출량에 미치는 영향을 국제운송부문과 생산부문으로 나누어 제시하였다. 이때 우리나라의 온실가스 배출량 변화는 자세히 분석하고자 노력하였으며, 온실가스 배출량 변화를 구성효과(Composition effect)와 규모효과(Scale effect)로 분리하여 나타내었다.

제 3 절 선행연구 검토

1. 국제운송부문과 생산부문의 온실가스배출량에 대한 연구

생산부문의 온실가스배출량은 이미 많은 국내외 기관들에 의하여 데이터베이스화되고 있으며, 온실가스 배출 규제가 경제 성장과 국내 생산에 미치는 영향에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 반면 국제운송부문의 온실가스배출량에 대한 개별 연구자의 연구는 많이 이루어져있지 않는데, 국제운송부문의 온실가스배출량을 종합적으로 고찰한 국외 연구로는 Cristea et al.(2011)에 의한 연구가 있고, 이외에 단일 상품에 초점을 맞춘 Sim et al.(2007)의 연구와 Williams(2007)의 연구가 있다.

Cristea et al.(2011)은 GTAP 데이터베이스에 기반하여 23개 업종과 43개 국가/지역에 대하여 국제운송과정에서 발생하는 온실가스배출량을 네 가지 운송수단별로 계산하였다. 또한 GTAP 7 데이터베이스를 이용하여 생산부문의 온실가스배출량 역시 계산하였다. 이후 이 정보를 이용하여 전 세계 국가가 완전히 무역 자유화를 이룰 경우 및 도하 시나리오별로 온실가스배출량이 어떻게 변화하는지 도출하였다. 본 연구의 방법론은 Cristea et al.(2011)의 연구를 주로 참조하였다.

Sim et al.(2007)은 케냐와 과테말라에서 영국으로 운송된 콩(bean)이 영국에서 생산되는 것보다 지구온난화에 약 20~26배 더 영향을 미친다는 결론을 내렸다. Williams(2007)는 항공운송을 이용하여 케냐에서 영국으로 운송된 장미가 네덜란드에서 영국으로 운송되는 경우보다 온실가스 배출량이 상대적으로 더 적다는 결과를 제시하였다.

국내에서 이루어진 연구 중, 김용건 외(2012)의 보고서가 Cristea et al.(2011)의 연구를 참조하여 국제운송에서 발생하는 온실가스 배출량을 종합적으로 다루고 있다. 이외에 운송수단의 온실가스 배출량과 관련된 국내 연구는 대체로 특정 운송수단의 온실가스 배출량을 계산하는 방법론에 대한 연구들이 많다. 유영숙 외(2006)는 자동차의 온실가스 배출량을 산정하는 두 가지 방법에 대하여 비교하는 연구를 진행하였는데, 배출계

수와 연료소비량을 이용하여 온실가스 배출량을 이용한 Tier 1방법과 차종, 사용연료, 제작년도 및 주행조건, 운행상태, 적용기술 등을 고려한 Tier 3방법을 비교분석하였다. 이재영 외(2009)는 철도의 온실가스 배출량을 산정하는 방법에 대한 연구를 진행하였는데, 철도차량의 주요 에너지원인 디젤과 전력을 이용하여 분석하였다.

2. FTA가 환경에 미치는 영향에 관한 연구 및 한·중·일 FTA 관련 연구

FTA가 환경에 미치는 영향에 관한 연구는 국내에 많지 않다. 하인봉·이광석(2010)은 한·중 FTA가 체결되는 상황을 가정하고, 산업부문에서 발생할 수 있는 이산화탄소 배출량을 베이지안 칼만필터 벡터자기회귀모형(Bayesian Kalman Filter Vector Auto-Regression)을 이용하여 추정하였다. 하인봉·이광석(2010)은 한·중 FTA가 체결되지 않아 현행 관세율이 유지되는 시나리오와 FTA 체결되는 경우의 시나리오 하에서, 우리나라의 대중국 수출로부터 발생하는 이산화탄소 배출량을 비교하고 있다. 2012년부터 완전 무관세가 실시되면 2014년 4분기에 이르러 이산화탄소 배출량이 현행 시나리오보다 2.06% 증가 배출하는 것으로 나타났다. 따라서 한·중 FTA가 이산화탄소 배출량 증가에 미치는 영향을 크지 않은 것으로 나타났다.

강상인·김재준(2003)의 연구는 한·일 FTA의 상황을 가정하고, 질소산화물(Nox), 황산화물(Sox), 총먼지(Total Suspended Particle, TSP)의 배출량과 이에 대한 처리 비용 변화를 GTAP을 이용하여 도출하였다.

FTA가 환경에 미치는 영향에 대한 연구는 아니지만, 한·중·일 FTA의 체결이 우리나라에 미칠 수 있는 영향을 분석한 연구는 국내에 상당수 이루어져있다. 대표적으로 대외경제정책연구원(2005a, 2005b, 2005c, 2005d, 2005e)의 일련의 보고서들이 있다. 대외경제정책연구원(2005a)은 GTAP 6을 이용한 일반연산균형(CGEM)모형을 이용하여 한·중·일 FTA 체결이 가져올 수 있는 경제적 편익에 대하여 분석하였다. 정태모형과 자본축적모

형을 이용하였으며, 농업과 제조업은 완전자유화 시나리오를 가정하고, 서비스는 개방하지 않거나 서비스 무역장벽을 50% 감축(기타 서비스 제외)하는 시나리오 등 네 가지 시나리오를 가정하였다. 분석 결과, 한국의 국내총생산은 3.27~5.14% 증가하는 것으로 나타났으며, 한국의 대세계 수출은 7.9~9.8% 증가할 것으로 나타났다. 또한 한·중·일 3국의 교역조건이 개선될 것으로 나타났으며, 한국의 장기적인 후생증진으로 인한 이익은 138억 달러를 넘을 것으로 추정되었다.

또한 대외경제정책연구원(2005b)은 한·중·일 FTA가 농업에 미치는 영향과 이에 대한 대응방안에 대하여 연구를 진행하였다. 역시 GTAP 6을 이용한 정태 및 동태 일반연산균형 분석방법을 이용하였으며, 두 가지 시나리오를 가정하여 분석하였다. 첫 번째 시나리오는 쌀을 제외하고 완전자유화를 이루는 것이고, 두 번째 시나리오는 쌀을 제외하고, 민감품목 70% 관세인하, 기타품목 무세화를 가정한다. 분석 결과, 한·중·일 FTA가 체결될 경우 한국이 가장 큰 이익을 얻을 수 있다는 점을 제시하였다. 그러나 품목별로 고려할 때 곡물, 기타작물, 과일 및 채소 등에서는 한국의 생산이 감소할 수 있음을 보였다. 한편 한국의 기타가공식품과 축산물은 국내 생산이 증가할 수 있다는 결론을 제시하였다. 한편 부록에서는 한국농촌경제연구원에서 개발·운영하고 있는 KREI-ASMO(Agricultural Simulation Model) 모형을 이용하여 분석한 결과를 제시하고 있다. 이는 세 가지 시나리오의 가정 하에 품목별 소득 변화 효과를 제시하고 있다.

한편 대외경제정책연구원(2005c, 2005d)은 제조업과 서비스업에 대해서 한·중·일의 경쟁력을 평가하고 향후 FTA가 체결될 경우에 우리나라의 대응 방안에 대해서도 서술하고 있다.

3. 선행연구와의 차이점

본 연구가 선행연구에 비하여 가지는 가장 큰 특징은 한·중·일 FTA가 경제에 미치는 영향 분석뿐 아니라, 온실가스 배출량에 미칠 수 있는 영향까지 다룬다는 점이다. 이제까지의 선행연구들은 FTA의 경제적 영향분

석에만 초점을 두거나, FTA가 환경에 미치는 영향에 초점을 두었다 하여도 FTA의 경제적 효과와 환경의 관계에 대해서까지 깊이 있게 다루지는 못하고 있다. 특히 이제까지의 국내 연구들은 생산부문의 온실가스 배출량에만 초점을 맞추었으며, 국제운송부문에 대한 고려는 이루어지지 않고 있다.

본 연구가 연구 방법론 등에서 주로 참조한 Cristea et al.(2011)의 논문은 전 세계 무역 변화가 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출량에 미치는 영향까지 다루고 있으나, 전 세계의 완전한 개방을 가정하는 등 다소 실현이 어려운 상황을 가정하고 있다. 반면 본 연구에서는 우리나라의 주요 현안 중 하나인 한·중·일 FTA의 상황을 가정함으로써 보다 현실적인 문제를 다루려고 노력하였다.

제 4 절 논문의 구성

본 논문의 본론은 크게 두 부분으로 구성된다. 첫 번째 부분에서는 국제운송부문과 생산부문에서 발생하는 이산화탄소 배출량 및 배출계수의 계산 방법과 결과를 다룬다. 우선 계산의 기준이 되는 품목과 국가구분을 먼저 설명하고, 계산식과 자료에 대하여 설명한다. 그리고 국제운송부문과 생산부문에서 발생하는 이산화탄소 배출량과 배출집약도 계산 결과를 업종별, 국가별, 운송수단별로 제시한다.

두 번째 부분에서는 한·중·일 FTA 시나리오를 설정하고, 이에 따라 경제적 영향을 분석한 결과를 제시한다. 다음으로 한·중·일의 무역 현황을 살펴보고, 본 논문에서 이용하려는 시나리오를 가정한 후, 분석에 이용되는 일반연산균형모형을 설명한다. 마지막으로 한·중·일 FTA 체결이 세 국가의 경제에 미치는 영향을 제시하고, 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석한다.

제 2 장 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출

제 1 절 국가와 업종(품목) 구분

1. 국가

국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출량을 계산하기 위해서는 기준이 되는 국가/지역 구분과 업종(품목)의 구분이 필요하다. 본 논문에서는 GTAP 8의 업종과 국가구분을 활용하였다.⁴⁾ 이는 온실가스 배출량을 도출하기 위한 자료 중 하나로 GTAP 데이터베이스의 무역거래금액 자료가 이용되었기 때문에, 분석의 편의를 위하여 GTAP 데이터베이스를 기준으로 한다.

본 연구는 Cristea et al.(2011)의 연구 방법론을 기본으로 하고 있으므로 국가와 업종 분류 역시 Cristea et al.(2011)의 연구를 기본으로 하되, 본 연구의 목적에 맞게 국가/지역과 업종을 추가·분리하였다.

본 연구에서는 Cristea et al.(2011)의 연구에서 다른 40개 지역보다 13개 더 많은 53개 지역을 대상으로 하였다. 특히 Cristea et al.(2011)에서 하나의 지역으로 묶여있던 중국-홍콩, 말레이시아-인도네시아를 각각의 국가로 분류하였다. 또한 분석 기간인 2007년을 기준으로 우리나라와 교역량이 많은 상위 20개 국가에 속하는 국가들을 추가하였다. 이들 국가는 사우디아라비아, 호주, 아랍에미리트, 카타르, 베트남, 쿠웨이트, 이란, 태국이다. 마지막으로 기타서남아시아 지역(바레인, 오만, 이집트, 이라크, 요르단, 레바논, 예멘)을 추가하였고, 그 외 나머지 국가들은 기타북미지역과 기타세계지역으로 분류하였다. 다만 기타북미지역과 기타세계지역은 무역은 존재하지 않지만 영토 상 독립된 지역으로 분류되고 있

4) GTAP 데이터베이스는 기준연도의 세계 사회·경제 데이터를 바탕으로 다지역 일반연산균형분석(Multi-regional Computable General Equilibrium)을 할 수 있는 글로벌 데이터베이스이다. GTAP 8에는 2004년, 2007년을 기준으로 57개 산업부문에 대하여 129개 국가의 데이터가 수록되어있으며, 연구자의 목적에 따라 산업부문과 국가를 통합하여 분석에 이용할 수 있다. GTAP 8에 대한 보다 자세한 설명은 미국 퍼듀대학교 GTAP 웹사이트에 있다. <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>

으므로 실질적으로는 51개 국가/지역에 대하여 온실가스 배출량을 도출한다. 본 논문에서 이용된 국가/지역분류는 <표 2-1>과 같이 정리된다.

<표 2-1> 국가/지역 분류

국가/지역분류	
국가/지역	국가/지역
호주	기타 EU회원국
기타 오세아니아	덴마크
중국	핀란드
홍콩	프랑스
일본	독일
한국	그리스
대만	아일랜드
기타 동아시아	이탈리아
기타 서남아시아	네덜란드
인도네시아	포르투갈
말레이시아	스페인
싱가포르	스웨덴
태국	영국
베트남	기타 유럽국가
기타 남아시아	기타 동유럽
인도	러시아
캐나다	기타 서남아시아
미국	이란
멕시코	쿠웨이트
기타 북미지역	카타르
아르헨티나	사우디아라비아
브라질	아랍에미리트
칠레	북아프리카
기타 남미	사하라 이남 지역
기타 중미 및 카리브해 지역	남아프리카
오스트리아	기타 세계지역
벨기에·룩셈부르크	

2. 업종(품목)

업종(품목)분류 역시 GTAP 8의 업종구분을 기본으로 한다. 이때 국제 운송부문의 온실가스 배출 계산시, 실제로 상품의 무역 거래가 이루어져 ‘국제운송’이 발생하는 업종만을 대상으로 하며, 서비스로 분류되는 업종은 생산부문의 온실가스 배출량 계산에만 포함한다. GTAP 데이터베이스는 경제 부문을 57개 업종으로 분류하고 있으며, 이중 42개 업종만이 실제로 상품의 무역거래가 이루어진다.

Cristea et al.(2011)에 의하면 전체 이산화탄소 배출량 집계치는 거래 당사국의 분류보다는 거래되는 상품의 분류 방식에 의해 특히 민감한 영향을 받는다. 따라서 본 논문에서는 이 42개 업종의 이산화탄소 배출량을 모두 도출하고자 하며, 이 업종은 <표 2-2>에 제시되어있다.

본 논문의 업종 분류는 Cristea et al.(2011)의 연구보다 세분화된 것으로, Cristea et al.(2011)은 농업부문을 크게 ‘벌크농업(Bulk Agriculture)’과 ‘가공농업(Processed Agriculture)’로 통합하고 있다. ‘벌크농업’은 가공하기 전의 농업생산부문으로 벼, 밀, 잡곡, 유지 작물, 사탕수수·사탕무, 섬유작물, 기타 식용작물 등의 업종이 통합된 것이고, ‘가공농업’은 그 외의 농업생산부문으로 채소·과실·견과류, 육우·양·염소·말, 기타 축산물, 낙농, 모·견·누에고치, 도축육, 기타육가공품, 동물성 및 식물성 유지, 유제품, 정미, 설탕, 기타 식료품, 음료 및 담배 등의 업종이 통합된 것이다.

<표 2-2> GTAP의 업종 분류

번호	코드	품 목	번호	코드	품 목
1	pdr	벼	30	lum	목재 및 목재 제품
2	wht	밀	31	ppp	종이, 인쇄
3	gro	잡곡	32	p_c	석유 및 석탄제품
4	v_f	채소, 과일, 견과류	33	crp	화학, 고무, 플라스틱 산업
5	osd	유지 작물	34	nmm	비금속 광물산업
6	c_b	사탕수수, 사탕무	35	i_s	철강
7	pfb	섬유작물	36	nfm	금속
8	ocr	기타 식용작물	37	fmp	금속 제품
9	ctl	육우, 양, 염소, 말	38	mvh	수송 장비
10	oap	기타 축산물	39	otn	수송장비
11	rmk	낙농	40	ele	전자 기기
12	wol	모, 견, 누에고치	41	ome	기계
13	frs	임업	42	omf	기타 제조업
14	fsh	수산업	43	ely	전력
15	coa	석탄	44	gdt	도시가스
16	oil	석유	45	wtr	수도
17	gas	가스	46	cns	건설
18	omn	기타 광물	47	trd	도소매
19	cmt	도축육	48	otp	기타 운송
20	omt	기타 육가공품	49	wtp	해상 운송
21	vol	동물성 및 식물성 유지	50	atp	항공 운송
22	mil	유제품	51	cmn	통신
23	pcr	정미	52	ofi	금융서비스
24	sgr	설탕	53	isr	보험
25	ofd	기타 식료품	54	obs	기타 사업서비스
26	b_t	음료 및 담배	55	ros	기타 오락서비스
27	tex	섬유	56	osg	공공서비스
28	wap	의류	57	dwe	주거
29	lea	가죽제품			

제 2 절 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출 계산

1. 국제운송부문의 온실가스 배출량 계산 방법론

국제운송부문의 이산화탄소 배출량을 산정하는 방법은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째는 하향식(Top-down)방식으로, 주로 국제운송포럼(ITF)에서 연료 사용량을 바탕으로 온실가스 배출량을 산정하는 방법이고, 두 번째는 본 논문에서 이용하고자 하는 상향식(Bottom-up)계산 방법이다.

하향식(Top-down) 방식은 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA) 등에서 발표하는 각 운송부문별 화석연료 사용량에 온실가스 배출계수를 곱하는 방식이다. 이 방식을 사용하는 경우, 특정 연도의 총 온실가스 배출량을 쉽게 파악할 수 있는 반면 두 가지 문제점이 있다. 우선 도로와 철도의 경우, 국가 간 운송 과정에서 사용되는 연료량과 국내 운송에서 사용되는 연료량이 구분되지 않는 문제가 있다. 따라서 인접 국가/지역 간 무역이 상당부분 도로와 철도로 이루어지는 경우, 이로부터 발생하는 온실가스배출량을 파악하기 어렵다. 만약 이를 누락한 채 국제 운송부문에서 발생하는 온실가스 배출량만을 대상으로 분석을 시행할 경우, 유럽이나 북미같이 육로 운송 비중이 타 국가/지역에 비하여 상대적으로 높은 국가의 국제운송부문 온실가스 배출량은 과소평가될 수 있다.

두 번째 문제는 항공과 해양 운송으로부터 발생하는 온실가스 배출량 역시 어느 경로에서 어느 정도의 연료가 사용되는지 파악하기 어렵다는 점이다. 즉, 특정 상품의 무역 흐름별로 연료가 어떻게 사용되었는지 알 수 없기 때문에 교역 형태의 변화로 인한 온실가스배출량 변화를 예측하는 데에는 한계가 있다.

반면 상향식 방법은 앞서 언급한 Cristea et al.(2011)의 연구에서 이용한 방법이며 업종별, 운송유형별, 거래국가/지역별 배출계수를 이용하여 무역 흐름별 온실가스배출량을 파악할 수 있다는 점에서 장점이 있다. 또한 Cristea et al.(2011)의 연구 결과는 하향식 방법을 이용한 국제운송포

럼(ITF)의 통계와 비슷한 결과가 도출되었음을 밝히고 있으며, 이 방식을 사용할 경우 국제무역이 변화함에 따라 국제운송과정에서 발생하는 온실가스배출량 변화를 예측해볼 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서 이용한 상향식 계산 방법은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다. 즉, 상품(품목) g 가 출발지(수출국) o 에서 도착지(수입국) d 로 운송수단 m 을 이용해 운송될 때의 온실가스 배출량을 다음과 같이 계산할 수 있다.⁵⁾

$$(1) E_{odg}^T = \sum_m VAL_{odg} \times WV_{og} \times QS_{odg}^m \times DIST_{od}^m \times e^m \\ = VAL_{odg} \times e_{odg}^T$$

단, VAL_{odg} = 무역거래금액, WV_{og} = 단위금액 당 중량(kg),

QS_{odg}^m = (중량 중) m 번째 운송수단이 사용되는 비율,

$DIST_{od}^m$ = m 번째 운송수단이 적용된 거리(km)

e^m = m 번째 운송수단의 kg-km당 온실가스 배출계수

$$e_{odg}^T = \sum_m WV_{og} \times QS_{odg}^m \times DIST_{od}^m \times e^m, \text{ 배출집약도 계수}$$

수출국 o 의 국제운송부문 배출량은 식 (1)의 배출량을 수입국과 제품별로 모두 더해 다음과 같이 도출한다.

$$(2) E_o^T = VAL_o \times e_o^T = VAL_o \times \sum_{d,g} s_{odg} \times e_{odg}^T$$

s_{odg} : 수출국 o 의 거래에 있어 수입국 d 로 수출된 업종 g 가 차지하는 비중

$$VAL_o = \sum_{d,g} VAL_{odg}$$

마찬가지로, 식 (1)을 수출국과 제품에 대해 더해줄 경우 수입국별 국제운송의 온실가스 배출량을, 그리고 수입국과 수출국에 대해 더해줄 경우 업종별 국제운송에 따른 온실가스 배출량을 구할 수 있다.

5) 자세한 내용은 Cristea et al.(2011) 참조.

한편, 식 (1)에서 e^m 는 단위당 배출계수를 말하는데, 앞서 언급하였듯이 교토의정서에서 지정한 6종의 온실가스 전체를 의미하는 것이 아니라 이산화탄소 배출량만을 의미한다. 전체 온실가스 배출량을 알기 위해서는 운송수단별로 각각의 온실가스에 대한 배출량 정보가 필요하나, 이와 관련한 신뢰할 만한 자료가 구축되어있지 않으므로 본 연구에서는 이산화탄소 배출계수만을 이용하였다. 그러므로 본 연구의 결과는 국제무역으로 인해 발생하는 수송 부문의 이산화탄소 배출량을 의미한다.

배출집약도(emission intensity, e_{odg}^T)란 단위 금액당 이산화탄소 배출량을 의미하는 것으로, 본 연구에서는 US달러당 이산화탄소 배출량(g)을 의미한다(g/USD). 이 배출집약도는 각 국가별 온실가스 배출량을 비교할 수 있는 수단이라는 점에서 의미가 있다. 국제운송의 온실가스 배출량을 결정하는 요인 중 무역거래금액을 제외함으로써, 수출입금액의 크기가 온실가스 배출량에 미치는 영향을 제거할 수 있는 것이다. 요컨대 각 국가/지역의 무역 규모와 경제 규모를 고려함으로써, 이들 간의 온실가스 배출 효율을 직접적으로 비교할 수 있게 해준다. 뿐만 아니라, 이후의 절에서 진행될 CGE분석에서 배출집약도는 국가/지역별, 업종별 온실가스 배출량 변화를 파악하는데 필요한 파라미터의 역할을 한다.

2. 생산부문의 온실가스 배출량 계산 방법론

생산부문의 온실가스 배출량은 GTAP 8의 데이터베이스에 수록된 자료를 이용하여 계산하도록 한다. 이는 기존의 자료들이 GTAP 데이터베이스의 기준에 맞추어 분류되어있기 때문에 자료 간의 일관성을 유지하기 위함이다. 또한 향후 수행하고자 하는 시뮬레이션 분석 역시 GTAP의 데이터베이스 자료를 기준으로 하고 있으므로 온실가스 배출량의 변화량을 계산하기 위하여 GTAP의 자료를 이용한다.

GTAP에 수록된 온실가스 배출량은 각 산업에서 이용한 화석연료(석탄, 가스, 석유, 석유 및 석탄제품, 도시가스)에 이산화탄소 배출계수를 곱하여 도출한 것이다. 본 논문에서는 각 국가/지역의 각 업종별 생산 과정에

서 소비되는 에너지를 기초로 하여 온실가스배출량을 이산화탄소톤으로 환산한 자료를 이용한다.⁶⁾

이를 이용하여 수출국별로, 각 업종부문에서 발생하는 온실가스 배출량을 생산액으로 나눈 것이 생산부문의 온실가스 배출집약도이며, 계산식은 식 (3)과 같다.⁷⁾

이때 생산부문의 온실가스 배출량은 서비스업종을 모두 포함하여 57개 업종부문 전체에 대하여 고려하도록 한다. 서비스업에는 전력업종과 운송업종이 포함되는데, 이들 업종은 서비스업종 중에서도 온실가스 배출량이 많은 업종이다. 특히 전력 부문을 제외하는 경우 생산부문의 온실가스 배출량이 과소평가될 수 있다.

다만 운송업종은 GTAP의 ‘운송마진’이라는 항목이 포함되기 때문에 국제운송부문의 온실가스 배출량이 어느 정도 중복되어 계산될 우려가 있다. ‘운송마진’이란, 운송업종이 생산하는 서비스를 국외로 수출하는 것으로, 예컨대 우리나라의 운송 업체가 외국으로의 운송 서비스를 제공하는 행위를 포함하는 것이다.⁸⁾ 따라서 운송업종이 생산하는 서비스에는 국제운송 역시 포함되어 있기 때문에, 앞 소절에서 언급한 국제운송부문의 온실가스 배출량과 다소 중복 계산될 소지가 있다. 그러나 운송업종이 제공하는 서비스에는 국내 운송 역시 포함되어있으나 이를 국제운송에 제공하는 것과 구분하기가 어렵고, 또한 운송마진이 어느 국가로 어느 정도 수출되는지 역시 파악하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 국제운송부문과 생산부문에서의 온실가스가 다소 중복되어 계측될지라도, 생산부문의 모든 서비스 업종을 포함하도록 한다.

$$(3) e_{og}^Y = MDF_{og} / VOM_{og}$$

e_{og}^Y : 생산부문 이산화탄소 배출집약도(수출국 기준)

MDF_{og} : 각 국가/지역별, 업종별 이산화탄소 배출량(Mt eq-CO₂)

6) GTAP ver.8 데이터베이스의 HAR 파일 중 CO₂ 파일에 이산화탄소 배출량 관련 자료가 있으며, 본 연구에서는 MDF(emission from domestic products in current production)자료를 이용하였다.

7) 자세한 사항은 Cristea et al.(2011) 참조.

8) 자세한 사항은 Dimaranan, Betina V. and Robert A. McDougall (2002) 참조.

VOM_{og} : 각 국가/지역별, 업종별 국내 생산액(시장가격 기준)

수입국의 생산부문 온실가스 배출집약도는 식 (3)을 그대로 이용하여 도출할 수 있다. 이때 GTAP 데이터베이스에는 각 국가의 업종별 국내 생산에서 발생하는 온실가스 배출량 정보뿐이므로, 수입국의 측면에서 생산부문의 온실가스 배출량을 도출하기 위해서는 한 가지 계산 절차가 필요하다. 즉, 우선 수출국이 각 업종별 상품을 다른 국가/지역으로 수출하는 총금액 중 해당 수입국가/지역이 차지하는 비중을 구한다. 그리고 이 비중을 수출국의 산업별 온실가스 배출량에 곱하여 수입국/수입지역별 온실가스 배출량을 구할 수 있다. 따라서 수출국으로부터 수입국으로 각 업종별 상품이 운송되는 흐름에 따라 수출국의 온실가스 배출량의 흐름을 재구성할 수 있다. 이는 식 (4)로 표현할 수 있다.

$$(4) e_{dg}^Y = [\sum_o (MDF_{og} \times s_{odg})] / [\sum_o M_{odg}]$$

e_{dg}^Y : 생산부문 온실가스 배출집약도(수입국 기준)

s_{odg} : o 국가/지역이 g 상품을 수출하는 총금액 중, d 국가/지역으로 수출하는 금액의 비중

M_{odg} : d 국가/지역이 o 국가/지역으로부터 g 업종의 상품을 수입하는 금액

3. 온실가스 배출집약도의 이용

온실가스 배출집약도는 앞서 언급하였듯, 본 논문의 뒷부분에서 진행할 CGE 분석에서 각 국가/지역별 온실가스 배출 변화량을 파악하는데 필요한 파라미터이다. 즉, 생산부문과 국제운송부문의 온실가스 배출집약도는 각 국가/지역별, 그리고 업종별로 고정되어있다고 가정한다. 따라서 CGE 분석을 통하여 업종별 생산액과 무역거래금액의 변화량을 파악하고, 이에 온실가스 배출집약도를 곱하여 온실가스 배출량 변화를 파악한다. 이를 수식으로 표현하면 식 (5), (6)과 같다.

$$(5) \Delta E_{og}^Y = \Delta Y_{og}^Y \times e_{og}^Y$$

ΔE_{og}^Y : 수출국/지역별, 업종별 생산부문 온실가스 배출량 변화량
 ΔY_{og}^Y : 수출국/지역별, 업종별 생산액 변화량
 e_{og}^Y : 수출국/지역별, 온실가스 배출집약도

$$(6) \Delta E_{odg}^T = \Delta VAL_{odg} \times e_{odg}^T$$

ΔE_{odg}^T : 수출-수입 국가/지역별, 업종별 국제운송부문 온실가스 배출량 변화량
 ΔVAL_{odg} : 수출-수입 국가/지역별, 업종별 무역거래금액 변화량
 e_{odg}^T : 수출-수입 국가/지역별, 업종별 국제운송부문 온실가스 배출 집약도

이와 같이 생산부문과 국제운송부문의 배출집약도가 고정되어있다고 보는 것은 물론 한계점이 있다. 배출집약도를 고정하는 것은 국제운송의 시스템이 변화하지 않는다고 가정하는 것이다. 즉, 연료의 수요 변화나 연료/탄소에 대한 세금 부과로 인한 연료의 가격 변화가 각각의 운송수단의 이용 변화에 미치는 영향까지는 반영할 수 없다. 또한 운송부문의 기술변화로 인한 외생적인 변화 역시 파악할 수 없다(Cristea et al.(2011)). 그러나 몇 가지 가정 하에서 식 (5), (6)의 방법은 유의미할 수 있다. 즉, 한·중·일 FTA체결이 각 국가/지역이 운송수단을 이용하는 비용을 크게 증가시키지 않는다고 가정하는 경우이다. 또한 국가/지역 간 운송수단의 이용은 지리적 제약이 작용하고, 각 업종의 상품의 특성상 운송수단의 대체가 용이하지 않는다는 가정이 있다면, 위의 방법 역시 온실가스 배출변화를 살피는데 나름 유용한 방법이라고 볼 수 있다.

4. 이용 자료

가. 국가/지역별 무역거래금액

국제운송에 따른 이산화탄소 배출량(E_{odg}^T)을 도출하기 위해서는 국가/지역별 무역거래금액(VAL_{odg})자료가 필요하며, 이는 GTAP 8 데이터베이스로부터 얻을 수 있다. 본 연구에서는 GTAP 8 데이터베이스에서 제공하는 국가/지역 간 업종별 무역거래금액 자료 중, VXMD(Bilateral exports at market prices)자료를 이용한다. 이는 뒤에서 수행하는 CGE모형에서 이 자료가 무역부문의 기초자료로 이용되기 때문이다.

나. 중량환산지수

중량환산지수는 위의 42개 업종과 51개의 국가/지역별로 무역거래금액을 중량으로 환산하는 지수이며, 단위금액 당 중량(kg/USD)으로 타나난다. 본 논문에서는 당초 Cristea et al.(2011)의 연구와 같이 US Import and Export Merchandise, ALADI, Eurostat 등의 데이터베이스를 이용하여 2007년의 자료를 확보할 계획이었으나, Eurostat의 경우 EU국가 간의 거래금액과 중량 자료를 제공하지 않아 자료 확보에 어려움이 있었으며, ALADI 역시 자료의 접근이 용이하지 않았다.

이 같은 자료의 제한으로 인하여, 본 논문에서는 Cristea et al.(2011)의 연구에 사용된 중량환산지수(WV_{og})의 공개된 자료를 이용하였다.⁹⁾ 다만 Cristea et al.(2011)에서는 40개 지역과 23개 업종 자료를 이용한 반면 본 연구에서는 51개 지역과 42개 업종 자료를 이용하였기 때문에 원 자료의 중량환산지수(WV_{og})를 수정할 필요가 있었다. 수정사항은 업종의 경우 <표 2-3>, 국가/지역의 경우 <표 2-4>과 같다.¹⁰⁾

9) 사이트 주소 : <http://www.krannert.purdue.edu/faculty/hummelsd/datasets.asp>

10) ‘석탄’에 대한 분류는 Cristea et al.(2011)논문에 언급된 바가 없어 임의로 ‘비금속 광물(Mineral)’로 분류하였다.

<표 2-3> 중량환산지수 원 자료 수정사항(업종분류)

품 목 분 류			
Cristea et al.(2011)	GTAP 업종		
별크농업	1	pdr	벼
	2	wht	밀
	3	gro	잡곡
	5	osd	유지작물
	6	c_b	사탕수수·사탕무
	7	pfb	섬유작물
	8	ocr	기타 식용작물
	가공농업	4	v_f
9		ctl	육우·양·염소·말
10		oap	기타 축산물
11		rmk	낙농
12		wol	모·견·누에고치
19		cmt	도축육
20		omt	기타 육가공품
21		vol	동물성 및 식물성 유지
22		mil	유제품
23		pcr	정미
24		sgr	설탕
비금속 광물	25	ofd	기타 식료품
	26	b_t	음식료 및 담배
	15	col	석탄
	18	omn	기타 비금속 광물

중량환산지수(WV_{og}) 수정의 한 예를 보면, Cristea et al.(2011)에서는 별크농업에 해당하는 지수를 본 논문에서는 하위항목인 벼, 밀, 잡곡, 유지작물, 사탕수수·사탕무 등에 적용하였다. 국가/지역분류 역시 비슷한 절차를 적용하였는데, Cristea et al.(2011)의 말레이시아-인도네시아에 해당하는 지수를 본 연구의 인도네시아와 말레이시아에 모두 적용하였다. 이는 통합된 업종의 중량환산지수가 하위 업종의 평균적인 중량환산지수라는 가정을 전제한다.

<표 2-4> 중량환산지수 원 자료 수정사항(국가/지역분류)

국 가 분 류	
Cristea et al.(2011)	해당 국가/지역
오세아니아 국가	호주
중국 · 홍콩	중국
	홍콩
말레이시아 · 인도네시아	인도네시아
	말레이시아
기타 동남아시아	태국
	베트남
	기타 동남아시아
중동 및 북아프리카	이란
	쿠웨이트
	카타르
	사우디아라비아
	아랍에미리트

다. 운송수단별 사용비율

운송수단별 사용비율은 특정 업종을 수출국이 수입국으로 운반하는 데 있어 각 운송수단이 차지하는 비중을 말한다. 운송수단은 크게 항공, 해양, 육로로 구분할 수 있고, 혼란을 피하기 위해 육로는 다시 철도와 도로로 구분하였다. 운송수단비율도 위와 마찬가지로 GTAP의 42개 업종, 51개의 지역 및 국가/지역분류를 기반으로 하였다. 이 자료 역시 중량환산지수와 마찬가지로 Cristea et al.(2011)의 공개된 자료를 이용하였고, 본 연구의 업종과 국가/지역분류에 맞게 수정하였다.

라. 운송수단이 적용된 거리

본 논문에서는 각 운송수단별 이산화탄소배출량을 계산하고자 하므로, 도로, 철도, 항공, 해상 운송수단의 운행 거리 자료가 필요하다. 이 중 도로, 철도, 항공운송의 경우 프랑스국제경제연구소(French Centre d'Etudes

Prospectives et d'Informations Internationales, CEPII¹¹⁾)의 자료를 그대로 이용하였다. 프랑스국제경제연구소는 225개 국가의 수도 혹은 경제중심지를 기준으로 하여 위도와 경도를 바탕으로 한 구면거리를 제공하고 있으며, 이를 본 논문의 국가/지역구분에 맞추어 재정리하였다. 이때 여러 국가가 하나의 지역으로 분류되는 경우, 세계은행의 2010년 지표를 바탕으로 무역량이 가장 많은 국가를 해당 지역의 대표 국가로 설정하여 운송수단의 운행 거리를 계산하였다(〈표 2-5〉). 이러한 방법을 적용한 까닭은, 본 연구에서 도출하고자 하는 국제운송부문의 이산화탄소배출량에서 무역거래량이 중요한 역할을 하기 때문이며, 이로써 다양한 국가를 지역으로 묶어서 발생하는 거리 오차를 줄일 수 있기 때문이다.

11) CEPII의 자료는 <http://www.cepii.fr/anglaisgraph/bdd/distances.htm>에서 구할 수 있다.

<표 2-5> 거리계수 추정에 이용된 국가

No	국 가 분 류	대표국가	No	국 가 분 류	대표국가
1	호주		28	기타 EU회원국	폴란드
2	기타 오세아니아	뉴질랜드	29	덴마크	
3	중국		30	핀란드	
4	홍콩		31	프랑스	
5	일본		32	독일	
6	한국		33	그리스	
7	대만		34	아일랜드	
8	기타 동아시아	몽고	35	이탈리아	
9	기타 서남아시아	필리핀	36	네덜란드	
10	인도네시아		37	포르투갈	
11	말레이시아		38	스페인	
12	싱가포르		39	스웨덴	
13	태국		40	영국	
14	베트남		41	기타 유럽국가	스위스 (노르웨이)
15	기타 남아시아	파키스탄	42	기타 동유럽	터키
16	인도		43	러시아	
17	캐나다		44	기타 서남아시아	이스라엘
18	미국		45	이란	
19	멕시코		46	쿠웨이트	
20	기타 북미지역		47	카타르	
21	아르헨티나		48	사우디아라비아	
22	브라질		49	아랍에미리트	
23	칠레		50	북아프리카	모로코
24	기타 남미	베네수엘라	51	사하라 이남 지역	나이지리아
25	기타 중미 및 카리브해 지역	파나마	52	남아프리카	
26	오스트리아		53	기타 세계지역	
27	벨기에·룩셈부르크	벨기에			

주 : 기타 동아시아, 기타유럽국가의 대표국가 열의 괄호는 해운거리 계산 시 이용된 국가임

해상운송은 통상적으로 여러 중간기항지를 거치는 경우가 많기 때문에, 국가 간의 직선거리보다 실제 운송거리가 더 길다는 문제가 있다. 본 논문에서는 자료의 제약으로 인하여 Hummels and Schaur(2012)에서 이용한 Port2Port Evaluation Tool의 국제배선일정 대신, 해운회사들의 항로 자료를 바탕으로 거리를 계산하였다.

거리계산에 이용한 해운회사는 영국과 프랑스를 기점으로 하는 CMA CGM, 호주의 SWIRE SHIPPING, 미국의 Georgia Ports Authority이며 이 중 다양한 항로를 보유한 CMA CGM의 자료를 주로 활용하였다. 운송경로는 실제 항로를 바탕으로 계산하거나 기존의 항로를 조합하여 계산하였고, 나머지는 주요 경유지인 파나마 운하, 이집트 등을 경유하도록 하여 설정하였다.

한편, <표 2-5>에서 기타 동아시아의 대표국가인 몽고와 기타유럽국가의 대표국가인 스위스는 내륙 국가이므로 해운을 이용할 수 없다. 이러한 경우 기존의 대표국가 외에 무역량이 많은 국가 중 바다와 접해있는 나라를 대표국가로 설정하였다. 이와 같은 방법을 이용하여 자료의 제약을 극복하려 하였으나, 전체 해운의 배선일정을 이용할 수는 없었으므로 실제 운항 거리와 차이가 있을 수 있다.

마. 운송유형별 이산화탄소 배출계수

운송수단별로 온실가스 배출량을 계산하기 위해서는 각 운송수단의 kg-km 온실가스 배출계수가 필요하다. 이는 각 운송수단이 1kg 중량의 물건을 1km 운반했을 때 발생하는 이산화탄소배출량을 그램(gram)으로 표시한 것이다.

본 논문에서는 Cristea et al.(2011)의 연구에서 사용한 이산화탄소배출계수 자료를 그대로 이용하였다. 이는 Cristea et al.(2011)의 자료가 현재로서는 가장 최신의 자료이고, 각 운송수단의 유형별로 배출계수가 잘 정리되어있기 때문이다. <표 2-6>은 이를 정리한 것이다.

<표 2-6> 운송유형별 이산화탄소 배출계수

해상운송			
선박 유형	배출계수 (CO ₂ gr/ ton-km)	산업 부문	자료원
Bulk	4.5	별크농업, 임업, 석탄, 기타광물, 석유 및 석탄제품 가공농업, 수산업, 섬유, 의류, 가죽, 목재 및 목재 제품, 철강, 비금속 제품, 철강제품, 자동차, 기타수송장비, 전자기기, 기타 제조업 석유 가스 석유(정제) 화학, 고무 제품	University of Athens (2008)
Container	12.1		
Oil Tanker	5		
LNG	16.3		
LPG	12.7		
Chemical	10.1		
육로운송			
운송 유형	배출계수 (CO ₂ gr/ ton-km)		자료원
도로	119.7		Giannouli and Mellios, EEA(2005)
철도	22.7		
항공운송			
항공기 유형	배출계수 (CO ₂ gr/ ton-km)		자료원
보잉747	552		Maersk Line(2007) Cristea et al.(2011)
US Cargo Fleet	950		

자료 : Cristea et al.(2011)

해상운송의 배출계수는 University of Athens(2008)에서 발간한 ‘Ship Emissions Study’의 자료가 현재 얻을 수 있는 최신의 연구이므로, 여기서 제시하는 배출계수를 기준으로 하였다. University of Athens(2008)

은 무역에 이용되는 선박을 bulk, container, oil tanker, LNG, LPG, chemical, Reefer, RO-RO 등 8가지로 분류하고 있으며, 이는 다시 선박의 용적에 따라 총 38개의 세부 분류로 나누고 있다. 그러나 수출입 선단에 속해 있는 선박의 세부 사항을 파악하기 어려운 점을 감안하여, Cristea et al.(2011)에서는 8가지의 대분류 내의 세부 분류를 가중 평균하여 각 대분류별로 배출계수를 계산하였다. 그런데 8가지 대분류 중 Reefer, RO-RO 선박은 특별한 목적이 아니면 이용되지 않으므로 수출입 전체에서 차지하는 비중이 적다. 따라서 최종적으로 Cristea et al.(2011)의 연구에 제시된 6가지 선박 종류의 배출계수를 활용하였다.

육로운송의 경우, Giannouli and Mellios(2005)의 ‘Overall Energy Efficiency and Specific CO2 Emissions for Passenger and Freight Transport’ 연구 결과를 활용하였다. 이 연구는 1990년부터 2004년까지 유럽 15개 국가에서 측정된 도로와 철도운송의 배출계수를 제시하고 있으며, 본 논문에서는 가장 최근 자료인 2004년 자료를 이용하도록 한다.

항공운송은 Maersk Line(2007)과 Cristea et al.(2011)의 자료를 이용하였다. 그런데 항공운송의 배출계수에 대한 연구별로 배출계수가 지나치게 상이하다는 문제가 발생하였는데, Cristea et al.(2011)의 연구에서처럼

Maersk Line(2007)의 결과를 ‘Low Emissions Scenario’ 로, Cristea et al.(2011)의 분석 결과를 ‘High Emissions Scenario’ 로 간주하여 온실가스 배출량을 계산하였다.¹²⁾ 따라서 ‘Low Emissions Scenario’ 에서는 항공부문에 낮은 배출계수인 552g/ton-km를, ‘High Emissions Scenario’ 에서는 높은 배출계수인 950g/ton-km를 이용하였다.

12) 자세한 내용은 Cristes et al.(2011)의 연구를 참조.

5. 온실가스 배출량 및 배출계수 결과

가. 국제운송부문 온실가스 배출량

한국, 중국, 일본을 비롯하여, 온실가스 배출 총량이 가장 많은 미국의 운송수단별 온실가스 배출량이 <표 2-7>에 제시되어있다.¹³⁾ <표 2-7>은 각 국가/지역이 수출국의 입장에 있을 때 발생하는 온실가스 배출량을 나타낸다. ‘Low’는 항공부문에 낮은 수준의 배출계수인 552(g/ton-km)를 적용한 경우이며, ‘High’는 항공부문에 높은 수준의 배출계수인 950(g/ton-km)을 적용한 경우이다. 따라서 ‘총합(Low)’는 해양, 철도, 도로 운송에서 발생하는 온실가스 배출량에 항공(Low)을 더한 것이다.

우리나라는 국제운송의 측면에서 보면, 온실가스 배출 총량이 중국과 일본을 상회하는데, 이는 우리나라가 수출 과정에서 상대적으로 항공운송의 비중이 높아서 항공부문에서 발생하는 온실가스 배출량이 많기 때문이다. 특히 항공부문의 온실가스 배출계수는 여타 운송수단에 비하여 월등히 높기 때문에, 항공운송의 이용 비중이 큰 국가일수록 상대적으로 더 많은 온실가스를 배출한다. 미국 역시 항공부문에서 발생하는 온실가스 배출량이 월등히 많아 총량 역시 가장 많은 국가이다.

<표 2-7> 주요 국가의 국제운송부문 온실가스 배출량(수출국)

(단위 : 백만 톤)

	해양	철도	도로	항공 (Low)	총합 (Low)	항공 (High)	총합 (High)
중국	46.4	0.0	2.1	32.0	80.5	55.0	103.6
일본	21.1	0.0	0.0	50.1	71.3	86.3	107.4
한국	36.9	0.0	0.0	76.4	113.3	131.4	168.4
미국	170.0	2.0	201.8	618.7	992.4	1064.8	1438.5
그 외 국가	562.2	11.7	231.7	170.8	976.3	294	1099.4
세계	836.6	13.7	435.6	948.0	2233.8	1631.5	2917.3

주 : 항공(Low)는 항공부문에 낮은 수준의 배출계수를 적용한 경우이며, 항공(High)는 높은 수준의 배출계수를 적용한 경우임

13) 모든 분석 대상 국가의 온실가스 배출량은 부록에 제시한다.

<표 2-8>은 한·중·일 삼국을 포함하여, 온실가스 배출량이 상대적으로 많은 미국이 수입국의 입장에 있는 경우의 운송부문별 온실가스 배출량을 제시한 것이다. 각 국가들이 수입국의 입장에 있는 경우이며, 이외의 사항은 <표 2-7>과 동일하다.

수입국의 측면에서 보면, 한국은 일본과 중국에 비하여 국제운송부문의 온실가스 배출량은 상대적으로 적은 편이다. 이는 우리나라가 수입 과정에서 항공운송보다는 해상운송의 이용 비중이 높기 때문으로 보인다. 미국은 수출국의 입장일 때와는 달리, 수입국의 입장에 있는 경우에 온실가스 배출량이 많지는 않지만, 여전히 세계에서 가장 많은 양을 배출하는 국가이다.

<표 2-8> 주요 국가의 국제운송부문 온실가스 배출량(수입국)

(단위 : 백만 톤)

	해양	철도	도로	항공 (Low)	총합 (Low)	항공 (High)	총합 (High)
중국	104.6	0.1	3.2	65.0	172.8	111.9	219.7
일본	106.0	0.0	0.0	97.4	203.5	167.7	273.7
한국	46.4	0.0	0.0	50.6	97.0	87.1	133.4
미국	117.8	1.7	12.6	95.4	227.5	164.3	296.3
그 외 국가	461.8	11.9	419.8	639.6	1533	1100.5	1994.2
세계	836.6	13.7	435.6	948.0	2233.8	1631.5	2917.3

주 : 항공(Low)는 항공부문에 낮은 수준의 배출계수를 적용한 경우이며, 항공(High)는 높은 수준의 배출계수를 적용한 경우임

이와 같이 국제운송부문에서 발생하는 온실가스 배출량을 국가/지역 간에 비교하는 경우 한 가지 주의해야하는 점이 있다. 식 (1)에서 설명하였듯이, 총 배출량에 영향을 미치는 요인은 무역거래금액, 중량환산지수, 각 운송수단별 사용 비중, 그리고 온실가스 배출계수 등 다양하다. 따라서 특정 국가/지역의 무역거래금액이 더 크더라도 온실가스 배출집약도가 매우 작은 경우에는 총 배출량이 작을 수 있다.

뿐만 아니라, 수출액이 수입액보다 더 큰 무역흑자국가의 경우 역시 거래금액만으로는 온실가스 배출량의 규모를 파악하기 어렵다. 즉, 수출국의 입장에서 본 배출집약도가 수입국의 입장에서 본 배출집약도보다 작은

경우, 수출액의 규모가 더 커도 수출국의 입장에서는 총 배출량이 작을 수 있다.(식 (1)) 주요 국가의 온실가스 배출집약도는 <표 2-12>와 <표 2-13>에 제시한다.

<표 2-9>는 각 업종의 운송수단별 온실가스 배출량을 전 세계 국가/지역을 기준으로 나타낸 것으로, 역시 ‘Low’ 는 항공부문에 낮은 수준의 이산화탄소 배출계수를 적용한 경우이며, ‘High’ 는 높은 수준의 이산화탄소 배출계수를 적용한 경우이다. 농업부문은 상대적으로 배출 총량이 적은 편이며, 화학, 고무, 플라스틱 산업과 전자기기 등 제조업 부문의 온실가스 배출량이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 특히 이들 제조업 부문은 항공운송으로부터 발생하는 온실가스 배출량의 비중이 큰 것으로 나타났다.

<표 2-9> 업종의 운송수단별 온실가스 배출량

(단위 : 백만 톤)

	해양	철도	도로	항공 (Low)	총합 (Low)	항공 (High)	총합 (High)
벼	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2
밀	3.3	0.2	1.1	0.3	4.9	0.6	5.2
잡곡	3.2	0.3	1.3	0.8	5.7	1.4	6.2
채소, 과실, 견과류	4.4	0.1	5.9	1.7	12.2	3.0	13.4
유지 작물	5.3	0.3	0.8	1.0	7.4	1.8	8.2
사탕수수, 사탕무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
섬유작물	1.3	0.1	0.2	0.3	1.9	0.4	2.1
기타 식용작물	2.5	0.1	2.1	3.7	8.4	6.4	11.1
육우, 양, 염소, 말	0.3	0.0	0.8	0.1	1.2	0.2	1.2
기타 축산물	1.3	0.0	1.0	0.4	2.7	0.7	3.0
낙농	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
모, 견, 누에고치	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.4
임업	3.0	0.5	2.7	1.5	7.7	2.6	8.7
수산업	0.1	0.0	0.3	2.2	2.6	3.7	4.2
석탄	40.5	0.5	4.6	3.8	49.4	6.6	52.1
석유	129.4	1.5	29.4	0.0	160.2	0.0	160.2
가스	47.3	0.3	104.6	0.0	152.2	0.0	152.2
기타 광물	102.3	2.3	15.0	6.1	125.8	10.6	130.2
도축육	2.7	0.1	1.8	0.5	5.1	0.9	5.5
기타 육가공품	4.2	0.1	2.9	1.0	8.1	1.8	8.9
동물성 및 식물성 유지	9.1	0.0	2.1	1.0	12.3	1.8	13.1
유제품	2.6	0.1	3.5	0.5	6.7	0.9	7.1
정미	1.0	0.0	0.3	0.1	1.4	0.2	1.5
설탕	1.9	0.0	0.7	0.3	2.9	0.4	3.1
기타 식료품	14.8	0.3	12.1	4.3	31.5	7.4	34.7
음료 및 담배	5.4	0.1	5.2	1.9	12.6	3.3	14.0
섬유	5.7	0.0	5.9	11.7	23.2	20.1	31.6
의류	1.2	0.0	0.7	11.0	13.0	19.0	20.9
가죽제품	1.5	0.0	1.0	5.2	7.7	8.9	11.4
목재 및 목재 제품	11.2	0.4	10.0	2.5	24.1	4.4	26.0
종이, 인쇄	22.4	0.6	15.8	11.7	50.5	20.1	58.9
석유 및 석탄제품	125.0	1.5	21.9	8.4	156.8	14.4	162.8
화학, 고무, 플라스틱산업	95.7	1.2	68.5	70.1	235.4	120.6	286.0
비금속 광물산업	17.4	0.4	14.1	7.2	39.1	12.3	44.2
철강	40.9	1.4	18.9	6.4	67.6	11.0	72.2
금속	17.9	0.2	9.5	11.5	39.1	19.7	47.4
금속 제품	24.2	0.1	26.2	109.4	159.9	188.2	238.7
수송 장비	8.9	0.4	9.9	17.9	37.2	30.8	50.1
수송장비	3.2	0.1	1.0	15.5	19.8	26.6	30.9
전자 기기	18.9	0.0	5.1	310.2	334.1	533.8	557.8
기계	52.6	0.2	27.2	306.7	386.7	527.9	607.9
기타 제조업	3.5	0.0	1.4	11.0	16.0	19.0	24.0
총합	836.6	13.7	435.6	948.0	2233.8	1631.5	2917.3

나. 생산부문 온실가스 배출량

국가/지역별 생산부문 온실가스 배출량(2007년 기준)이 <표 2-10>에 정리되어있다. 이는 GTAP 8 데이터베이스에 내장되어있으며, 각 업종별로 생산과정에서 발생하는 온실가스 배출량만을 대상으로 하므로 민간과 정부의 소비 과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 포함하지 않는다. 또한 GTAP의 데이터베이스는 연료사용량에 온실가스 배출계수를 곱하여 배출량을 도출하므로, 국제운송부문에서 이산화탄소 배출량만을 대상으로 하는 것과는 달리 모든 종류의 온실가스를 대상으로 한다.

국가별 온실가스 배출량을 보면, 중국이 약 4,752백만 톤을 배출하여 배출 규모가 가장 큰 국가였다. 또한 미국 역시 약 4,168백만 톤으로 전세계에서 두 번째로 배출 규모가 큰 국가이다. 우리나라는 약 144백만 톤을 배출하여 생산부문에서는 상대적으로 적은 양을 배출하고 있다.

<표 2-11>은 GTAP 8 데이터베이스의 자료를 업종별로 정리한 것이다. 이를 보면, 전력 부문이 약 9,286백만 톤을 배출하여 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 운송서비스를 제공하는 업종 역시 많은 비중을 차지하고 있다. 다만 앞서 언급하였듯, 운송업종에서 발생하는 온실가스는 국제운송과정에서 발생하는 온실가와 다소 중복될 수 있다. 다만 육로운송을 포함하고 있는 ‘기타수송’ 업종의 온실가스 배출량은 약 2,441백만 톤으로, <표 2-9>에서 제시한 총 육로 운송의 배출량인 450백만 톤보다 약 5.4배 높은 수치이다. 즉, 생산부문의 ‘기타수송’ 업종의 배출량은 주로 국내운송으로부터 발생한 온실가스를 포함하는 것으로 보인다.

<표 2-10> 국가별 생산부문 온실가스 배출량

(단위 : 백만 톤)

국가	배출량	국가	배출량	국가	배출량
호주	316.9	멕시코	258.9	스페인	122.8
기타 오세아니아	23.7	아르헨티나	125.4	스웨덴	21.6
중국	4751.8	브라질	194.7	영국	229.9
홍콩	1.6	칠레	26.6	기타 유럽 국가	110.3
일본	397.1	기타 남아메리카	206.6	기타 동유럽	549.7
한국	143.6	기타 중앙아메리카 및 카리브해	63.9	러시아	1210.3
대만	52.6	오스트리아	17.9	중동국가	299.6
기타 동아시아	69.8	벨기에· 룩셈부르크	31.4	이란	278.1
기타 동남아시아	47.0	기타EU국가	416.4	쿠웨이트	62.9
인도네시아	267.1	덴마크	22.1	카타르	43.8
말레이시아	101.4	핀란드	26.3	사우디 아라비아	257.2
싱가포르	12.5	프랑스	134.0	아랍 에미리트	96.7
태국	145.4	독일	355.5	북아프리카	109.6
베트남	46.5	그리스	82.1	기타 사하라 이남지역	80.0
기타 남아시아	107.1	아일랜드	9.3	남아프리카	299.6
인도	1037.2	이탈리아	148.5	총배출량	18066.8
캐나다	396.6	네덜란드	67.7		
미국	4167.5	포르투갈	20.9		

주 : GTAP 8데이터베이스 VOM(Value of emission) 자료 정리

<표 2-11> 업종별 생산부문 온실가스 배출량

(단위 : 백만 톤)

업종	배출량	업종	배출량	업종	배출량
벼	11.4	동물성 및 식물성 유지	15.3	기계	86.8
밀	24.8	유제품	28.5	기타 제조업	38.4
잡곡	33.9	정미	15.6	전력	9286.4
채소, 과일, 견과류	73.6	설탕	14.3	도시가스	184.3
유지 작물	19.5	기타 식료품	94.8	수도	31.6
사탕수수, 사탕무	5.0	음료 및 담배	51.7	건설	144.6
섬유작물	15.6	섬유	61.4	도소매	211.9
기타 식용작물	25.8	의류	20.8	기타 수송	2440.9
육우, 양, 염소, 말	11.6	가죽제품	6.1	해상운송	286.6
기타 축산물	30.8	목재 및 목재 제품	26.8	항공운송	709.7
낙농	11.7	종이, 인쇄	158.8	통신	20.0
모, 견, 누에고치	2.8	석유 및 석탄제품	654.0	기타 금융서비스	18.4
임업	22.0	화학, 고무, 플라스틱산업	578.4	보험	5.9
수산업	48.2	비금속 광물산업	732.6	기타 사업서비스	99.2
석탄	116.1	철강	606.2	기타 오락서비스	66.3
석유	164.0	금속	105.4	공공서비스	289.9
가스	107.4	금속 제품	53.5	주거	0.1
기타 광물	103.9	수송 장비	31.0	총합	18066.8
도축육	13.7	수송장비	16.4		
기타 육가공품	8.7	전자 기기	23.5		

다. 온실가스 배출집약도

<표 2-12>와 <표 2-13>은 주요 국가들의 온실가스 배출집약도를 제시한 것이다. 배출집약도는 수출 혹은 수입 단위금액(USD)당 온실가스 배출량(그램, gram)을 의미한다. 생산부문은 서비스부문까지 포괄하고 있기 때문에, 생산부문의 배출집약도는 서비스부문에서 발생하는 온실가스를 포함하여 제시하도록 한다.¹⁴⁾

온실가스 배출집약도는 특정 국가/지역이 운송수단을 환경친화적으로 이용하고 있다거나 혹은 온실가스 배출의 측면에서 효율성을 의미하지는 않는다. 즉, 배출집약도는 국가/지역의 지리적 요인과 주요 수출·수입 상품에 의한 운송수단의 정보를 반영하므로, 각 국가/지역의 특성을 나타낸다고 보는 것이 적절할 것이다.

<표 2-12>는 주요국의 배출집약도(낮은 수준)을 나타내고 있다. 우리나라의 국제운송부문 온실가스 배출집약도는 수출국의 입장에 있는 경우 중국이나 일본보다도 높은 수준이며, 수입국의 입장에 있는 경우 중국과 미국보다 높은 수준이다. 이때 국가/지역별 온실가스 배출집약도는 전체 수출·수입액과 전체 온실가스 배출량을 이용하여 도출한 것으로, 업종(품목)을 고려하지 않는다.

<표 2-12> 주요국별 배출집약도 계수(낮은 수준)

국가/지역	배출집약도(CO ₂ g/US\$)		배출집약도(CO ₂ g/US\$)	
	수출국		수입국	
	생산	운송	생산	운송
중국	490.0	74.2	73.0	207.0
일본	46.3	106.1	136.4	372.3
한국	59.8	312.3	176.5	306.4
미국	165.4	974.5	112.7	126.6
전세계	187.2	165.6	187.2	165.6

주 : 항공부문에 낮은 수준의 배출계수를 적용한 경우임

14) 모든 분석 대상인 51개 국가/지역의 자료는 부록에 제시한다. 부록의 표에는 생산부문과 국제운송부문의 총 온실가스 배출집약도가 제시되어있는데, 앞서 언급하였듯이 일부 서비스 업종의 생산에서 국제운송과 중복될 우려가 있어 본문에서는 총 온실가스 배출집약도는 생략하였다.

<표 2-13> 주요국별 배출집약도 계수(높은 수준)

국가 /지역	배출집약도(CO ₂ g/US\$) 수출국		배출집약도(CO ₂ g/US\$) 수입국	
	생산	운송	생산	운송
중국	490.0	95.5	73.0	263.1
일본	46.3	159.9	136.4	500.8
한국	59.8	464.1	176.5	421.6
미국	165.4	1412.6	112.7	164.9
전세계	187.2	244.5	187.2	244.5

주 : 항공부문에 높은 수준의 배출계수를 적용한 경우임

라. 국제운송부문 온실가스 배출량 비교

본 연구는 기존의 국내 연구에서는 시도되지 않았던, 상품의 무역 과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 도출하였다. 이렇게 도출한 결과의 타당성을 어느 정도 확보하기 위해서는 기존의 연구들과 비교할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서 도출한 온실가스 배출량 결과와, 본 연구에서 방법론을 주로 참고한 Cristea et al.(2011)의 'Low'시나리오 결과, 그리고 국제운송포럼(ITF)의 배출량 결과를 비교하도록 한다.

다만 본 연구는 2007년도의 자료를 기준으로 하고 있는 반면 Cristea et al.(2011)은 2004년의 자료를 기준으로 한다는 점에서 차이가 있다. 또한 국제운송포럼(ITF)의 자료는 국제항공운송과 국제해상운송은 따로 집계를 하고 있으나, 철도운송과 도로운송으로부터 발생하는 온실가스 배출량은 국내운송과 국제운송을 모두 포함하여 집계하고 있다. 따라서 본 연구의 결과와 직접적인 비교는 어려울 수 있다.

<표 2-14>는 각 운송수단별로 온실가스 배출량 결과를 비교하여 제시하고 있다. 본 연구의 'Low'시나리오에서 발생한 온실가스 배출량을 국제운송포럼의 결과와 비교하면, 본 연구 결과가 해운의 경우 247백 5십만 톤, 항공의 경우 501백 4십만 톤 더 많이 추정되었다. 또한 Cristea et al.(2011)과 비교하면, 본 연구의 결과가 해운은 314백 6십만 톤, 항공은 529백만 톤, 육로는 185백 3십만 톤 더 많이 추정되었다. 또한 총

배출량은 1208백 8십만 톤으로 Cristea et al.(2011)의 결과보다 약 두 배 가량 더 크게 추정되었다.

<표 2-14> 운송수단별 이산화탄소 배출량

단위 : 백만 톤

	기준연 도	해운	항공	철도	도로	총 배출량
본 연구 (Low)	2007	836.6	948.0	13.7	435.6	2233.8
본 연구 (High)	2007	836.6	1631.5	13.7	435.6	2917.3
Cristea et al.(2011)	2004	522	419	264		1025
ITF	2007	589.1	446.6	130.6 ¹⁾	4824 ¹⁾	1035.7 ²⁾

자료 : Cristea et al.(2011)자료 재정리, ITF(2010)

주 1) : ITF의 철도와 도로는 국내운송과 국제운송에서 발생하는 온실가스 배출량을 모두 포함

주 2) : ITF의 온실가스 총배출량은 국제해운과 국제항공만을 합한 것임

이와 같은 차이가 발생하는 이유를 밝히기 위하여 본 연구의 국가/지역 분류 및 업종분류에 2004년의 무역거래금액을 적용하여 온실가스 배출량을 비교하였다(<표 2-15>). 본 연구의 2004년의 계산 결과는 GTAP에서 제공하는 2004년 무역거래금액을 이용한 것으로, 2007년의 결과와는 무역거래금액만 차이가 있다.

본 연구와 Cristea et al.(2011)의 배출량 계산 결과의 차이는 우선 2007년의 무역규모와 2004년의 무역규모에서 비롯된 것으로 판단된다. GTAP 데이터베이스의 무역 거래 자료를 기준으로 하면, 2004년 전 세계 무역거래금액은 8,383,824백만 달러, 2007년 11,954,743백만 달러로 약 1.43배 증가하였다.

해운에서 발생하는 온실가스 배출량은 Cristea et al.(2011)의 결과와 본 연구 2004년의 결과와 크게 다르지 않다. 그러나 항공과 육로(철도, 도로)운송은 각각 약 1.9배, 1.7배 더 크다. 해운과 나머지 운송수단과의

차이는 운송거리자료 뿐이므로, 운송거리 자료를 구하는 방식의 차이에서 역시 배출량의 차이가 발생한 것으로 보인다. 즉, 운송거리는 각 국가/지역의 위치와 대표국가 설정에 의하여 결정되기 때문에, 본 연구와 Cristea et al.(2011)와 국가/지역 구분의 차이, 대표지역 설정의 차이로부터 계산 결과가 달라졌다고 볼 수 있다.

<표 2-15> 운송수단별 이산화탄소 배출량 비교

단위 : 백만 톤

	기준 연도	해운	항공	철도	도로	총 배출량
본 연구 (Low)	2004	508.5	826.9	9.5	436.1	1780.9
본 연구 (Low)	2007	836.6	1631.5	13.7	435.6	2917.3
Cristea et al.(2011)	2004	522	419	264		1025

자료 : Cristea et al.(2011)자료 재정리

제 3 장 한·중·일 FTA의 영향 분석

제 1 절 한·중·일 FTA 시나리오

1. 한·중·일 무역 개요

본 논문에서는 한·중·일 FTA가 체결되는 경우 삼국을 포함한 전 세계 국가들의 생산량 변화와 무역거래금액 변화를 도출하고, 이를 이용하여 온실가스 배출량이 어떻게 변화하는지를 보고자 한다. 한·중·일 FTA는 우리나라 정부가 추진하는 주요 무역 정책 현안 중 하나이며, 향후 세계 무역 흐름에도 중요한 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

<표 3-1>은 한국무역협회에서 제공하는 2010년과 2011년 수출입금액 자료를 정리한 것이다. 한·중·일 삼국이 전 세계 수출과 수입금액에서 차지하는 비중은 2011년 기준 약 18.9%, 18.5%로, 대략 5분의 1을 차지하고 있다. 따라서 한·중·일 FTA가 체결되어 삼국간의 무역 장벽이 낮아지면 세계 무역 흐름에도 많은 영향을 미칠 수 있을 것이다.

<표 3-1> 한·중·일이 세계 수출입금액에서 차지하는 비중

(단위 : 백만 달러)

	2010		2011	
	수출	수입	수출	수입
세계	14,908,800	15,337,600	17,777,000	18,378,700
중국	1,580,400	1,393,920	1,901,480	1,741,450
	10.6%	9.1%	10.7%	9.5%
일본	771,720	694,028	824,415	854,726
	5.2%	4.5%	4.6%	4.7%
한국	471,071	425,265	562,462	524,436
	3.2%	2.8%	3.2%	2.9%
한·중·일	2,823,191	2,513,213	3,288,357	3,120,612
	18.9%	16.4%	18.5%	17.0%

자료 : 한국무역협회 통계자료

<표 3-2>는 한국, 중국, 일본이 상대 국가에 대하여 수출입에서 차지하는 비중과 순위를 나타낸 표이다. 한국의 경우 총 수출액 중에서 중국이 차지하는 비중은 약 24.2%로 1위, 그리고 일본은 7.1%로 3위를 차지하고 있다. 또한 중국과 일본으로부터 수입하는 금액의 비중은 약 30%를 차지하여 우리나라의 무역에서 중국과 일본이 매우 중요한 위치를 차지하고 있음을 알 수 있다. 따라서 한·중·일 FTA 체결은 향후 우리나라 경제에 큰 영향을 미칠 것이라 예상된다. 또한 한·중·일 삼국은 무역거래에 있어 서로 간에 중요한 위치를 차지하고 있으며, 특히 우리나라는 중국과 일본에 대한 수출입 의존도가 높은 것으로 보인다.

<표 3-2> 한·중·일의 상호 교역 비중과 순위

국가	구분	상대 국가	비중	순위
한국	수출	중국	24.2%	1위
		일본	7.1%	3위
	수입	중국	16.5%	1위
		일본	13.0%	2위
일본	수출	한국	7.7%	1위
		중국	18.0%	3위
	수입	한국	4.7%	6위
		중국	21.5%	1위
중국	수출	한국	4.4%	3위
		일본	7.8%	4위
	수입	한국	9.6%	1위
		일본	11.5%	2위

자료 : 한국무역협회 통계자료(2011년 기준)

한·중·일 FTA는 2003년~2009년에 3국 민간 공동연구를 시행하고 2010년~2011년에 산관학 공동연구를 진행하였으며, 2012년 11월에 협상 개시를 선언하였다.¹⁵⁾

15) 외교통상부 자유무역협정 사이트 참조. <http://www.fta.go.kr/>

2. 한·중·일 FTA 시나리오 가정

한·중·일 FTA는 2012년 11월 현재 협상 개시를 선언한 상태로, 아직 삼국간의 구체적인 협상은 이루어지지 않고 있다. 따라서 한·중·일 FTA가 체결되는 경우의 시나리오는 가정에 의존할 수밖에 없는데, 이는 기존 연구들을 참고하여 작성하였다.

대외경제정책평가연구원(2005a)은 삼국의 시나리오를 두 가지로 제시하고 있는데, 첫 번째 시나리오는 농업과 제조업을 완전자유화하고 서비스를 개방하지 않는 시나리오이다. 두 번째는 농업과 제조업은 완전자유화 하되, 서비스 무역장벽을 50%감축(기타 서비스 제외)하는 시나리오이다.

또한 대외경제정책평가연구원(2005b)역시 농업부문에 초점을 두고 두 가지 시나리오를 제시하고 있는데, 첫 번째 시나리오는 쌀을 제외하고 완전자유화를 가정하며, 두 번째 시나리오는 쌀은 제외하되 민감품목 70% 관세 인하, 그리고 기타품목의 무세화를 가정하였다.

본 논문에서는 이와 같은 선행연구들의 시나리오를 참조하되, 현재 우리나라의 상황을 반영한 시나리오를 제시하고자 한다. 즉, 첫 번째 시나리오는 한·중·일 FTA로 인하여 삼국의 모든 품목의 관세를 없애는 것이다. 두 번째 시나리오는 현재 우리나라의 쌀 수입 상황을 반영하여, 현재의 쌀의 최소시장접근(Minimum Market Access, MMA)물량을 향후 지속적으로 수입하는 경우이다. 이때 삼국 간의 교역에서 쌀을 제외한 농업 부문 역시 민감한 부문임을 감안하여, 기존 관세의 50% 수준에서 관세가 유지되는 것으로 가정한다.

현재 우리나라는 쌀 관세화가 2015년 이후로 유예된 상태이며, 2014년까지 기준연도(1986~1988년)의 쌀 소비량을 기준으로 의무수입물량을 7.96%가량 증가시켜야 한다. 그리고 2015년 이후에 관세화로 전향하더라도, 2014년 기준 의무수입물량은 지속적으로 수입을 해야 하는 상황이다. 반면 일본의 경우 쌀은 이미 관세화 되어있으며, 수입쌀에 대하여 kg당 402엔의 관세를 부과하고 있는데, 종가세로 변환할 경우 약 770%대의 높은 관세율은 부과하고 있다.¹⁶⁾

이와 같은 상황을 CGE 모형을 이용하여 분석하려면 몇 가지 가정을 필요로 한다. 우선 한국과 일본은 주식인 쌀을 협상 대상에 포함시키지 않으려 한다는 점이다. 한국의 경우 이미 미국과의 협상에서 전례가 있으며, 한국이 쌀에서 예외를 인정받는다면 일본 역시 협상에서 제외할 수도 있을 것이다. 두 번째로, 한국은 2015년 이후 쌀 관세화가 이루어지면 이에 합당한 관세율을 제시해주어야 하는데, 본 논문에서는 이를 감안하지 않고 기존의 의무수입물량을 유지하는 정책을 가정한다. 현재 우리나라는 수량제한을 이용하여 쌀 수입을 제한하고 있어 수입 물량에 대하여 5%대의 낮은 관세가 적용되어있다. 본 논문에서 이용하고자 하는 모형은 관세가 급격히 증가하여도, 현재 쌀이 수입되는 국가 이외에 새로운 국가로부터 발생하는 수입을 반영하지 못한다. 따라서 기존 연구들이 제시하는 바와 같이 관세화 이후 400%대의 관세율을 적용하여도, 기존의 의무수입물량을 수입해오는 국가 외에는 더 이상 수입이 증가하지 않는다. 이와 같은 모형의 특성으로 인하여, 본 연구에서는 한국과 일본이 쌀의 개방은 예외로 하면서 지금과 같은 수입 제한 정책을 이용한다고 가정한다. 따라서 한국은 최소한 현재 수준의 의무수입물량을 수입하고, 일본은 높은 관세를 그대로 유지하는 시나리오를 가정한다.¹⁷⁾ 이를 정리하면 <표 3-3>과 같다.

<표 3-3> 한·중·일FTA 시나리오

	내용
시나리오1	- 한국, 중국, 일본의 농업, 제조업 관세 철폐
시나리오2	- 한국, 중국, 일본의 제조업 관세 철폐 - 한국, 중국, 일본의 농업은 기존 관세의 50% 수준 유지 - 한국의 쌀은 최소시장접근 물량을 현재 수준으로 제한 - 일본의 쌀은 현재 수준의 관세 유지

16) CielHS 웹사이트 www.cl24.co.kr 참조.

17) 한·중·일 역내 관세는 모두 0이다.

제 2 절 분석 모형

일반연산균형모형(Computable General Equilibrium Model, CGE 모형)은 국내외 경제부문들을 계산 가능한 식으로 모형화하여 각종 경제정책의 파급효과를 도출하는 분석 방법이다. 생산, 소비, 정부, 투자 등의 경제주체들의 행태 방정식을 기존 경제 이론에 근거하여 구축하고, 실제 데이터를 바탕으로 이 방정식들의 상호작용을 가능하게 해주는 각종 파라미터들을 도출한다. 이러한 방정식과 파라미터들을 바탕으로 경제정책들의 파급효과와 환류(Feedback)효과를 도출할 수 있어 무역정책, 특히 FTA와 같은 정책들은 널리 알려진 일반연산균형모형을 이용하여 그 효과를 분석하고 있다. 일반연산균형모형은 단일 지역을 대상으로 하거나 다지역을 대상으로 할 수 있으며, 파급효과를 분석하는 방법과 기간에 따라 동태분석과 정태분석으로 구분할 수 있다. 본 논문에서는 정태분석을 수행하는데, 이는 FTA체결 전과 체결 후의 두 시점 간 차이를 비교하는 것이다.

전 세계를 대상으로 하는 일반연산균형모형으로는 퍼듀(Purdue) 대학교의 GTAP(Global Trade Analysis Project) 모형, 세계은행의 LINKAGE 모형과 MIRAGE모형이 있다. 본 논문에서는 PEP(Partnership for Economic Policy) Research Network에 의하여 개발된 ‘PEP-w-1’이라 명명된 글로벌 정태일반연산균형모형을 이용하고자 한다. 전 세계의 국가를 대상으로 하는 일반연산균형모형은 독자적인 연구로 구축하기는 어렵기 때문에, 기존에 작성된 모형을 이용하여 분석을 수행한다. 이 모형은 GTAP의 데이터와 파라미터를 이용하여 GAMS 프로그램으로 분석할 수 있도록 작성되어있다. 아래의 내용은 Andre Lemelin et al.(2012)을 참조하여 작성하였다.

1. 생산부문

생산자는 완전경쟁시장에 있다고 가정하며, 투입요소와 생산 기술 제약

하에 이윤극대화를 추구한다. 생산자는 노동과 자본으로 이루어진 본원적 투입요소와 중간투입재를 이용하여 최종재화($XS_{j,z}$)를 생산하는데, 본원적 투입요소는 부가가치복합재를 형성한다. 이 부가가치복합재와 중간투입재는 보완관계에 있으므로 식 (7)과 같이 레온티에프 생산함수로 표현할 수 있다.

$$(7) VA_{j,z} = v_{j,z} XS_{j,z}$$

$$(8) CI_{j,z} = io_{j,z} XS_{j,z}$$

$CI_{j,z}$: 지역 z , 산업 j 의 총 중간투입재 소비량

$VA_{j,z}$: 지역 z , 산업 j 의 부가가치복합재

$io_{j,z}$: 레온티에프 투입산출계수(중간투입재)

$v_{j,z}$: 레온티에프 투입산출계수(부가가치복합재)

부가가치복합재($VA_{j,z}$)는 다시 노동복합재와 자본복합재로 구성된 CES(constant elasticity of substitution)함수로 표현할 수 있다.

$$(9) VA_{j,z} = B_{j,z}^{VA} [\beta_{j,z}^{VA} LDC_{j,z}^{-\rho_{j,z}^{VA}} + (1 - \beta_{j,z}^{VA}) KDC_{j,z}^{-\rho_{j,z}^{VA}}]^{-\frac{1}{\rho_{j,z}^{VA}}}$$

$KDC_{j,z}$: 지역 z , 산업 j 의 자본복합재 수요

$LDC_{j,z}$: 지역 z , 산업 j 의 노동복합재 수요

$B_{j,z}^{VA}$: CES 부가가치복합재의 스케일 파라미터(scale parameter)

$\beta_{j,z}^{VA}$: CES 부가가치복합재의 비중 파라미터(share parameter)

$\rho_{j,z}^{VA}$: CES 부가가치복합재의 탄력성 파라미터(elasticity parameter) $-1 < \rho_{j,z}^{VA} < \infty$

노동은 다시 숙련노동과 비숙련노동으로 나눌 수 있으며, 두 노동력의 불완전한 대체관계를 가정한다. 자본 역시 세 가지로 분류할 수 있는데, 자본, 토지, 천연자원으로 분류할 수 있으며, 역시 불완전한 대체 관계를 가정한다. 각각의 투입요소들은 비용최소화 의사결정을 통하여 도출된다.

식 (10)~식 (13)은 이러한 관계를 나타내며, $B_{j,z}^{KD}$, $B_{j,z}^{LD}$ 은 스케일 파라미터를, $\beta_{k,j,z}^{KD}$, $\beta_{l,j,z}^{LD}$ 은 비중 파라미터를 나타내며, $\rho_{j,z}^{KD}$, $\rho_{j,z}^{LD}$, $\sigma_{j,z}^{KD}$, $\sigma_{j,z}^{LD}$ 는 탄력성을 의미한다.

$$(10) \quad LDC_{j,z} = B_{j,z}^{LD} \left[\sum_l \beta_{l,j,z}^{LD} LD_{l,j,z}^{-\rho_{j,z}^{LD}} \right]^{\frac{-1}{\rho_{j,z}^{LD}}}$$

$$(11) \quad LD_{l,j,z} = \left[\frac{\beta_{l,j,z}^{LD} WC_{j,z}}{WTI_{l,j,z}} \right]^{\sigma_{j,z}^{LD}} (B_{j,z}^{LD})^{\sigma_{j,z}^{LD}-1} LDC_{j,z}$$

$$(12) \quad KDC_{j,z} = B_{j,z}^{KD} \left[\sum_k \beta_{k,j,z}^{KD} LD_{k,j,z}^{-\rho_{j,z}^{KD}} \right]^{\frac{-1}{\rho_{j,z}^{KD}}}$$

$$(13) \quad KD_{k,j,z} = \left[\frac{\beta_{k,j,z}^{KD} RC_{j,z}}{RTI_{k,j,z}} \right]^{\sigma_{j,z}^{KD}} (B_{j,z}^{KD})^{\sigma_{j,z}^{KD}-1} KDC_{j,z}$$

$KD_{k,j,z}$: 지역 z , 산업 j 의 k 종류의 자본에 대한 수요

$LD_{l,j,z}$: 지역 z , 산업 j 의 l 종류의 노동에 대한 수요

$WTI_{l,j,z}$: 지역 z , 산업 j 가 l 종류의 노동에 지불하는 임금을
(payroll tax 포함)

$RTI_{k,j,z}$: 지역 z , 산업 j 가 k 종류의 자본에 지불하는 지대를
(capital tax 포함)

마지막으로, 중간재 투입으로 사용되는 상품과 서비스는 완벽한 보완관계에 있다고 가정한다. 따라서 식 (14)와 같은 레온티예프 형태의 함수로 나타낼 수 있다.

$$(14) \quad DI_{i,j,z} = ai j_{i,j,z} CI_{j,z}$$

$DI_{i,j,z}$: z 지역, j 산업의 중간재 i 에 대한 소비

$ai j_{i,j,z}$: 투입산출 계수

2. 소득과 저축

PEP-w-1 모형은 각 지역 z 에 가계와 정부가 존재한다고 가정한다. GTAP에서는 소득부문에 가계만이 존재하지만, PEP-w-1 모형에서는 이를 정부와 가계로 분리하고 있다. 따라서 정부는 세금을 거두고 정부 지출을 행하며, 가계는 노동과 자본을 제공하여 요소소득을 얻고 가계 지출을 행한다.

3. 국내소비

국내 소비는 가계, 정부, 투자, 중간수요로 구성된다. 가계소비는 LES(Linear expenditure system) 효용함수를 가정하며 이는 식 (15)와 같다.

$$(15) \quad C_{i,z} PC_{i,z} = C_{i,z}^{MIN} PC_{i,z} + \gamma_{i,z}^{LES} [CTH_z - \sum_{ij} C_{ij,z}^{MIN} PC_{ij,z}]$$

$C_{i,z}$: 지역 z 의, i 소비재에 대한 가계 구매량

$C_{i,z}^{MIN}$: 지역 z 의, i 소비재에 대한 가계의 최소구매량

$PC_{i,z}$: 지역 z 의, i 소비재에 구매 가격(모든 세금과 마진 포함)

$\gamma_{i,z}^{LES}$: 지역 z 의, i 소비재에 대한 가계의 예산 비중

투자에 대한 수요는 고정자본형성(gross fixed capital formation)을 의미한다. PEP-w-1 모형에서 총 투자지출액은 각 지역들의 저축-투자 균형식에 의하여 내생적으로 결정된다. 고정자본은 일정한 비율로 각 상품에 분배된다.

정부지출은 실질 지출액(real expenditure)에 공공부문 지출액 가격지수(Public expenditure price index)를 곱한 것으로 표현할 수 있다.(식 (16))

$$(16) G_z = G_REAL_z PIXCVT_z$$

G_REAL_z : z 지역의 실질정부지출액

$PIXCVT_z$: z 지역의 공공부문 지출액 가격지수

또한 최종재화는 생산과정에 이용되므로 각 상품에 대한 중간재수요는 모든 산업의 수요를 합친 것이다.(식 (17))

$$(17) DIT_{i,z} = \sum_j DI_{i,j,z}$$

$DIT_{i,z}$: z 지역, i 산업의 총 중간재수요

4. 수입과 수출

본 모형에서는 국가/지역 간의 상품 수출입을 반영하고 있다. 생산자는 최종재화($XS_{x,z}$)를 생산하고, 이윤극대화를 위하여 이를 수출하거나 ($EXT_{x,z}$) 국내 시장($DS_{j,z}$)에 판매하거나, 혹은 해당하는 경우 국제수송마진서비스(international transport margin services)에 분배한다. 수출 시장에 분배된 상품은 다시 각 국가/지역으로 분배된다.

이러한 생산자의 행동은 식(18)과 같은 CET함수로 표현할 수 있다. 여기서 $B_{x,z}^{X1}$ 은 스케일 파라미터, $\beta_{x,z}^{D-X1}$ 과 $\beta_{x,z}^{EX-X1}$ 은 각각 국내 시장과 해외 시장으로의 판매 비중을 나타내며, $\rho_{x,z}^{X1}$ 은 탄력성을 의미한다.

$$(1 < \rho_{x,z}^{X1} < \infty)$$

$$(18) XS_{x,z} = B_{x,z}^{X1} [\beta_{x,z}^{EX-X1} EXT_{x,z}^{\rho_{x,z}^{X1}} + \beta_{x,z}^{D-X1} DS_{x,z}^{\rho_{x,z}^{X1}} + (1 - \beta_{x,z}^{EX-X1} - \beta_{x,z}^{D-X1}) MRGN_{x,z}^{\rho_{x,z}^{X1}}]$$

$DS_{i,z}$: 상품 i 의 국내 시장 z 으로의 공급

$EXT_{x,z}$: 지역 z 에서 상품 i 를 해외시장으로 공급하는 양

식 (18)을 이윤극대화 조건 하에서 1계미분하여 식 (19)의 공급함수를 얻을 수 있다. $\sigma_{x,z}^{X1}$ 는 변환(transformation) 탄력성을 의미하며, $\rho_{x,z}^{X1}$ 의 관계는 식 (20)과 같다.

$$(19) \quad EXT_{x,z} = \left[\frac{\beta_{x,z}^{D-X1} PET_{x,z}}{\beta_{x,z}^{EX-X1} PL_{x,z}} \right]^{\sigma_{x,z}^{X1}} DS_{x,z}$$

$$MRGN_{x,z} = \left[\frac{\beta_{x,z}^{D-X1} e_z PWMG_x}{(1 - \beta_{x,z}^{D-X1} - \beta_{x,z}^{EX-X1}) PL_{x,z}} \right]^{\sigma_{x,z}^{X1}} DS_{x,z}$$

$PET_{x,z}$: 지역 z 가 수출한 상품 x 의 국경 가격(border price)

$$(20) \quad \rho_{x,z}^{X1} = \frac{1 + \sigma_{x,z}^{X1}}{\sigma_{x,z}^{X1}}$$

또한, 각 국가/지역으로 수출한 품목은 불완전한 대체성을 가진다고 가정한다. 따라서 식 (21)과 같이 한 국가/지역으로부터의 수출 상품은 CET 함수로 나타낼 수 있다. 이때 $B_{x,z}^{X2}$ 은 스케일 파라미터를 의미하며, $\beta_{x,z,zj}^{X2}$ 은 지역 z 로부터 zj 로 상품 x 를 수출했을 때, 각각 zj 지역들이 차지하는 비중을 의미한다. 또한 $\rho_{x,z}^{X2}$ 는 탄력성을 의미한다. ($1 < \rho_{x,z} < \infty$)

$$(21) \quad EXT_{x,z} = B_{x,z}^{X2} \left[\sum_{zj} \beta_{x,z,zj}^{X2} EX_{x,z,zj}^{\rho_{x,z}^{X2}} \right]^{\frac{1}{\rho_{x,z}^{X2}}}$$

식 (21)을 이윤극대화의 조건 하에 1계 미분하면 식 (22)와 같이 각 지역으로의 공급함수를 구할 수 있다. 마찬가지로 $\sigma_{x,z}^{X2}$ 는 탄력성을 의미하며, $\rho_{x,z}^{X2} = \frac{1 + \sigma_{x,z}^{X2}}{\sigma_{x,z}^{X2}}$ 의 관계식이 성립한다.

$$(22) EX_{x,z,zj} = \frac{EXT_{x,z}}{(B_{x,z}^{X2})^{1+\sigma_{x,z}^{X2}}} \left[\frac{PE_{x,z,zj}}{\beta_{x,z,zj}^{X2} PET_{x,z}} \right]^{\sigma_{x,z}^{X2}}$$

수입 측면 역시 수출과 비슷한 식이 성립한다. 즉, 각 지역/국가에서 생산된 국내 재화는 수입 재화와 불완전한 대체성을 가지며, 또한 수입 재화를 판매한 국가별로 재화의 불완전한 대체성을 가진다. 따라서 국내 시장에서 상품의 수요는 그 지역에서 생산된 상품과 수입된 재화로 구성된 복합재를 대상으로 한다. 수입된 재화 역시 수입한 국가별로 재화가 이질적이므로, 이들 역시 수입 복합재를 형성한다.

이러한 불완전한 대체성은 CES함수의 형태로 표현된다. (식 (23)과 식 (24)) 이때 $B_{m,z}^{M1}$ 은 스케일 파라미터를 의미하며, $\beta_{m,z}^{M1}$ 은 비중을 의미하고, $\rho_{m,z}^{M1}$ 과 $\rho_{m,z}^{M2}$ 은 탄력성을 의미한다. ($-1 < \rho_{m,z}^{M1}, \rho_{m,z}^{M2} < \infty$)

$$(23) Q_{m,z} = B_{m,z}^{M1} \left[\beta_{m,z}^{M1} IMT_{m,z}^{-\rho_{m,z}^{M1}} + (1 - \beta_{m,z}^{M1}) DD_{m,z}^{-\rho_{m,z}^{M1}} \right]^{\frac{-1}{\rho_{m,z}^{M1}}}$$

$$(24) IMT_{m,z} = B_{m,z}^{M2} \left[\sum_{zj} \beta_{m,zj,z}^{M2} IM_{m,zj,z}^{-\rho_{m,z}^{M2}} \right]^{\frac{-1}{\rho_{m,z}^{M2}}}$$

$IMT_{m,z}$: 지역 z 의, 이외 모든 지역으로부터의 복합재화 m 에 대한 수요

$Q_{i,z}$: 지역 z 의 복합재화 i 에 대한 수요

5. 탄력성

본 논문의 분석에는 수요의 소득 탄력성, 수입 및 수출 재화의 탄력성, 생산 관련 탄력성 등의 탄력성 자료가 필요하다. 이러한 탄력성 자료는 모형 외부에서 외생적으로 주어지는 자료로, 이를 바탕으로 각종 효율성 파라미터 등을 실제 자료를 바탕으로 계산하게 된다.

본 논문의 CGE 분석은 기본적으로 GTAP 데이터베이스에 내재된 자료

를 이용하고 있기 때문에 몇몇 탄력성 자료는 이를 이용할 수 있다. 즉, 각 국가로부터 수입된 재화들의 대체탄력성($\sigma_{m,z}^{M2}$)과 국내재와 수입재의 대체탄력성($\sigma_{m,z}^{M1}$), 그리고 노동과 자본 등의 본원적 투입요소의 대체탄력성($\sigma_{j,z}^{VA}$) 자료는 GTAP 데이터베이스 자료를 이용할 수 있다. 반면 수요의 소득탄력성과 CET 탄력성에 대한 자료는 기존 연구 문헌을 참조하거나 특정 숫자를 가정하였다. 소득탄력성은 권오상·허등용(2011)이 계산한 파라미터 값과 김명환 외(2008)의 자료를 참고하여 작성하였고, Frisch 파라미터는 Annabi et al.(2006)의 연구에서 제시하였듯이 다수의 선행연구에서 이용하고 있는 -2.5를 적용하였으며, CET 탄력성은 일괄적으로 2를 적용하였다.¹⁸⁾

6. 국가/지역과 품목 통합

한·중·일 FTA의 시나리오를 CGE 모형으로 분석하기 위해서는 앞에서 온실가스 배출량을 도출한 바와 같이 42개 업종과 51개 국가/지역을 통합할 필요가 있다. 이는 기존의 업종과 국가/지역 분류 하에서는 시뮬레이션이 원활하게 이루어지지 않는 문제가 있었기 때문이다. 따라서 최종적으로 42개 업종은 다시 20개 업종으로, 51개 국가/지역은 18개 국가/지역으로 통합하되, 쌀을 포함한 농업부문은 최대한 유지하는 방향으로 작성하였다.¹⁹⁾ 새로운 업종과 국가/지역분류는 <표 3-4>와 <표 3-5>에 제시되어있다. 다만 18번째 국가/지역분류인 ‘기타국가’는 GTAP 데이터베이스의 ‘운송마진’의 전 세계 균형을 맞추기 위하여 도입한 가상의 국가분류이므로, 온실가스 배출량 분석 대상에서는 제외한다.²⁰⁾

18) 본 논문에서 이용한 탄력성 자료는 부록에 제시한다.

19) 기존의 국가/지역분류 및 업종분류와 새로운 분류의 비교는 부록에 제시한다.

20) 운송마진(Transportation margin)은 각 국가/지역의 ‘수입’에 포함되는 것이다.

<표 3-4> 업종분류(통합)

번호	업종	번호	업종
1	쌀	11	석탄
2	밀	12	석유
3	기타 곡류	13	가스
4	채소 및 과일	14	광물
5	유지작물	15	기타 음식료품
6	기타 작물	16	섬유
7	육류	17	가죽, 의류, 목재 및 종이제품
8	우유	18	석유 및 석탄제품
9	양모 및 임업	19	기타 제조업
10	수산업	20	서비스업

<표 3-5> 국가/지역분류(통합)

번호	국가/지역	번호	국가/지역
1	오세아니아	10	미국
2	중국	11	라틴아메리카
3	홍콩, 타이완, 싱가포르	12	EU회원국가
4	일본	13	기타 유럽국가
5	한국	14	러시아
6	기타 동아시아 국가	15	중동국가
7	기타 서아시아 국가	16	북아프리카
8	인도	17	기타 사하라 이남 지역
9	기타 북미지역	18	기타 국가

이렇게 업종과 국가/지역을 통합한 경우, 앞서 도출한 온실가스 배출계수 역시 마찬가지로 새로운 업종과 국가/지역 분류에 맞게 재조정해야 하는 문제가 발생한다. 이에 대하여 가장 좋은 해결 방법은 새로운 업종 분류, 국가/지역 분류에 따라 새롭게 온실가스 배출계수를 도출하는 것이다. 생산부문은 GTAP 데이터베이스를 이용하고 있기 때문에 이 방법을 이용할 수 있다. 그러나 온실가스 배출계수를 도출하기 위하여 필요한 자료 중, 중량환산지수와 운송수단별 사용 비중의 자료는 새로운 분류에 맞추어 작성하기에 한계가 있다.

본 논문에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위한 대안으로, 각 국가의 무역거래금액을 가중치로 하여 온실가스 배출계수에 곱한 후에 이를 합산

하는 방식을 이용하였다. 이 방식을 이용하면 각 운송수단별 배출량을 구하기가 어려워진다는 단점은 있으나, 가중평균을 취하였기 때문에 총 온실가스 배출량은 변하지 않는다는 장점이 있다.

7. 새로운 분류하의 온실가스 배출량과 배출계수

본 소절에서는 새로운 국가/지역과 업종 분류 하에서의 온실가스 배출량과 배출계수를 제시한다. <표 3-6>과 <표 3-7>은 새로운 국가/지역이 각각 수출국과 수입국의 측면인 경우에 대하여, 국제운송부문의 온실가스 배출량과 전 세계 배출량에서 차지하는 비중, 그리고 배출계수를 나타내고 있다. 수입국의 측면에서 보면, 미국과 중국, 일본은 단일 국가임에도 상대적으로 많은 배출량을 보이고 있으며, 특히 미국은 수출국의 측면에서 단일 국가임에도 EU회원국보다도 많은 온실가스를 배출하고 있다.

새로운 업종분류별 온실가스 배출량은 <표 3-8>에 제시되어있다. 국제운송부문에의 경우, 항공부문에 높은 수준의 배출계수를 적용하는 경우에는 가스의 배출계수가 가장 높으나, 낮은 수준의 배출계수를 적용하는 경우에는 석탄의 배출계수가 가장 높은 것으로 나타났다. 다만 해석에 주의해야 하는 점은, 석탄의 중량환산지수와 운송수단별 사용비중을 비금속 광물의 자료를 이용하였다는 점이다. 즉, 석탄은 주로 선박을 이용하여 운송되지만, 비금속 광물의 자료를 이용하였기 때문에 항공부문이 비중이 과대평가 되었을 가능성이 있다.

한편 <표 3-8>를 보면, 생산부문의 경우 전자기기와 기계류를 포함한 기타 제조업과 서비스업의 온실가스 배출량이 많다. 특히 서비스업은 전력산업과 수송서비스산업을 포함하고 있기 때문에 온실가스 배출량이 많은 것으로 보인다.

<표 3-6> 국가/지역별 운송부문 온실가스 배출(새분류, 높은 수준)

국가	수입국			수출국		
	배출량 (백만 톤)	배출량 비중(%)	배출계수 (g/UDS)	배출량 (백만 톤)	배출량 비중(%)	배출계수 (g/UDS)
오세아니아	64.2	2.2	381.1	71.9	2.5	427.7
중국	219.7	7.5	263.1	103.6	3.6	95.5
홍콩, 타이완, 싱가포르	197.8	6.8	474.6	53.8	1.8	121.5
일본	273.7	9.4	500.8	107.4	3.7	159.9
한국	133.4	4.6	421.6	168.4	5.8	464.1
기타 동아시아	2.1	0.1	227.2	1.7	0.1	258.5
기타 서아시아	143.6	4.9	277.4	75.6	2.6	123.8
인도	53.3	1.8	238.9	18.7	0.6	128.9
기타 북미지역	122.8	4.2	374.9	41.0	1.4	114.7
미국	296.3	10.2	164.9	1438.5	49.3	1412.6
라틴 아메리카	374.9	12.9	606.1	173.7	6.0	238.0
EU회원국	773.5	26.5	159.5	336.7	11.5	71.3
기타 유럽국가	36.8	1.3	114.3	29.1	1.0	109.6
러시아	28.6	1.0	134.4	38.9	1.3	148.5
중동국가	99.6	3.4	214.6	177.4	6.1	258.3
북아프리카	14.2	0.5	168.9	16.1	0.6	127.8
기타 사하라 이남 지역	83.0	2.8	371.6	65.1	2.2	237.7
총합	2917.3	100.0		2917.3	100.0	

주 : 항공부문에 높은 수준의 배출계수를 적용한 경우임

<표 3-7> 국가/지역별 온실가스 배출(새분류, 낮은 수준)

국가	수입국			수출국		
	배출량 (백만 톤)	배출량 비중(%)	배출계수 (g/UDS)	배출량 (백만 톤)	배출량 비중(%)	배출계수 (g/UDS)
오세아니아	45.9	2.1	272.3	68.4	3.1	407.2
중국	172.8	7.7	207.0	80.5	3.6	74.2
홍콩, 타이완, 싱가포르	132.2	5.9	317.2	36.6	1.6	82.7
일본	203.5	9.1	372.3	71.3	3.2	106.1
한국	97.0	4.3	306.4	113.3	5.1	312.3
기타 동아시아	1.7	0.1	181.6	1.4	0.1	207.6
기타 서아시아	101.6	4.5	196.4	61.5	2.8	100.8
인도	42.3	1.9	189.5	16.4	0.7	113.5
기타 북미지역	76.6	3.4	234.0	39.0	1.7	108.9
미국	227.5	10.2	126.6	992.4	44.4	974.5
라틴 아메리카	333.4	14.9	539.0	159.8	7.2	219.0
EU회원국	578.3	25.9	119.3	285.4	12.8	60.5
기타 유럽국가	32.8	1.5	101.9	28.5	1.3	107.5
러시아	24.2	1.1	113.7	38.0	1.7	145.0
중동국가	78.7	3.5	169.5	163.7	7.3	238.4
북아프리카	12.7	0.6	150.4	14.8	0.7	117.8
기타 사하라 이남 지역	72.8	3.3	326.1	62.8	2.8	229.3
총합	2233.8	100.0		2233.8	100.0	

주 : 항공부문에 낮은 수준의 배출계수를 적용한 경우임

<표 3-8> 사업종분류별 온실가스 배출

(배출량 단위 : 백만 톤, 배출계수 단위 : g/USD)

업종	국제운송부문 (높은수준)		국제운송부문 (낮은수준)		생산부문 배출량
	배출량	배출계수	배출량	배출계수	
쌀	1.8	136.5	1.7	128.2	27.0
밀	5.2	173.2	4.9	165.4	24.8
기타 곡류	6.2	213.3	5.7	193.8	33.9
채소 및 과일	13.4	150.5	12.2	136.5	73.6
유지작물	8.2	254.9	7.4	231.6	19.5
기타 작물	13.2	200.8	10.3	157.3	46.4
육류	4.2	132.3	3.9	120.9	42.4
우유	0.1	152.2	0.0	133.4	11.7
양모 및 임업	9.1	402.3	8.0	353.7	24.8
수산업	4.2	244.5	2.6	153.0	48.2
석탄	52.1	989.0	49.4	936.6	116.1
석유	160.2	167.1	160.2	167.1	164.0
가스	152.2	997.7	152.2	997.7	107.4
광물	130.2	675.8	125.8	652.8	103.9
기타 음식료품	86.3	140.9	79.4	129.6	227.0
섬유	31.6	104.5	23.2	76.8	61.4
가죽, 의류, 목재 및 종이제품	117.2	142.8	95.2	116.1	212.5
석유 및 석탄제품	162.8	320.0	156.8	308.2	654.0
기타 제조업	1959.2	244.9	1334.9	166.9	2272.0
서비스업	-	-	-	-	13794.9
총합	2917.3	-	2233.8	-	18065.7

제 3 절 분석 결과

1. 한·중·일 FTA의 경제적 영향

본 절에서는 한·중·일 FTA의 경제적 영향에 대한 시뮬레이션 결과를 각 시나리오별로 분석한다. 다만 본 연구의 목적은 삼국의 FTA로 인한 무역변화와 생산변화가 온실가스 배출량에 미치는 영향에 대한 분석이므로, 무역과 생산의 변화에 초점을 두어 다루도록 한다. <표 3-9>는 한·중·일 FTA가 삼국의 경제에 미치는 영향에 대하여 시나리오별로 제시한 것이다.

<표 3-9> 한·중·일 FTA의 경제적 영향

(단위 : %)

		한국	중국	일본
시나리오 1	총생산(GDP)	0.94	0.30	2.77
	대세계수출(전세계)	2.61	2.82	4.65
	대세계수입(전세계)	2.62	3.63	4.67
	대세계수출(역외 국가)	-0.20	0.81	-3.64
	대세계수입(역외 국가)	-1.59	-3.70	2.74
	숙련노동임금	1.01	-0.04	2.93
	비숙련노동임금	1.05	0.12	2.89
	가계가처분소득	1.06	0.31	2.82
시나리오 2	총생산(GDP)	0.53	0.23	1.30
	대세계수출(전세계)	1.39	1.34	2.04
	대세계수입(전세계)	1.40	1.71	2.04
	대세계수출(역외 국가)	-0.03	0.30	-1.69
	대세계수입(역외 국가)	-1.26	-1.63	1.28
	숙련노동임금	0.60	0.04	1.35
	비숙련노동임금	0.62	0.11	1.34
	가계가처분소득	0.63	0.24	1.33

완전 개방의 경우, 우리나라의 국내총생산은 약 0.94% 증가하는 것으로 나타났으며, 삼국 역내 무역을 제외한 대세계수출은 0.2% 감소, 수입은 1.59% 감소하는 것으로 나타났다. 중국과 일본 역시 국내총생산이 증

가하는 것으로 분석되었으며, 일본의 경우 2.77% 증가하여 가장 높은 성장률을 보였다. 중국은 역내 무역을 제외한 대세계수출이 0.81% 증가하고 수입은 3.7% 감소하는 것으로 나타났다. 일본은 역내 무역을 제외한 대세계수출이 3.36% 감소하고, 대세계수입이 2.74% 증가하는 것으로 나타났다.

세 국가의 대세계수출입은 역내 무역 변화를 포함한 경우 모두 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 삼국이 FTA를 체결하여 완전 개방을 하는 경우, 우리나라는 역외 국가와의 무역 의존이 상대적으로 감소하며, 중국은 역외 국가로부터의 수입이 역내 국가의 수입으로 대체된다고 볼 수 있다. 또한 일본은 역내 국가로의 수출이 역외 국가의 수출로 대체되는 것으로 보인다.

시나리오2의 상황에서 역시 국내총생산은 모두 증가하나, 그 폭이 시나리오1의 경우보다는 작았다. 국내총생산의 측면에서 보면, 삼국이 FTA를 체결할 경우에 일본, 한국, 중국 순으로 경제적 효과가 큰 것으로 나타났다. 이는 대외경제정책연구원(2005a)과 대외경제정책연구원(2005b)의 연구에서 정태모형 분석 결과 한국, 일본, 중국 순으로 경제적 효과가 크다고 한 결론과 대비되는 점이다.²¹⁾ 시나리오2의 무역 변화는 시나리오1의 무역 변화와 비슷한 양상을 보이는데, 다만 시나리오1의 경우보다 변화의 폭이 더 작다. 이러한 경향은 대외경제정책연구원(2005b)와 비슷하게 보이는 결과이다.

노동임금의 경우, 우리나라와 일본은 숙련노동과 비숙련노동임금이 모두 증가하는 것으로 나타났으나 중국의 숙련노동임금은 오히려 0.04% 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 시나리오2에서는 삼국 모두 노동임금이 상대적으로 증가하는 것으로 분석되었다.

가계가처분소득의 측면에서 보면, 두 가지 시나리오 하에서 삼국 모두 소득이 증가한다. 상대적으로 높은 수준의 개방을 가정한 시나리오1의 경우가 시나리오2의 경우보다 더 높은 수준의 가계가처분소득 증가를 보여

21) 대외경제정책연구원(2005a)의 연구는 서비스부문을 개방하지 않거나 관세상당치 50%를 삭감하는 시나리오를 가정하므로, 본 논문의 분석 결과와 직접적으로 비교하기는 어렵다. 또한 대외경제정책연구원(2005b)의 연구는 시나리오1은 본 연구와 비슷하나 시나리오2에서는 민감품목만 관세를 70%로 인하한다는 점에서 차이가 있다.

준다. 위의 결과를 보면, 한·중·일 FTA로 인하여 상대적으로 큰 경제적 효과를 얻는 국가는 일본이라 할 수 있다.

<표 3-10>은 한·중·일 FTA로 인하여 역내 국가와 역외 국가, 그리고 세계 전체의 교역 변화를 시나리오별로 제시하고 있다. 시나리오1에서, FTA로 인하여 삼국의 교역은 18.03% 증가하는 것으로 나타났으며, 역내 국가가 역외 국가로 수출하는 금액은 0.65% 감소하고 역외 국가로부터 수입하는 금액은 1.07% 감소하는 것으로 나타났다. 우리나라는 역내 국가로의 수출입이 모두 증가하는 반면, 중국은 역내 국가로부터의 수입은 25.23% 증가하고 역외 국가로부터의 수입은 3.7%감소하며, 역내 국가와 역외 국가로의 수출은 각각 14.41%, 0.81% 증가하는 것으로 분석되었다. 일본은 역내와 역외 국가로부터의 수입이 모두 증가하며, 역내 국가로의 수출이 27.91%, 특히 중국으로의 수출이 37.67%로 크게 증가하는 것으로 나타났다. 대신 일본의 역외 국가로의 수출은 3.64% 감소하는 것으로 나타났다. 시나리오2 역시 시나리오1의 무역 변화 경향과 비슷하였으나, 변화 폭이 상대적으로 작았다.

<표 3-10> 한·중·일 FTA로 인한 교역 변화

(단위 : %)

	수출	수입	한국	중국	일본	역내 전체	역외 국가	전세계
	시나리오1	한국		0	8.86	6.91	8.42	-0.20
중국			17.73	0	12.65	14.41	0.81	2.82
일본			5.67	37.67	0	27.91	-3.64	4.65
역내 전체			11.85	25.23	11.51	18.03	-0.65	3.36
역외 국가			-1.59	-3.70	2.74	-1.07	0.11	-0.03
전세계			2.62	3.63	4.67	3.78	0.00	0.51
시나리오2			한국	중국	일본	역내 전체	역외 국가	전세계
	한국		0	4.58	3.45	4.33	-0.03	1.39
	중국		11.66	0	5.04	7.33	0.30	1.34
	일본		2.60	16.86	0	12.51	-1.69	2.04
	역내 전체		7.25	11.56	4.72	8.54	-0.34	1.57
	역외 국가		-1.26	-1.63	1.28	-0.55	0.07	0.00
	전세계		1.40	1.71	2.04	1.76	0.01	0.25

이와 같은 무역 변화의 경향을 자세히 살피기 위하여, <표 3-11>과 <표 3-12>에 산업부문별 교역 변화를 제시하였다. <표 3-11>은 한·중·일 FTA가 체결되는 경우 역내 국가와 역외 국가의 농업부문 교역 변화를 제시하고 있다. 시나리오1은 삼국의 모든 부문을 완전히 개방하는 시나리오로, 특히 일본이 중국으로부터 쌀을 수입하는 금액은 4702%로 크게 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 중국의 수출이 일본으로 흡수되며, 우리나라는 대신 역내 수입액이 약 14% 감소함과 동시에 미국과 남아시아에서 수입되는 금액이 각각 약 15.5%, 13.6% 증가하여 쌀 수입국의 대체가 발생한다. 쌀을 제외한 농업부문의 경우, 세 국가 모두 역내 국가로부터의 수출입 의존이 높아지는 것으로 나타났으며, 특히 역외 국가로부터의 수입금액이 감소하는 것으로 나타났다.

시나리오2에서는 우리나라와 일본의 쌀 수입 제한을 현재 수준으로 유지하는 것을 가정하고 있으므로 시나리오1의 경우와 같이 일본의 수입이 큰 폭으로 증가하는 일은 발생하지 않는다. 우리나라 역시 역외 국가로부

터의 수입액 증가폭이 상대적으로 작다. 쌀을 제외한 농업부문은 시나리오1과 비슷한 양상을 보이고 있는데, 역시 변화 폭이 시나리오1에 비하여 상대적으로 작다.

<표 3-11> 한·중·일 FTA로 인한 산업부문별 교역 변화(농업)

(단위 : %)

쌀		한국	중국	일본	역내	역외	전세계
시나리오1	한국	0	9.69	-45.06	-13.84	-1.22	-4.83
	중국	-15.26	0	4702.35	1892.14	-28.20	525.33
	일본	23.16	331.21	0	137.16	7.52	27.31
	역내	-13.96	142.76	4552.74	1782.34	-25.03	481.72
	역외	14.80	12.72	-50.16	-19.59	0.52	-0.34
	전세계	-1.83	15.06	678.24	338.26	-0.18	17.22
시나리오2		한국	중국	일본	역내	역외	전세계
	한국	0.00	-0.27	1.26	0.39	-0.78	-0.44
	중국	0.01	0.00	1.93	0.78	-0.29	0.02
	일본	-1.23	-0.73	0.00	-1.04	-1.26	-1.23
	역내	-0.03	-0.46	1.91	0.72	-0.37	-0.06
	역외	0.24	0.53	2.09	1.31	0.26	0.31
전세계	0.08	0.52	2.06	1.19	0.24	0.29	
농업 (쌀 제외)		한국	중국	일본	역내	역외	전세계
시나리오1	한국	0	83.67	49.62	56.93	8.56	28.49
	중국	171.96	0	27.03	70.45	4.57	21.79
	일본	61.62	37.15	0	51.69	12.60	9.92
	역내	157.06	57.48	29.62	67.91	-2.06	21.24
	역외	-22.23	2.22	-0.27	-2.22	0.03	-0.22
	전세계	19.98	3.10	5.24	6.74	-0.04	0.77
시나리오2		한국	중국	일본	역내	역외	전세계
	한국	0	45.03	28.29	31.88	9.92	18.97
	중국	141.34	0	14.84	52.74	2.22	16.41
	일본	26.06	17.83	0	22.72	6.28	4.23
	역내	125.77	29.72	16.38	48.74	-1.08	15.51
	역외	-19.15	1.66	-0.23	-2.02	0.02	-0.21
전세계	14.97	2.10	2.83	4.46	-0.02	0.52	

<표 3-12>는 제조업과 서비스업의 교역 변화를 나타낸 것으로, 시나리오1과 2 모두 제조업과 서비스업의 완전 개방을 가정하고 있다. 제조업의 경우, 세 국가 모두 역내 국가와의 수출입 금액이 증가하는데, 특히 일본의 경우 중국으로의 수출이 약 40% 증가하면서 역내 국가로의 수출이 약 30% 증가하는 것으로 나타났다. 서비스업의 경우, 우리나라와 중국은 역내 국가로부터의 수입은 감소하되 수출은 증가하는 것으로 분석되었으며, 일본은 역외 및 역내 국가로부터 수입이 증가하되 수출은 감소하는 것으로 나타났다. 시나리오2는 시나리오1의 무역 변화 양상과 비슷하나, 변화 폭이 작은 것으로 나타났다.

이상과 같은 결과들을 종합해보면, 쌀을 포함한 모든 부문을 완전 개방하는 시나리오1의 경우, 우리나라는 농업(쌀 제외)과 제조업에서 역내 국가와의 무역이 증가한다. 반면 쌀은 중국에서 일본으로 흡수되는 금액이 상대적으로 매우 크기 때문에, 우리나라의 쌀은 역외 국가와의 무역이 증가한다. 또한 제조업은 중국이 일본으로부터 수입하는 금액이 상대적으로 크게 증가하며, 서비스업의 경우 일본이 역내 국가와 역외 국가로부터 수입하는 금액이 증가하는 것으로 나타났다. 반면 중국은 특히 일본으로의 서비스업 부문 수출 금액 증가가 상대적으로 크게 나타났다.

시나리오2는 부분 개방을 가정한 것으로, 쌀 부문은 통상적인 인식과 비슷하게 중국의 수출은 증가하고 일본의 수입이 증가하며, 우리나라는 중국으로부터의 수입이 증가하는 반면 일본으로의 수입이 감소하는 것으로 나타났다. 이외의 농업부문과 제조업, 서비스업 부문의 변화 양상은 시나리오1과 비슷하다.

이와 같이 중국의 제조업 수입과 일본의 서비스업 수입 증가는 일반적인 인식과는 다소 차이가 있을 수 있다. 중국의 제조업부문의 수입 증가는 주로 ‘기타 제조업’ (자동차, 전자기기, 기계 등 포함)에서 기인하는 것으로, 일본으로부터의 ‘기타 제조업’ 수입금액은 약 41%, 한국으로부터 수입은 8% 증가한다. 더욱이 중국의 제조업 부문 수입에서 ‘기타 제조업’이 차지하는 비중은 약 33%이므로 ‘기타 제조업’ 업종의 수입 증가는 중국의 전체 제조업 수입에 큰 영향력을 미친다. 일본이 중국에서 수입하는 서비스부문의 금액 증가는 대외경제정책연구원(2005a)의 분석 결과에서도

어느 정도 볼 수 있는 부분이다. 대외경제정책연구원(2005a)이 서비스부문의 자유화를 가정한 시나리오를 분석한 결과, 한국의 대중국 수출의 증가분(1.2억 달러)보다 한국의 대일본 수출금액(8억 달러)이 더 크다고 밝히고 있다.

<표 3-12> 한·중·일 FTA로 인한 산업부문별 교역 변화(제조업 및 서비스업)

(단위 : %)

제조업		한국	중국	일본	역내	역외	전세계
시나리오1	한국	0	8.97	5.70	8.36	-0.24	2.67
	중국	9.74	0	9.79	9.77	1.04	2.16
	일본	6.00	39.63	0	29.90	-3.62	5.38
	역내	7.83	26.29	9.05	17.41	-0.59	3.25
	역외	-0.80	-4.62	2.71	-1.54	0.13	-0.08
	전세계	2.12	4.24	4.29	3.85	0.01	0.56
시나리오2		한국	중국	일본	역내	역외	전세계
	한국	0	4.63	2.70	4.27	-0.09	1.38
	중국	4.43	0	4.46	4.45	0.41	0.93
	일본	2.79	17.73	0	13.41	-1.68	2.37
	역내	3.59	12.03	4.15	7.97	-0.31	1.46
	역외	-0.46	-2.10	1.27	-0.70	0.09	-0.01
서비스업		한국	중국	일본	역내	역외	전세계
	한국	0	-1.41	3.61	1.80	-0.49	0.01
	중국	0.94	0	4.52	2.59	0.30	0.76
	일본	-1.89	-3.33	0	-2.60	-2.50	-2.52
	역내	-0.25	-2.67	4.13	0.69	-0.90	-0.59
	역외	0.61	-0.77	4.18	1.59	0.04	0.19
시나리오2		한국	중국	일본	역내	역외	전세계
	한국	0	-0.52	1.69	0.89	-0.20	0.04
	중국	0.31	0	2.04	1.11	0.11	0.31
	일본	-0.97	-1.44	0	-1.20	-1.16	-1.17
	역내	-0.23	-1.13	1.89	0.29	-0.43	-0.29
	역외	0.20	-0.24	1.93	0.76	0.03	0.10
전세계	0.11	-0.32	1.93	0.70	0.00	0.07	

<표 3-13>은 한·중·일 FTA가 체결되는 경우 세 국가와 역외 국가, 그리고 이들을 모두 포함한 전 세계의 생산액 변화를 나타내는 표이다. 가격은 세금을 제외한 기초가격(Basic price)을 기준으로 하였다. 모든 부문의 완전개방을 가정하는 시나리오1의 경우, 중국의 쌀 생산액 10.28% 증가하는 반면 일본은 20.55% 감소하였으며, 우리나라는 2.73%로 다소 증가하는 것으로 나타났다. 이때 우리나라의 경우, 쌀을 현재 정책을 유지하는 경우(시나리오2)보다 개방하는 경우에 쌀 생산량의 증가 폭이 더 컸다. 이러한 현상은 시나리오1의 상황에서 일본의 쌀 수입이 급격하게 증가하기 때문으로 보인다. 일본의 쌀 관세와 우리나라의 수량 제한을 유지하는 시나리오2의 경우, 일본의 쌀 생산액이 다소 증가하며, 우리나라의 생산액 증가 폭은 시나리오1에 비하여 작다. 역외 국가들은 두 시나리오에서 모두 생산액이 감소한다.

한편 우리나라는 쌀을 제외한 농업에서 생산금액이 감소하며, 중국과 일본은 다소 증가하는 것으로 나타났다. 또한 역외 국가들의 농업부문 생산금액은 다소 감소하는 것으로 나타났다. 제조업과 서비스업에서 중국은 생산액 감소를 겪게 되며, 일본은 오히려 이들 산업에서 생산액이 증가한다. 우리나라 역시 제조업과 서비스업의 생산금액 증가가 나타나며, 역외 국가들 역시 생산금액이 증가한다.

전체 산업을 대상으로 한 분석을 보면, 우리나라는 시나리오2에서 생산액 감소가 발생한다. 이는 쌀을 제외한 농업부문의 생산액 손실이 다른 부문의 생산액 증가보다 더 크기 때문으로 보인다.

<표 3-13> 한·중·일 FTA로 인한 산업별 국내생산액 변화

(단위 : %)

		시나리오1	시나리오2
쌀	한국	2.73	0.79
	중국	10.28	0.26
	일본	-20.55	0.83
	역외 국가	-0.03	-0.05
	전세계	-0.80	0.18
농업(쌀 제외)	한국	-4.54	-3.84
	중국	2.29	1.70
	일본	1.00	0.44
	역외 국가	-0.09	-0.10
	전세계	0.21	0.11
제조업	한국	0.51	0.22
	중국	-1.10	-0.52
	일본	2.85	1.29
	역외 국가	0.04	0.05
	전세계	0.10	0.06
서비스업	한국	0.23	0.05
	중국	-0.60	-0.19
	일본	2.52	1.17
	역외 국가	0.03	0.02
	전세계	0.21	0.11
전 산업	한국	0.15	-0.05
	중국	-0.50	-0.17
	일본	2.46	1.18
	역외 국가	0.02	0.02
	전세계	0.17	0.09

이와 같은 결과를 종합하면, 한·중·일 FTA로 인한 무역 개방은 세 국가의 GDP가 증가한다는 점에서 국가 전체적으로는 긍정적인 영향을 가져온다. 그러나 한편으로 산업별로 FTA의 영향이 상이하게 나타나는데, 특히 우리나라는 농업부문의 생산액 감소가 나타나는 것으로 분석되어 향후 실제로 FTA가 체결되는 경우 농업부문의 생산액 손실이 발생할 수 있을 것으로 보인다. 뿐만 아니라, 쌀을 무역 개방에서 제외하고, 기타 농업부문의 관세를 절반 수준으로 낮추었을 때(시나리오2), 농업 뿐 아니라 제조업과 서비스업의 생산과 무역 역시 영향을 받을 수 있다. 또한 시나리오2에서는 쌀을 제외한 농업부문의 생산액 감소가 다른 산업의 생산액

증가보다 더 큰 것으로 나타나 농업부문의 손실을 최소화하기 위한 노력이 필요할 것으로 보인다.

다만 현재의 분석 시나리오는 실제 협상 내용을 바탕으로 한 것이 아니므로 다소 강한 가정을 바탕으로 하였다는 점에 유념해야 할 것이다. 따라서 향후 FTA 체결을 위한 실제 협상이 진행된다면, 실제 협상 내용을 바탕으로 각 산업이 잠재적으로 받을 수 있는 영향을 분석할 필요가 있다.

2. 한·중·일 FTA가 환경에 미치는 영향

가. 한·중·일 FTA가 세계 온실가스 배출에 미치는 영향

한·중·일 FTA 체결은 생산과 무역거래 등 경제적 영향을 미칠 뿐 아니라, 온실가스 배출량 변화에도 영향을 미칠 수 있다. 이러한 변화는 수식 (5), (6)을 이용하여 파악할 수 있으며, 계산 결과는 <표 3-14>, <표 3-15>, <표 3-16>에 제시되어있다. <표 3-14>는 각 국가/지역이 수출국의 입장에 있는 경우이고, <표 3-15>는 수입국의 입장에 있는 경우, 그리고 <표 3-16>은 업종별 배출량 변화를 제시한다. 세 표 모두 항공부문의 높은 수준의 이산화탄소 배출계수를 적용한 경우이다.

$$(5) \Delta E_{og}^Y = \Delta Y_{og}^Y \times e_{og}^Y$$

$$(6) \Delta E_{odg}^T = \Delta VAL_{odg} \times e_{odg}^T$$

17개 국가/지역이 수출국의 입장에 있는 경우의 국제운송부문의 온실가스 배출량 변화는 <표 3-14>에 제시되어있다. 전 세계적으로 보았을 때, 국제운송부문의 온실가스 배출량은 한·중·일 FTA에 의해서는 크게 변화하지 않는 것으로 보인다. 또한 국가마다 다소 차이는 있으나, 완전 개방을 가정한 시나리오1과 부분개방을 가정한 시나리오2 간의 차이도 크지 않은 것으로 나타났다.

FTA체결을 가정한 세 국가를 보면, 우리나라는 시나리오1에서는 FTA

체결 이후 약 10만 톤(0.06%)감소하나, 시나리오 2에서는 배출량의 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 중국은 시나리오1의 상황에서 온실가스 배출량이 약 1백 30만 톤(1.15%)증가하였으며, 시나리오2의 상황에서는 배출량이 50만 톤(0.46%)증가하는 것으로 나타났다. 일본은 오히려 FTA체결 이후 감소하는 것으로 나타났으며, 시나리오2에서 감소폭이 다소 작았다.

FTA체결 이후 삼국의 대세계 수출이 증가하였던 점을 감안하면, 우리나라나 일본의 국제운송부문 온실가스 배출량이 감소·정체한 것은 곧 수출액의 증가로 인한 온실가스 배출보다 인접국가와의 거래 증가가 원인인 것으로 보인다. 특히 삼국의 쌀을 제외한 농업과 제조업의 교역 역시 증가하는 것을 감안하면, 배출계수가 상대적으로 작은 품목의 운송이 증가하는 등의 대체 효과는 미미한 것으로 보인다. 다만 중국은 수출 증가로 인한 운송 증가가 온실가스 증가의 원인인 것으로 보인다.

국가/지역별 생산부문의 온실가스 배출량은 <표 3-16>에 제시되어있다. 역시 각 국가/지역이 수출국의 입장에 있는 경우이며, 서비스부문의 생산을 포함하는 경우이다. 전 세계적으로 보았을 때, FTA 체결 이후의 생산부문에서 발생하는 온실가스 배출량은 다소 감소하는 것으로 나타났다. 우리나라와 일본은 배출량이 증가하는 것으로 나타났으나, 중국은 오히려 FTA 체결 이후 생산부문의 온실가스 배출량이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 FTA 체결 이후, 중국 농업부문의 국내 생산량이 증가하는 반면 전자기기 등의 제조업과 서비스업의 생산이 감소하기 때문으로 보인다.

<표 3-14> 국가별 국제운송부문 온실가스 배출량 변화(수출국, 높은 수준)

(단위 : 백만 톤, %)

	시나리오1			시나리오2		
	FTA이전	FTA이후	변화율	FTA이전	FTA이후	변화율
오세아니아	72.4	72.3	-0.12	72.4	72.3	-0.05
중국	108.8	110.1	1.15	108.8	109.3	0.46
홍콩, 타이완, 싱가포르	53.8	53.9	0.13	53.8	53.8	0.06
일본	107.4	106.5	-0.87	107.4	106.9	-0.45
한국	169.8	169.7	-0.06	169.8	169.8	0.00
기타 동아시아	1.8	1.8	-0.39	1.8	1.8	-0.20
기타 서아시아	76.1	76.2	0.12	76.1	76.2	0.07
인도	20.6	20.6	-0.10	20.6	20.6	-0.04
기타 북미지역	41.2	41.2	-0.06	41.2	41.2	-0.01
미국	1443.8	1444.3	0.03	1443.8	1444.2	0.03
라틴 아메리카	175.6	175.2	-0.27	175.6	175.4	-0.15
EU회원국가	336.6	336.1	-0.14	336.6	336.4	-0.07
기타 유럽국가	29.5	29.5	-0.05	29.5	29.5	-0.01
러시아	56.0	56.0	0.09	56.0	56.0	0.07
중동국가	177.4	177.9	0.25	177.4	177.7	0.15
북아프리카	16.0	16.0	-0.03	16.0	16.0	0.02
기타 사하라 이남 지역	66.2	66.3	0.11	66.2	66.3	0.07
총합	2953.0	2953.3	0.01	2953.0	2953.3	0.01

주 : 항공부문에 높은 수준의 이산화탄소 배출계수를 적용한 경우임

<표 3-15> 국가별 국제운송부문 온실가스 배출량 변화(수입국, 높은 수준)

(단위 : 백만 톤, %)

	시나리오1			시나리오2		
	FTA이전	FTA이후	변화율	FTA이전	FTA이후	변화율
오세아니아	64.6	64.6	0.01	64.6	64.6	0.01
중국	221.5	215.9	-2.53	221.5	219.1	-1.12
홍콩, 타이완, 싱가포르	198.9	198.7	-0.10	198.9	198.9	0.00
일본	275.2	284.1	3.25	275.2	279.4	1.53
한국	134.3	131.7	-1.88	134.3	132.5	-1.30
기타 동아시아	2.2	2.2	-0.07	2.2	2.2	0.01
기타 서아시아	144.5	144.6	0.03	144.5	144.6	0.05
인도	53.5	53.5	-0.04	53.5	53.5	0.01
기타 북미지역	125.1	125.0	-0.04	125.1	125.1	0.00
미국	299.9	299.4	-0.16	299.9	299.7	-0.08
라틴 아메리카	376.5	376.8	0.07	376.5	376.8	0.06
EU회원국가	789.5	789.2	-0.05	789.5	789.6	0.00
기타 유럽국가	39.8	39.8	0.02	39.8	39.8	0.03
러시아	28.7	28.7	0.06	28.7	28.7	0.06
중동국가	100.4	100.6	0.22	100.4	100.5	0.14
북아프리카	14.3	14.3	0.08	14.3	14.3	0.06
기타 사하라 이남 지역	84.1	84.2	0.07	84.1	84.1	0.06

주 : 항공부문에 높은 수준의 이산화탄소 배출계수를 적용한 경우임

<표 3-16> 국가별 생산부문 온실가스 배출량 변화(수출국)

(단위 : 백만 톤, %)

	시나리오1			시나리오2		
	FTA이전	FTA이후	변화율	FTA이전	FTA이후	변화율
오세아니아	340.6	340.4	-0.06	340.6	340.5	-0.03
중국	4751.8	4720.8	-0.65	4751.8	4741.3	-0.22
홍콩, 타이완, 싱가포르	66.8	66.6	-0.30	66.8	66.7	-0.12
일본	397.1	406.8	2.45	397.1	401.6	1.15
한국	143.6	144.0	0.28	143.6	143.8	0.08
기타 동아시아	69.8	69.7	-0.07	69.8	69.8	-0.02
기타 서아시아	713.0	712.0	-0.15	713.0	712.6	-0.06
인도	1037.2	1037.2	0.00	1037.2	1037.3	0.01
기타 북미지역	398.7	398.8	0.04	398.7	398.8	0.04
미국	4167.5	4168.1	0.01	4167.5	4167.8	0.01
라틴 아메리카	876.1	876.4	0.04	876.1	876.3	0.02
EU회원국가	1816.8	1817.7	0.05	1816.8	1817.5	0.04
기타 유럽국가	549.7	550.0	0.06	549.7	549.9	0.04
러시아	1210.3	1211.7	0.12	1210.3	1211.2	0.08
중동국가	1038.2	1040.4	0.21	1038.2	1039.5	0.13
북아프리카	109.7	109.8	0.16	109.7	109.8	0.10
기타 사하라 이남 지역	379.6	380.0	0.09	379.6	379.9	0.06
총합	18066.3	18050.5	-0.09	18066.3	18064.1	-0.01

나. 한·중·일 FTA가 우리나라 온실가스 배출에 미치는 영향

우리나라의 국제운송부문 온실가스 배출 변화 양상을 수출입 대상 국가 별로 살펴보면 <표 3-17>과 같다. 우리나라가 수출국의 입장에 있는 경우와 수입국에 있는 경우 모두 제시하고 있으며, 항공부문에 높은 수준의 온실가스 배출계수를 적용하였다.

<표 3-17>에서, 우리나라는 역내 국가와의 수출입 과정에서 발생하는 온실가스 배출량은 증가하는 반면 미국과 EU등 역외 국가와의 무역에서 발생하는 배출량은 감소하는 것으로 나타났다. 이때 시나리오1의 경우 역내 국가로의 수출에서 발생하는 배출량 변화는 33만 톤, 역외 국가로의 수출에서 발생하는 배출량 변화는 약 -44만 톤으로, 두 효과가 상쇄되어 우리나라의 전체 배출량은 오히려 다소 감소하는 것으로 나타났다(수출국 입장). 시나리오2에서 우리나라가 수출국의 입장에 있는 경우 역시, 역내 국가로의 수출에서 증가한 배출량이 역외 국가로의 수출 과정에서 감소하는 온실가스 배출량으로 상쇄된다. 뿐만 아니라, 우리나라가 수입국의 입장에 있는 경우, 역외 국가로 수입하는 과정에서 발생하는 온실가스 배출량이 감소하여 역내 국가의 수입에서 발생하는 온실가스 배출 증가를 상쇄한다. 이러한 결과를 미루어 볼 때, 우리나라는 한·중·일 FTA로 인한 온실가스 배출량 변화가 크지 않으며, 오히려 역외 국가와의 무역에서 발생하는 온실가스 배출량이 감소한다.

<표 3-18>은 우리나라의 생산부문에서 발생하는 온실가스 배출량 변화를 제시한 표이다. 쌀을 제외한 농업부문의 생산액이 감소하면서, 생산부문의 온실가스 배출량 역시 감소하는 것으로 나타났다.

결론적으로, 한·중·일 FTA 체결이 우리나라의 온실가스 배출량 변화에 미치는 영향은 <표 3-19>에 제시되어있다. 즉, 완전 개방의 경우, 우리나라가 수출국의 입장일 때 국제운송부문의 온실가스 배출량은 약 11만 톤 감소하고 생산부문의 배출량은 약 40만 톤 증가하여 약 29만 톤의 배출량이 증가한다. 시나리오2의 경우에는 총 약 11만 톤 증가하는 것으로 나타났다. 이때 앞서 언급한 바와 같이 생산부문에서 운송 관련 서비스 업종에서 발생하는 온실가스는 국제운송에서 발생하는 온실가와 다소

중복되는 부분이 있으므로, 두 부분의 온실가스를 단순히 더하는 것은 총 온실가스 배출량을 과대평가할 수 있다.

**<표 3-17> 수출입 대상 국가별 국제운송부문
온실가스 배출량 및 변화(우리나라 기준, 높은 수준)**

(단위 : 백만 톤, %)

시나리오1	한국(수출국)			한국(수입국)		
	FTA이전	FTA이후	변화율	FTA이전	FTA이후	변화율
중국	2.91	3.16	8.68	0.43	0.49	15.07
일본	1.27	1.35	6.07	1.27	1.35	6.28
미국	48.55	48.43	-0.24	88.30	86.17	-2.41
EU	72.82	72.59	-0.31	8.23	7.91	-3.80
기타	44.24	44.15	-0.21	36.06	35.83	-0.64
시나리오2	한국(수출국)			한국(수입국)		
	FTA이전	FTA이후	변화율	FTA이전	FTA이후	변화율
중국	2.91	3.04	4.50	0.43	0.46	8.87
일본	1.27	1.31	2.91	1.27	1.31	2.96
미국	48.55	48.50	-0.11	88.30	86.88	-1.60
EU	72.82	72.72	-0.13	8.23	8.02	-2.48
기타	44.24	44.21	-0.07	36.06	35.85	-0.58

<표 3-18> 우리나라 업종별 온실가스 배출량 변화

(단위 : 백만 톤, %)

	시나리오1			시나리오2		
	FTA이전	FTA이후	변화율	FTA이전	FTA이후	변화율
쌀	0.72	0.74	2.73	0.72	0.73	0.79
농업(쌀 제외)	6.26	6.13	-1.94	6.26	6.17	-1.37
제조업	34.99	35.26	0.75	34.99	35.14	0.42
서비스업	101.38	101.61	0.23	101.38	101.43	0.05

<표 3-19> 한·중·일 FTA로 인한 우리나라 온실가스 배출량 변화

(단위 : 백만 톤)

	시나리오1	시나리오2
운송부문(수출국)	-0.11	-0.01
생산부문	0.40	0.12

다. 한·중·일 FTA가 온실가스 배출 변화에 미치는 영향 분석

한·중·일 FTA가 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출량에 미치는 영향은 크게 구성효과(composition effect)와 규모효과(scale effect)로 나누어 생각할 수 있다. 이를 수출국의 측면에서 설명하면 식 (25)~식 (27)로 표현할 수 있다. 즉, 전체 수출에서 대상 국가와 각 품목들이 차지하는 비중이 FTA 체결 이후 달라지는데, 이 비중의 변화를 반영하여 온실가스 배출량을 도출한 것이 식 (25)와 식 (26)이다. 각각 FTA 체결 전과 후의 배출량을 의미한다. 그런데 만약 FTA 체결 이후에도 체결 이전과 같이 수출 대상 국가와 품목들의 비중들이 동일하게 유지된 채 수출금액만 증가한다면, 이로 인한 온실가스 배출량은 단순히 수출액 규모의 확대로부터 기인한 것이다(식 (27)). 따라서 FTA 체결 후의 온실가스 배출량의 변화를 나타내는 식 (28)은 식 (25)~식 (27)로 표현할 수 있으며, 식 (28)을 로그를 취해주면 식 (29)로 나타낼 수 있다. 이때 식 (29)의 좌변 첫 번째 항이 온실가스 배출량 변화의 구성효과로, 수출 대상 국가와 품목 구성 비중의 변화로 인한 배출량 변화를 의미한다. 식 (29) 좌변 마지막 항은 규모효과로, 수출액 변화로 인한 온실가스 배출량을 의미한다.

$$(2) E_o^T = VAL_o \times e_o^T = VAL_o \times \sum_{d,g} s_{odg} \times e_{odg}^T$$

$$(25) E_o^{T1} = VAL_o^1 \times e_o^{T1}$$

$$(26) E_o^{T2} = VAL_o^2 \times e_o^{T2}$$

$$(27) \overline{E_o^T} = VAL_o^2 \times e_o^{T1}$$

E_o^{T1} : 수출국 o 의 FTA체결 이전 온실가스 배출량(국제운송)

E_o^{T2} : 수출국 o 의 FTA체결 이후 온실가스 배출량(국제운송)

$\overline{E_o^T}$: 수출국 o 의, FTA체결 이전 수출비중을 가정한 온실가스 배출량(국제운송)

VAL_o^1 : 수출국 o 의 FTA 체결 이전의 총 수출액

VAL_o^2 : 수출국 o 의 FTA 체결 이후의 총 수출액

$$(28) \frac{E_o^{T2}}{E_o^{T1}} = \frac{E_o^{T2}}{\overline{E_o^T}} \times \frac{\overline{E_o^T}}{E_o^{T1}}$$

$$(29) \ln(E_o^{T2}/E_o^{T1}) = \ln(E_o^{T2}/\overline{E_o^T}) + \ln(\overline{E_o^T}/E_o^{T1})$$

$\ln(E_o^{T2}/E_o^{T1})$: 수출국 o 의 총 온실가스 배출량 변화(국제운송)

$\ln(E_o^{T2}/\overline{E_o^T})$: 수출국 o 의 온실가스 배출량 변화의 구성효과
(국제운송)

$\ln(\overline{E_o^T}/E_o^{T1})$: 수출국 o 의 온실가스 배출량 변화의 규모효과
(국제운송)

생산부문의 온실가스 배출량 역시 마찬가지로 방법을 적용할 수 있으며, 아래의 식 (30)~식 (34)로 표현할 수 있다.

$$(30) E_o^{Y1} = Y_o^1 \times e_o^{Y1}$$

$$(31) E_o^{Y2} = Y_o^2 \times e_o^{Y2}$$

$$(32) \overline{E_o^Y} = Y_o^2 \times e_o^{Y1}$$

($e_o^Y = \sum_g s_{og}^Y \times e_{og}^Y$, s_{og}^Y 는 수출국 o 의 전체 생산액 중 산업 g 의 생산액이 차지하는 비중)

E_o^{Y1} : 수출국 o 의 FTA체결 이전의 온실가스 배출량(생산부문)

E_o^{Y2} : 수출국 o 의 FTA체결 이후의 온실가스 배출량(생산부문)

$\overline{E_o^Y}$: 수출국 o 의, FTA체결 이전 생산비중을 기정한 온실가스 배출량(생산부문)

Y_o : 수출국 o 의 총 생산액

$$(33) \frac{E_o^{Y2}}{E_o^{Y1}} = \frac{E_o^{Y2}}{\overline{E_o^Y}} \times \frac{\overline{E_o^Y}}{E_o^{Y1}}$$

$$(34) \ln(E_o^{Y2}/E_o^{Y1}) = \ln(E_o^{Y2}/\overline{E_o^Y}) + \ln(\overline{E_o^Y}/E_o^{Y1})$$

$\ln(E_o^{Y2}/E_o^{Y1})$: 수출국 o 의, 총 온실가스 배출량 변화(생산)

$\ln(E_o^{Y2}/\overline{E_o^Y})$: 수출국 o 의 온실가스 배출량 변화의 구성효과
(생산)

$\ln(\overline{E_o^Y}/E_o^{Y1})$: 수출국 o 의 온실가스 배출량 변화의 규모효과
(생산)

온실가스 배출량 변화의 구성효과와 규모효과는 <표 3-20>과 <표 3-21>에 제시되어있다. 절대적인 수치보다는 변화의 방향성이 중요하기 때문에 양수(증가하는 방향) 혹은 음수(감소하는 방향)만 표기하였다.

<표 3-20>은 국제운송부문의 온실가스 배출량 변화를 구성효과와 규모효과로 나누어 나타내었다(수출국, 높은 수준의 온실가스 배출량 기준). 전 세계를 기준으로 보면, 총 온실가스 배출량은 증가하는 방향으로 나타났는데, 구성효과는 이 배출량을 감소시키는 방향으로 작용한 것으로 나타났다. EU회원국가와 인도를 제외하면, 모든 국가들이 시나리오1과 시나리오2의 결과가 동일하게 도출되었다. EU회원국가와 인도의 경우, 시나리오1에서는 구성효과와 규모효과가 온실가스 배출량을 감소시키는 방향으로 모두 작용하나, 시나리오2에서는 규모효과가 온실가스 배출량을 증가시키는 방향으로 작용한다.

우리나라는 FTA체결 이후에 국제운송부문의 총 온실가스 배출량은 감소하는 것으로 나타났는데, 이때 규모효과는 배출량을 증가시키는 방향으로, 구성효과는 배출량을 감소시키는 방향으로 작용하였으며, 구성효과의 감소 효과가 더 커서 총 배출량이 감소하는 방향으로 나타난 것이다. 중국 역시 구성효과는 배출량을 감소시키는 방향으로, 규모효과는 증가시키는 방향으로 작용하였는데, 총배출량이 증가하였으므로 규모효과가 더 크다는 것을 알 수 있다. 일본도 구성효과가 배출량을 감소시키는 방향으로, 규모효과가 배출량을 증가시키는 방향으로 작용하나, 구성효과가 더 커서 총배출량은 감소한다. 따라서 우리나라와 일본의 경우, 단순히 수출 금액만 증가하는 것보다 한·중·일 FTA를 통한 수출액 증가가 국제운송부문의 온실가스 배출 증가를 억제하는데 도움을 주는 것으로 나타났다.

<표 3-21>은 국가/지역별 생산부문의 온실가스 배출량을 구성효과와 규모효과로 분리하여 제시한 것이다. 전 세계의 측면에서 보면, 온실가스

배출량 변화에서 구성효과는 음의 방향, 즉, 배출량을 감소시키는 방향으로 작용한 것을 알 수 있다. 우리나라의 경우, 완전개방을 가정한 시나리오1에서는 구성효과와 규모효과가 모두 배출량을 증가시키는 방향으로 나타났으나, 부분개방을 가정한 시나리오2에서는 규모효과가 음수로 도출되어 온실가스 배출량을 감소시키는 방향으로 작용하였음을 알 수 있다. 즉, 한·중·일 FTA가 체결되면 우리나라는 온실가스 배출집약도가 상대적으로 많은 업종으로 생산 구성이 변화한다고 볼 수 있다. 중국은 모든 시나리오에서 구성효과와 규모효과, 그리고 총배출량 변화 역시 음수로 나타났다. 일본의 경우, 구성효과는 음수로 나타나 생산부문의 온실가스 배출량을 감소시키는 방향으로 작용하였으나, 규모효과가 이보다 더 크게 영향을 미쳐 총배출량이 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 중국과 일본은 FTA 체결로 인하여 상대적으로 온실가스 배출집약도가 낮은 상품으로의 구성 변화가 이루어진다고 할 수 있다.

<표 3-20> 국가별 국제운송부문 온실가스 배출변화 분리(수출국, 높은 수준)

	시나리오1			시나리오2		
	총변화	구성효과	규모효과	총변화	구성효과	규모효과
오세아니아	-	+	-	-	+	-
중국	+	-	+	+	-	+
홍콩, 타이완, 싱가포르	+	+	-	+	+	-
일본	-	-	+	-	-	+
한국	-	-	+	-	-	+
기타 동아시아	-	-	-	-	-	-
기타 서아시아	+	+	-	+	+	-
인도	-	-	-	-	-	+
기타 북미지역	-	-	+	-	-	+
미국	+	+	-	+	+	-
라틴 아메리카	-	-	-	-	-	-
EU회원국가	-	-	-	-	-	+
기타 유럽국가	-	-	+	-	-	+
러시아	+	+	+	+	+	+
중동국가	+	+	+	+	+	+
북아프리카	-	-	+	+	-	+
기타 사하라 이남 지역	+	+	+	+	+	+
세계	+	-	+	+	-	+

<표 3-21> 국가별 생산부문 온실가스 배출변화 분리(수출국, 높은 수준)

	시나리오1			시나리오2		
	총변화	구성효과	규모효과	총변화	구성효과	규모효과
오세아니아	-	+	-	-	+	-
중국	-	-	-	-	-	-
홍콩, 타이완, 싱가포르	-	+	-	-	+	-
일본	+	-	+	+	-	+
한국	+	+	+	+	+	-
기타 동아시아	-	-	-	-	-	-
기타 서아시아	-	-	-	-	-	-
인도	+	+	-	+	+	+
기타 북미지역	+	+	+	+	+	+
미국	+	-	+	+	-	+
라틴 아메리카	+	+	+	+	+	+
EU회원국가	+	+	+	+	+	+
기타 유럽국가	+	+	+	+	-	+
러시아	+	-	+	+	+	+
중동국가	+	-	+	+	-	+
북아프리카	+	+	+	+	+	+
기타 사하라 이남 지역	+	-	+	+	-	+
세계	-	-	-	-	-	+

제 4 장 요약 및 결론

본 연구는 한·중·일 FTA 체결이 삼국의 경제 뿐 아니라 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출량에 미칠 수 있는 영향에 대하여 분석하였다. 이를 위하여 우선 전 세계 국가를 51개 국가, 업종을 42개로 분류하여 국제운송부문(해상, 항공, 도로, 철도)에서 발생하는 온실가스 배출량과 배출집약도를 ‘상향식’ 방법을 이용하여 도출하였다. 그리고 ‘PEP-w-1’이라는 정태 일반연산균형모형을 이용하여 한·중·일 FTA 체결이 세 국가의 경제에 미칠 수 있는 영향을 제시하였다. 이때 다소 많은 국가/지역분류와 업종 분류 때문에 모형의 해가 도출되지 않는 문제를 해결하기 위하여 18개 국가/지역, 그리고 20개 업종으로 통합하여 분석하였다. 마지막으로, 앞에서 도출한 온실가스 배출집약도와 한·중·일 FTA 체결 하의 무역거래액과 생산액 변화를 바탕으로, 한·중·일 FTA 체결이 국제운송부문과 생산부문의 온실가스 배출량에 미치는 영향에 대하여 분석하였다. 또한 온실가스 배출량의 변화를 구성효과(Composition effect)와 규모효과(Scale effect)로 분리하여 제시하였다.

국제운송부문의 온실가스 배출량이 가장 많은 국가는 미국이었으며, 우리나라는 수출국의 측면에서 온실가스 배출량이 중국과 일본을 상회하였다. 우리나라와 미국 모두 항공운송에서 발생하는 온실가스 배출량이 상대적으로 많은데, 이는 항공운송을 이용한 운송이 상대적으로 많다는 것을 의미한다. 반면 우리나라가 수입국의 입장에 있는 경우에는 중국과 일본보다 배출량이 적었는데, 이는 수입 과정에서 해상운송을 이용하는 비중이 다소 높아졌기 때문이다. 생산부문은 서비스업까지 포함하여 분석하였는데, 중국과 미국이 다른 국가에 비하여 압도적으로 많은 온실가스를 배출하는 것으로 나타났다.

온실가스 배출집약도는 단위금액당 온실가스 배출량을 의미하는 것으로, 업종(품목)의 금액을 고려하여 배출량을 평가하는 것이다. 이는 단위금액당(USD) 온실가스 배출량(g)을 의미한다. 항공운송에 높은 수준의 이산화탄소 배출계수를 적용하는 경우를 기준으로, 미국이 가장 큰 배출

집약도를 보였으며, 우리나라 역시 중국과 일본에 비해서도 큰 값을 보였다(수출국 기준). 그러나 이를 수입국의 측면에서 보면, 미국은 여전히 큰 값을 보이거나 일본이 우리나라보다 더 큰 값을 보였다. 생산부문의 경우, 미국은 온실가스 배출량이 많은 반면 배출집약도는 오히려 중국보다 작고, 우리나라의 약 2.7배가량 큰 수준이었다(수출국 기준).

본 연구에서는 한·중·일 FTA 체결에 대하여 두 가지 시나리오를 가정하였다. 첫 번째 시나리오는 모든 부분을 완전개방하는 것이다. 두 번째 시나리오는 제조업과 서비스업은 완전개방, 쌀을 제외한 농업은 현재 수준의 50%의 관세 유지, 그리고 쌀은 협상에서 제외하되 우리나라와 일본은 각각 수량과 관세를 이용하여 쌀 수입을 제한하는 현재의 정책을 유지하는 것이다.

한·중·일 FTA 체결에 대한 시뮬레이션은 18개 국가/지역, 20개 업종을 대상으로 하였다. 분석 결과, 세 국가의 국내총생산과 역내 무역금액은 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 일본, 한국, 중국 순으로 국내총생산 증가가 큰 것으로 나타났다. 한·중·일 FTA를 체결하는 경우, 우리나라는 역내 무역 의존이 상대적으로 높아지는 것으로 분석되었으며, 중국은 역내 국가로부터의 수입이 증가하고 역외 국가로부터 수입이 감소하는 것으로 나타났다. 일본은 역내 국가로의 수출이 증가하고 역외 국가로의 수출은 감소하는 것으로 나타나 일본에서 중국으로의 수출 증가가 발생하는 것으로 보인다. 이는 일본에서 중국으로의 제조업 부문의 수출이 증가하기 때문으로 보인다. 이와 같은 무역 변화는 완전 개방을 가정한 시나리오1의 경우가 시나리오2의 경우보다 변화 폭이 상대적으로 더 큰 것으로 나타났다.

국내 생산액의 경우, 한·중·일 FTA 이후 우리나라의 농업부문(쌀 제외)의 손실이 클 것으로 예상되면, 특히 부분 개방을 가정한 시나리오2에서 농업부문의 손실이 다른 부문의 생산액 증가보다 더 큰 것으로 나타났다.

한·중·일 FTA로 인한 국제운송부문의 온실가스 배출량은 전 세계적으로 약 30만 톤 증가하는 것으로 나타났으나 전체 규모에 비하여 큰 변화량은 아니었다. 생산부문의 온실가스 배출량은 약 2백만 톤 감소하는 것으로 분석되었다. 우리나라의 경우, 역내 국가와의 무역 과정에서 발생하

는 온실가스는 증가하는 반면 역외 국가와의 무역 과정에서 발생하는 온실가스는 감소하여 두 효과가 상쇄되는 것으로 나타났다. 우리나라의 생산부문은 농업(쌀 제외)의 생산액이 감소하며 이 부문의 온실가스 배출이 감소하는 것으로 나타났으나 전체적으로 생산부문의 온실가스 배출량은 증가하는 것으로 나타났다.

삼국의 FTA로 인한 온실가스 배출량 변화를 구성효과와 규모효과로 분리하여 수출국의 측면에서 살펴보면, 구성효과는 전 세계를 기준으로 국제운송부문과 생산부문 모두에서 온실가스 배출량을 감소시키는 방향으로 작용하였다. 또한 국제운송부문의 경우 우리나라와 일본은 구성효과가 온실가스 배출량을 감소시키는 방향으로 작용하였다. 즉, 우리나라와 일본에 대하여, FTA 체결로 인한 수출액 증가는 단순한 수출액 규모 증가보다 국제운송부문의 온실가스 배출량 증가를 억제하는 것으로 분석되었다. 생산부문의 온실가스 총배출량 변화 역시 구성효과와 규모효과로 나누어 볼 수 있다. 우리나라는 구성효과가 두 시나리오에서 모두 음수로 나타났는데, 이는 FTA 체결 이후 우리나라의 생산이 온실가스 배출집약도가 높은 방향으로 구성이 변화한다는 것을 의미한다. 또한 중국과 일본 모두 구성효과가 음수로 나타나, 배출집약도가 상대적으로 높은 업종으로의 생산 변화가 이루어는 것으로 나타났다.

본 연구는 한·중·일 FTA가 경제에 미치는 영향 뿐 아니라, 온실가스 배출량에 미치는 영향을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 특히 이제까지 상대적으로 연구가 이루어지지 않은 국제운송부문까지 분석 대상에 포함시켰다는 점에서 의미가 있다. 결론적으로 한·중·일 FTA는 전 세계 총 국제운송의 온실가스 배출량 변화에는 미미한 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 이를 구성효과와 규모효과로 나누어 분석한 결과, 한·중·일 FTA는 개별 국가/지역에 따라서는 잠재적으로 온실가스 배출량 변화를 억제하는 방향으로 영향을 미친다는 것을 발견하였다. 또한 우리나라는 역내 무역 의존이 높아지면서 역내 국가와의 수출입에서 발생하는 온실가스 배출량은 증가하나, 상대적으로 거리가 먼 역외 국가들과의 무역에서의 온실가스 배출량 감소가 더 커서 국제운송과정에서 발생하는 온실가스 총 배출량은 감소한다는 점을 밝혔다.

다만 앞부분에서의 51개 국가/지역분류와 42개 업종분류를 대상으로 온실가스 배출량을 계산하였으나, 모형에서 해가 찾아지지 않는 문제로 분석 대상 국가/지역과 업종을 축소할 수밖에 없었다. 이는 결국 모형 분석 이후 운송수단별 온실가스 배출량 정보를 이용할 수 없게 되는 한계점으로 작용하였다. 또한 온실가스 배출집약도가 고정되었다고 가정한 점 역시 한계점이라 할 수 있다. 따라서 이러한 부분들을 수정·보완하여 연구를 진행할 수 있다면, 더 엄밀하게 온실가스 배출량의 변화를 파악할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강상인·김재준(2003), “자유무역협정의 환경친화성 제고방안”, 한국환경정책평가연구원.
- 김명환·권오복·이대섭·김태훈·조영수·박상미(2008), “농업부문 전망모형 구축 연구”, 한국농촌경제연구원.
- 김용건 외(2012), “저탄소 사회로의 이행을 위한 소비행태 조사 및 분석 모형 개발·운용 II” 한국환경정책·평가연구원.
- 대외경제정책연구원(2005a), “한·중·일 FTA의 경제적 파급효과 및 대응전략”
- 대외경제정책연구원(2005b), “한·중·일 FTA: 농업에 미치는 영향 및 대응방안
- 대외경제정책연구원(2005c), “한·중·일 FTA: 제조업 부문의 대응전략-민감품목 분석을 중심으로-”
- 대외경제정책연구원(2005d), “한·중·일 FTA: 경제의 서비스화 현황 및 서비스협상의 시사점”
- 대외경제정책연구원(2005e), “Rationale for a China-Japan-Korea and Its Impact on the Korean Economy”
- 이재영 외(2009), “철도부문 온실가스 배출량 산정 방법론 연구,” 한국철도공사, 지식경제부.
- 유영숙 외(2006), “자동차 온실가스 배출량 산정방법에 대한 연구,” 『한국대기환경학회 춘계학술대회』.
- 하인봉·이광석(2010), “한·중 FTA에 따른 산업부문별 수출 변화와 CO2 배출량 변화 예측”, 자원·환경경제연구, Vol.19, No.1, pp.81-102.
- 환경정책평가연구원(2012), “국제운송에 따른 온실가스 배출량 추정 및 분석”
- Aircraft Economics. 1999. “Freighter Cost Comparisons,” Aircraft Economics 45: 50-56.
- Andre Lemelin, Veronique Robichaud, Bernard Decaluwe, Helene Maisonnave(2012), *THE PEP STANDARD MULTI-REGION, SINGLE-PERIOD WORLD MODEL PEP-w-1*, Partnership for Economic Policy(PEP) MPIA Research Network
- Cristea et al. 2011. “Trade and the Greenhouse Gas Emissions from International Freight Transport,” NBER Working Paper Series, National Bureau of Economic Research.

- Dimaranan, Betina V. and Robert A. McDougall (2002). *Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 5 Data Base*, Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- EEA. 2007. EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, Group 8.
- Gehlhar, M. 2006. “GTAP 6 Data Base Documentation Chapter 08 : Bilateral Time-Series Trade Data,” GTAP 6 Data Base Documentation, Center for Global Trade Analysis.
- Giannouli, M., and G. Mellios. 2005. “Overall Energy Efficiency and specific CO2 Emissions for Passenger and Freight Transport,” European Environmental Agency, TERM 2005 27 EEA 32.
- Hummels, D.L., and G. Schaur. 2012. Time as a Trade Barrier. Mimeo.
- Hutcheson, T. 2006. “HS2002-CPC 1.1-ISC, Rev3-GTAP Concordance,” GTAP 6 Data Base Documentation, Center for Global Trade Analysis.
- ITF(International Transport Forum)/OECD. 2010. Transport Greenhouse Gas Emissions Country Data 2010.
- Joint Study Report for an FTA among China, Japan, and Korea*, 2011.12.06
- Maersk Line. 2007. Constant Care for the Environment.
- Mayer, T., and S. Zignago. 2011. Notes on CEPII’ s Distances Measures (GeoDist). CEPII Working Paper 2011-25.
- National Technical University of Athens Laboratory for Maritime Transport. 2008. Ships Emissions Study.
- Sim et al. 2007. “The Relative Importance of Transport in Determining an Appropriate Sustainability Strategy for Food Sourcing, A Case Study of Fresh Produce Supply Chains“. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12(6) : 422-431.
- Williams, A. 2007. “Comparative Study of Cut Roses for the British Market Produced in Kenya and the Netherlands,” Cranfield University.

참고 사이트

- 세계은행. <http://data.worldbank.org/indicator>.
- 외교통상부 자유무역협정. <http://www.fta.go.kr/>
- 한국무역협회. <http://www.kita.net/>.

CielHS www.cl24.co.kr

FTA 종합지원포털. <http://ftahub.go.kr/>

CEP II. 2011. <http://www.cepii.fr/anglaisgraph/bdd/distances.htm>.

Eurostat. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/>

Port2Port Evaluation Tool. <http://www.compairedata.com/>.

TradeNAVI. <http://www.tradenavi.or.kr/>.

United Nations Economic Commission for Europe.

<http://www.unece.org/index.php?id=24027>.

USA Trade Online. <http://www.usatradeonline.gov/>.

부록

<부표 1> 51개 수출국별 온실가스 배출량(51개 국가)

(단위 : 백만 톤)

	해양	철도	도로	항공 (Low)	총합 (Low)	항공 (High)	총합 (High)
호주	58.6	0.0	0.0	3.4	62.1	5.9	64.6
기타 오세아니아	5.0	0.0	0.0	1.3	6.4	2.3	7.3
중국	46.4	0.0	2.1	32.0	80.5	55.0	103.6
홍콩	0.7	0.0	0.5	0.6	1.8	1.1	2.3
일본	21.1	0.0	0.0	50.1	71.3	86.3	107.4
한국	36.9	0.0	0.0	76.4	113.3	131.4	168.4
대만	7.1	0.0	0.0	11.5	18.6	19.8	26.8
기타 동아시아	0.3	0.0	0.6	0.5	1.4	0.8	1.7
기타 동남아시아	5.3	0.0	0.6	2.3	8.3	3.9	9.9
인도네시아	15.3	0.0	0.0	3.5	18.8	6.0	21.3
말레이시아	7.8	0.0	0.0	6.0	13.8	10.3	18.1
싱가포르	4.5	0.0	0.0	11.7	16.3	20.2	24.7
태국	6.2	0.0	0.8	4.9	11.8	8.4	15.3
베트남	3.1	0.0	0.7	1.1	4.9	1.8	5.6
기타 남아시아	2.0	0.0	0.2	1.8	3.9	3.1	5.2
인도	12.8	0.0	0.5	3.1	16.4	5.3	18.7
캐나다	29.7	1.3	5.1	2.9	39.0	5.0	41.0
미국	170.0	2.0	201.8	618.7	992.4	1064.8	1438.5
멕시코	6.7	0.6	8.9	2.0	18.2	3.4	19.7
아르헨티나	11.3	0.0	2.7	2.5	16.5	4.2	18.3
브라질	54.0	0.1	4.4	4.9	63.4	8.3	66.9
칠레	9.0	0.0	0.5	2.4	11.9	4.2	13.7
기타 남아메리카	30.2	0.0	3.9	4.9	39.1	8.4	42.6
기타 중앙아메리카 및 카리브해	7.5	0.0	0.6	2.7	10.7	4.6	12.6
오스트리아	1.4	0.3	5.0	2.6	9.2	4.5	11.1
벨기에·룩셈부 르크	6.3	0.2	9.9	3.3	19.8	5.7	22.2
기타EU국가	7.1	1.6	17.7	6.2	32.6	10.6	37.0
덴마크	1.6	0.0	0.8	1.2	3.7	2.1	4.5
핀란드	3.0	0.0	0.7	1.2	4.9	2.0	5.8
프랑스	7.2	0.4	13.1	12.1	32.9	20.9	41.6
독일	10.7	1.0	29.2	15.2	56.1	26.1	67.1
그리스	1.4	0.0	1.8	1.0	4.1	1.6	4.8

아일랜드	0.5	0.0	0.2	1.7	2.4	2.9	3.6
이탈리아	6.6	0.3	14.9	5.6	27.4	9.7	31.4
네덜란드	10.2	0.1	8.1	3.8	22.2	6.5	24.9
포르투갈	0.9	0.0	2.8	0.8	4.5	1.4	5.1
스페인	5.1	0.1	12.5	2.4	20.0	4.1	21.8
스웨덴	4.3	0.8	2.7	2.0	9.7	3.4	11.1
영국	11.8	0.1	0.6	9.2	21.7	15.9	28.4
기타 유럽 국가	7.7	0.2	3.4	2.9	14.1	4.9	16.2
기타 동유럽	15.9	1.8	10.1	0.8	28.5	1.3	29.1
러시아	25.8	2.5	8.3	1.3	38.0	2.2	38.9
중동국가	21.8	0.0	6.6	14.1	42.5	24.2	52.6
이란	12.0	0.0	11.2	0.3	23.5	0.5	23.7
쿠웨이트	10.4	0.0	1.2	0.1	11.7	0.2	11.8
카타르	11.0	0.0	0.3	0.1	11.4	0.2	11.5
사우디아라비아	36.8	0.0	14.3	0.7	51.7	1.2	52.2
아랍 에미리트	14.1	0.0	5.2	3.7	23.0	6.3	25.6
북아프리카	11.7	0.0	1.4	1.7	14.8	3.0	16.1
기타 사하라 이남지역	31.7	0.0	8.9	1.7	42.2	2.9	43.5
남아프리카	8.1	0.0	10.9	1.5	20.5	2.6	21.6
총합	836.6	13.7	435.6	948.0	2233.8	1631.5	2917.3

<부표 2> 51개 수입국별 온실가스 배출량

(단위 : 백만 톤)

	해양	철도	도로	항공 (Low)	총합 (Low)	항공 (High)	총합 (High)
호주	16.5	0.0	0.0	22.2	38.7	38.2	54.7
기타 오세아니아	3.9	0.0	0.0	3.2	7.2	5.5	9.5
중국	104.6	0.1	3.2	65.0	172.8	111.9	219.7
홍콩	5.5	0.0	0.7	8.0	14.2	13.8	19.9
일본	106.0	0.0	0.0	97.4	203.5	167.7	273.7
한국	46.4	0.0	0.0	50.6	97.0	87.1	133.4
대만	23.3	0.0	0.0	43.0	66.3	74.0	97.3
기타 동아시아	0.8	0.0	0.3	0.6	1.7	1.0	2.1
기타 동남아시아	6.3	0.0	0.4	13.1	19.8	22.6	29.3
인도네시아	7.3	0.0	0.0	5.2	12.5	9.0	16.3
말레이시아	7.0	0.0	0.0	26.2	33.2	45.1	52.1
싱가포르	11.8	0.0	0.0	39.9	51.7	68.7	80.5
태국	12.3	0.0	0.5	9.6	22.3	16.5	29.2
베트남	4.1	0.0	0.5	1.9	6.4	3.3	7.8
기타 남아시아	4.6	0.0	0.6	2.1	7.3	3.7	8.9
인도	26.8	0.0	0.1	15.3	42.3	26.3	53.3
캐나다	12.1	0.1	0.5	64.0	76.6	110.1	122.8
미국	117.8	1.7	12.6	95.4	227.5	164.3	296.3
멕시코	10.5	2.1	202.6	8.8	223.9	15.1	230.3
아르헨티나	3.3	0.0	1.7	10.9	16.0	18.8	23.9
브라질	16.9	0.0	3.3	14.4	34.6	24.8	45.0
칠레	8.3	0.0	1.3	7.6	17.1	13.0	22.6
기타 남아메리카	9.9	0.1	5.2	10.7	25.8	18.4	33.5
기타 중앙아메리카 및 카리브해	9.9	0.0	0.7	5.2	15.9	8.9	19.6
오스트리아	1.8	0.5	6.2	4.3	12.8	7.4	15.9
벨기에·룩셈 부르크	16.0	0.2	4.7	8.0	28.9	13.8	34.7
기타EU국가	10.8	3.5	17.0	26.3	57.6	45.3	76.5
덴마크	2.7	0.0	2.1	4.7	9.6	8.1	13.0
핀란드	3.7	0.4	2.2	4.6	10.8	7.9	14.1
프랑스	17.6	0.3	12.5	26.9	57.4	46.4	76.9
독일	31.0	1.2	21.0	75.7	128.9	130.4	183.5
그리스	9.8	0.0	3.9	1.5	15.2	2.6	16.3
아일랜드	2.3	0.0	1.2	10.0	13.6	17.2	20.8
이탈리아	17.9	0.8	15.9	11.7	46.4	20.2	54.9

네덜란드	9.6	0.1	2.6	8.2	20.5	14.1	26.4
포르투갈	2.4	0.0	2.6	1.6	6.6	2.7	7.8
스페인	18.0	0.1	12.0	8.2	38.3	14.1	44.2
스웨덴	4.6	0.1	4.0	7.5	16.2	12.9	21.6
영국	21.3	0.1	5.7	52.1	79.2	89.6	116.7
기타 유럽 국가	8.0	0.4	8.6	19.3	36.3	33.1	50.2
기타 동유럽	16.1	1.1	10.1	5.5	32.8	9.5	36.8
러시아	8.0	0.5	9.6	6.1	24.2	10.5	28.6
중동국가	14.3	0.0	9.0	10.0	33.3	17.2	40.5
이란	4.4	0.0	1.4	0.7	6.5	1.3	7.1
쿠웨이트	1.3	0.0	0.3	1.5	3.2	2.6	4.3
카타르	1.4	0.0	0.4	1.8	3.7	3.1	5.0
사우디아라비 아	6.4	0.0	1.2	7.5	15.1	12.8	20.5
아랍 에미리트	5.7	0.0	3.8	7.4	16.9	12.8	22.3
북아프리카	5.0	0.0	5.4	2.2	12.7	3.7	14.2
기타 사하라 이남지역	14.2	0.0	15.2	4.8	34.1	8.2	37.5
남아프리카	6.4	0.0	23.1	9.3	38.8	16.1	45.5
총합	836.6	13.7	435.6	948.0	2233.8	1631.5	2917.3

<부표 3> 42개 업종의 운송수단별 온실가스 배출량

(단위 : 백만 톤)

	해양	철도	도로	항공 (Low)	총합 (Low)	항공 (High)	총합 (High)
벼	0.07	0.03	0.07	0.03	0.21	0.06	0.23
밀	3.30	0.18	1.13	0.32	4.94	0.56	5.17
잡곡	3.22	0.34	1.30	0.79	5.65	1.36	6.23
채소,과실,견과류	4.44	0.13	5.88	1.73	12.18	2.98	13.43
유지 작물	5.31	0.28	0.80	1.04	7.43	1.78	8.18
사탕수수,사탕무	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
섬유작물	1.35	0.07	0.22	0.26	1.90	0.44	2.08
기타 식용작물	2.52	0.09	2.11	3.71	8.42	6.39	11.10
육우,양,염소,말	0.29	0.02	0.77	0.10	1.17	0.17	1.24
기타 축산물	1.30	0.03	0.95	0.41	2.70	0.71	3.00
낙농	0.03	0.00	0.01	0.01	0.05	0.02	0.05
모,견,누에고치	0.28	0.00	0.03	0.04	0.35	0.07	0.38
임업	3.01	0.46	2.72	1.49	7.68	2.56	8.75
수산업	0.13	0.00	0.32	2.17	2.61	3.73	4.18
석탄	40.47	0.48	4.59	3.83	49.36	6.59	52.13
석유	129.39	1.50	29.36	0.00	160.24	0.00	160.24
가스	47.29	0.26	104.63	0.00	152.19	0.00	152.19
기타 광물	102.26	2.33	15.03	6.14	125.76	10.56	130.19
도축육	2.70	0.06	1.85	0.52	5.13	0.89	5.50
기타 육가공품	4.19	0.06	2.87	1.02	8.15	1.76	8.88
동물성 및 식물성 유지	9.12	0.05	2.13	1.04	12.34	1.80	13.10
유제품	2.56	0.08	3.55	0.51	6.69	0.88	7.06
정미	1.04	0.01	0.29	0.12	1.45	0.20	1.53
설탕	1.93	0.01	0.72	0.25	2.92	0.43	3.10
기타 식료품	14.81	0.29	12.12	4.32	31.54	7.43	34.66
음료 및 담배	5.38	0.11	5.21	1.90	12.60	3.26	13.96
섬유	5.70	0.02	5.85	11.66	23.23	20.06	31.64
의류	1.22	0.00	0.71	11.04	12.98	18.99	20.93
가죽제품	1.51	0.00	0.99	5.18	7.69	8.92	11.43
목재 및 목재 제품	11.19	0.44	9.96	2.54	24.12	4.37	25.96
종이,인쇄	22.41	0.61	15.77	11.66	50.45	20.07	58.86
석유 및 석탄제품	125.04	1.54	21.86	8.35	156.79	14.37	162.81

화학, 고무, 플라스틱산업	95.69	1.22	68.47	70.07	235.45	120.59	285.97
비금속 광물산업	17.37	0.41	14.14	7.16	39.07	12.32	44.23
철강	40.87	1.45	18.88	6.41	67.62	11.03	72.24
금속	17.85	0.24	9.52	11.47	39.08	19.74	47.35
금속 제품	24.18	0.11	26.20	109.38	159.87	188.24	238.73
수송 장비	8.93	0.43	9.91	17.90	37.17	30.81	50.08
수송장비	3.19	0.07	1.05	15.46	19.77	26.60	30.91
전자 기기	18.88	0.02	5.06	310.19	334.15	533.84	557.80
기계	52.62	0.20	27.20	306.72	386.74	527.88	607.90
기타 제조업	3.53	0.01	1.40	11.05	15.99	19.01	23.95
총합	836.56	13.68	435.61	947.98	2233.83	1631.49	2917.34

<부표 4> 수요의 소득탄력성

업종	수요의 소득 탄력성	업종	수요의 소득 탄력성
쌀	0.32	석탄	1.17
밀	0.02	석유	1.17
기타 곡류	0.02	가스	1.17
채소 및 과일	0.40	광물	1.17
유지작물	0.16	기타 음식료품	0.40
기타 작물	0.16	섬유	0.49
육류	0.51	가죽, 의류, 목재 및 종이제품	1.38
우유	0.56	석유 및 석탄제품	1.17
양모 및 임업	0.35	기타 제조업	1.17
수산업	0.49	서비스업	1.20

자료 : GTAP 데이터베이스

<부표 5> 업종분류

번호	신업종	구업종	번호	신업종	구업종
1	쌀	벼, 정미	11	석탄	석탄
2	밀	밀	12	석유	석유
3	기타 곡류	기타 곡류	13	가스	가스
4	채소 및 과일	채소 및 과일	14	광물	광물
5	유지작물	유지작물	15	기타 음식료품	도축육, 기타 육가공품, 동물성 및 식물성 유기, 유제품, 설탕, 기타 식료품, 음료 및 담배
6	기타 작물	사탕수수·사탕무, 섬유작물, 기타 식용작물,	16	섬유	섬유
7	육류	육우·양·염소·말, 기타축산물	17	가죽, 의류, 목재 및 종이제품	의류, 가죽제품, 목재 및 목재 제품, 종이·인쇄
8	우유	우유	18	석유 및 석탄제품	석유 및 석탄제품
9	양모 및 임업	모·견·누에고치, 임업	19	기타 제조업	화학·고무·플라스틱 산업, 비금속 광물산업, 철강, 금속, 금속제품, 수송장비, 자동차, 전자기기, 기계, 기타 제조업
10	수산업	수산업	20	서비스업	전력, 수도, 건설, 도소매, 기타운송, 해상운송, 항공운송, 통신, 금융서비스, 보험, 기타 사업서비스, 기타 오락서비스, 공공서비스, 주거

<부표 6> 국가/지역 분류

국가/지역분류							
번호	신분류	구분류	번호	신분류	구분류		
1	오세아니아	호주	12	EU회원국가	기타 EU회원국		
		기타 오세아니아			덴마크		
2	중국	핀란드					
3	홍콩, 타이완, 싱가포르	중국			프랑스		
		홍콩			독일		
		대만			그리스		
4	일본	일본			아일랜드		
5	한국	한국			이탈리아		
6	기타 동아시아	기타 동아시아			네덜란드		
7	기타 서아시아	기타 서남아시아			13	기타 유럽국가	포르투갈
		인도네시아					스페인
		말레이시아					스웨덴
		태국	영국				
		베트남	기타 유럽국가				
		기타 남아시아	기타 동유럽				
8	인도	인도	14		러시아		
9	기타 북미지역	캐나다	15	중동국가	기타 서남아시아		
		기타 북미지역			이란		
10	미국	미국			쿠웨이트		
11	라틴 아메리카	멕시코			16	북아프리카	카타르
		아르헨티나					사우디아라비아
		브라질	아랍에미리트				
		칠레	북아프리카				
11	라틴 아메리카	기타 남미	17	기타 사하라 이남 지역	사하라 이남 지역		
		기타 중미 및 카리브해 지역			남아프리카		
12	EU회원국가	오스트리아	18	기타 세계지역	기타 세계지역		
		벨기에 · 룩셈부르크					

<부표 7> 2007년 국가/지역별 이산화탄소배출량 및 비중(Low)

국가/지역	CO2배출량 비중 (% of world)			배출집약도(CO2 g/US\$)				배출집약도(CO2 g/US\$)			
	운송		생산	총 배출	생산	운송		총 배출	생산	운송	
	수입국	수출국				배출량 (g)	비중			배출량 (g)	비중
호주	2.8	1.7	1.8	654.5	189.5	465.0	71.1	392.2	104.3	287.8	73.4
기타 오세아니아	0.3	0.3	0.1	254.4	70.4	183.9	72.3	326.5	115.6	210.8	64.6
중국	3.6	7.7	26.3	564.2	490.0	74.2	13.2	280.0	73.0	207.0	73.9
홍콩	0.1	0.6	0.0	54.1	3.0	51.1	94.4	259.9	108.7	151.2	58.2
일본	3.2	9.1	2.2	152.4	46.3	106.1	69.6	508.6	136.4	372.3	73.2
한국	5.1	4.3	0.8	372.1	59.8	312.3	83.9	482.8	176.5	306.4	63.5
대만	0.8	3.0	0.3	129.4	57.6	71.8	55.5	476.1	136.5	339.6	71.3
기타 동아시아	0.1	0.1	0.4	1114.4	906.8	207.6	18.6	380.1	198.5	181.6	47.8
기타 동남아시아	0.4	0.9	0.3	231.2	129.0	102.2	44.2	411.7	131.0	280.6	68.2
인도네시아	0.8	0.6	1.5	475.0	317.6	157.4	33.1	290.1	142.6	147.5	50.8
말레이시아	0.6	1.5	0.6	264.7	184.5	80.3	30.3	373.9	104.3	269.6	72.1
싱가포르	0.7	2.3	0.1	138.0	28.5	109.5	79.4	520.9	116.3	404.6	77.7
태국	0.5	1.0	0.8	338.3	260.0	78.3	23.2	301.5	114.9	186.6	61.9
베트남	0.2	0.3	0.3	406.0	305.3	100.8	24.8	284.1	164.2	120.0	42.2
기타 남아시아	0.2	0.3	0.6	315.3	213.1	102.3	32.4	305.9	194.3	111.6	36.5
인도	0.7	1.9	5.7	553.8	440.3	113.5	20.5	357.9	168.5	189.5	52.9
캐나다	1.7	3.4	2.2	264.5	155.6	108.9	41.2	320.7	86.7	234.0	73.0
미국	44.4	10.2	23.1	1139.9	165.4	974.5	85.5	239.3	112.7	126.6	52.9

멕시코	0.8	10.0	1.4	226.4	154.3	72.0	31.8	1144.7	86.1	1058.6	92.5
아르헨티나	0.7	0.7	0.7	380.1	77.7	302.4	79.6	544.3	110.8	433.5	79.6
브라질	2.8	1.6	1.1	698.8	288.1	410.7	58.8	429.2	120.4	308.9	72.0
칠레	0.5	0.8	0.1	272.3	83.3	189.0	69.4	562.0	135.0	426.9	76.0
기타 남아메리카	1.7	1.2	1.1	368.8	83.3	285.5	77.4	329.5	89.0	240.5	73.0
기타 중앙아메리카 및 카리브해	0.5	0.7	0.4	340.3	182.7	157.6	46.3	266.6	122.9	143.8	53.9
오스트리아	0.4	0.6	0.1	158.4	92.4	66.0	41.6	131.4	38.1	93.3	71.0
벨기에·룩셈부르크	0.9	1.3	0.2	88.4	26.6	61.8	69.9	162.9	83.2	79.7	48.9
기타EU국가	1.5	2.6	2.3	96.8	25.9	70.8	73.2	155.2	48.7	106.5	68.6
덴마크	0.2	0.4	0.1	204.6	160.4	44.2	21.6	169.9	58.2	111.8	65.8
핀란드	0.2	0.5	0.1	99.5	40.2	59.3	59.6	203.7	60.1	143.5	70.5
프랑스	1.5	2.6	0.7	117.5	51.8	65.7	55.9	166.2	64.9	101.4	61.0
독일	2.5	5.8	2.0	75.9	26.9	49.0	64.6	205.0	57.4	147.6	72.0
그리스	0.2	0.7	0.5	238.4	57.7	180.7	75.8	294.0	124.4	169.5	57.7
아일랜드	0.1	0.6	0.1	182.8	165.2	17.6	9.6	218.9	55.2	163.7	74.8
이탈리아	1.2	2.1	0.8	78.5	18.1	60.4	76.9	186.4	84.5	101.8	54.6
네덜란드	1.0	0.9	0.4	124.9	33.8	91.1	72.9	187.2	83.5	103.7	55.4
포르투갈	0.2	0.3	0.1	142.6	44.7	97.9	68.7	162.0	68.9	93.0	57.4
스페인	0.9	1.7	0.7	133.1	46.8	86.3	64.8	198.3	90.2	108.1	54.5
스웨덴	0.4	0.7	0.1	109.4	45.9	63.6	58.1	182.0	59.0	123.0	67.6
영국	1.0	3.5	1.3	79.8	23.7	56.2	70.3	211.4	65.8	145.7	68.9
기타 유럽 국가	0.6	1.6	0.6	92.3	47.1	45.1	48.9	181.8	52.6	129.2	71.1
기타 동유럽	1.3	1.5	3.0	171.7	64.2	107.5	62.6	214.9	112.9	101.9	47.4
러시아	1.7	1.1	6.7	406.9	261.9	145.0	35.6	191.9	78.2	113.7	59.2

중동국가	1.9	1.5	1.7	761.9	515.1	246.8	32.4	325.7	135.1	190.6	58.5
이란	1.1	0.3	1.5	591.0	315.7	275.2	46.6	359.8	224.3	135.5	37.7
쿠웨이트	0.5	0.1	0.3	754.0	571.7	182.3	24.2	302.3	143.1	159.3	52.7
카타르	0.5	0.2	0.2	703.4	357.3	346.0	49.2	347.2	176.1	171.1	49.3
사우디아라비아	2.3	0.7	1.4	538.5	321.4	217.1	40.3	338.3	149.1	189.1	55.9
아랍 에미리트	1.0	0.8	0.5	664.6	420.0	244.6	36.8	296.7	155.7	141.0	47.5
북아프리카	0.7	0.6	0.6	390.0	272.2	117.8	30.2	273.1	122.7	150.4	55.1
기타 사하라 이남지역	1.9	1.5	0.4	394.2	183.3	210.8	53.5	359.0	131.8	227.2	63.3
남아프리카	0.9	1.7	1.7	361.5	81.7	279.8	77.4	630.7	102.4	528.3	83.8
총합	100.0	100.0	100.0	352.8	187.2	165.6	46.9	352.8	187.2	165.6	46.9

주: 항공부문의 이산화탄소배출계수를 552로 설정한 경우의 결과이다.

<부표 8> 2007년 국가/지역별 이산화탄소배출량 및 비중(High)

국가/지역	CO2배출량 비중 (% of world)			배출집약도(CO2 g/US\$)				배출집약도(CO2 g/US\$)			
	운송		생산	수출국				수입국			
	수입국	수출국		총 배출	생산	운송		총 배출	생산	운송	
			배출량 (g)			비중	배출량 (g)			비중	
호주	2.2	1.9	1.8	673.1	189.5	483.6	71.9	511.2	104.3	406.8	79.6
기타 오세아니아	0.3	0.3	0.1	282.3	70.4	211.9	75.1	394.8	115.6	279.1	70.7
중국	3.6	7.5	26.3	585.4	490.0	95.5	16.3	336.2	73.0	263.1	78.3
홍콩	0.1	0.7	0.0	66.4	3.0	63.4	95.4	321.5	108.7	212.8	66.2
일본	3.7	9.4	2.2	206.2	46.3	159.9	77.5	637.2	136.4	500.8	78.6
한국	5.8	4.6	0.8	523.9	59.8	464.1	88.6	598.1	176.5	421.6	70.5
대만	0.9	3.3	0.3	161.5	57.6	103.8	64.3	635.0	136.5	498.5	78.5
기타 동아시아	0.1	0.1	0.4	1165.3	906.8	258.5	22.2	425.7	198.5	227.2	53.4
기타 동남아시아	0.3	1.0	0.3	251.5	129.0	122.5	48.7	545.4	131.0	414.4	76.0
인도네시아	0.7	0.6	1.5	495.9	317.6	178.3	36.0	334.6	142.6	191.9	57.4
말레이시아	0.6	1.8	0.6	289.8	184.5	105.4	36.4	527.5	104.3	423.2	80.2
싱가포르	0.8	2.8	0.1	194.9	28.5	166.4	85.4	746.3	116.3	630.0	84.4
태국	0.5	1.0	0.8	361.6	260.0	101.6	28.1	359.2	114.9	244.3	68.0
베트남	0.2	0.3	0.3	421.8	305.3	116.5	27.6	309.6	164.2	145.5	47.0
기타 남아시아	0.2	0.3	0.6	348.9	213.1	135.9	38.9	329.3	194.3	135.0	41.0
인도	0.6	1.8	5.7	569.2	440.3	128.9	22.7	407.4	168.5	238.9	58.6
캐나다	1.4	4.2	2.2	270.3	155.6	114.7	42.4	461.5	86.7	374.9	81.2
미국	49.3	10.2	23.1	1578.0	165.4	1412.6	89.5	277.6	112.7	164.9	59.4

멕시코	0.7	7.9	1.4	232.0	154.3	77.7	33.5	1174.5	86.1	1088.5	92.7
아르헨티나	0.6	0.8	0.7	412.5	77.7	334.8	81.2	757.2	110.8	646.4	85.4
브라질	2.3	1.5	1.1	721.5	288.1	433.3	60.1	522.0	120.4	401.6	76.9
칠레	0.5	0.8	0.1	300.0	83.3	216.7	72.2	697.8	135.0	562.7	80.6
기타 남아메리카	1.5	1.2	1.1	394.6	83.3	311.3	78.9	401.2	89.0	312.2	77.8
기타 중앙아메리카 및 카리브해	0.4	0.7	0.4	368.4	182.7	185.8	50.4	300.5	122.9	177.7	59.1
오스트리아	0.4	0.5	0.1	171.8	92.4	79.4	46.2	154.1	38.1	116.0	75.3
벨기에·룩셈부르크	0.8	1.2	0.2	96.0	26.6	69.4	72.3	178.8	83.2	95.6	53.5
기타EU국가	1.3	2.6	2.3	106.4	25.9	80.5	75.6	190.3	48.7	141.6	74.4
덴마크	0.2	0.4	0.1	215.3	160.4	54.9	25.5	209.7	58.2	151.5	72.3
핀란드	0.2	0.5	0.1	109.5	40.2	69.3	63.3	247.5	60.1	187.3	75.7
프랑스	1.4	2.6	0.7	135.0	51.8	83.2	61.6	200.5	64.9	135.7	67.7
독일	2.3	6.3	2.0	85.4	26.9	58.5	68.5	267.5	57.4	210.1	78.5
그리스	0.2	0.6	0.5	268.3	57.7	210.6	78.5	306.3	124.4	181.8	59.4
아일랜드	0.1	0.7	0.1	191.7	165.2	26.5	13.8	306.0	55.2	250.8	82.0
이탈리아	1.1	1.9	0.8	87.4	18.1	69.3	79.3	204.9	84.5	120.4	58.8
네덜란드	0.9	0.9	0.4	136.1	33.8	102.2	75.1	217.2	83.5	133.7	61.6
포르투갈	0.2	0.3	0.1	155.7	44.7	111.1	71.3	178.0	68.9	109.1	61.3
스페인	0.7	1.5	0.7	140.5	46.8	93.7	66.7	215.0	90.2	124.8	58.0
스웨덴	0.4	0.7	0.1	118.7	45.9	72.8	61.3	222.9	59.0	163.9	73.5
영국	1.0	4.0	1.3	97.1	23.7	73.4	75.6	280.5	65.8	214.7	76.6
기타 유럽 국가	0.6	1.7	0.6	98.8	47.1	51.7	52.3	231.3	52.6	178.7	77.3
기타 동유럽	1.0	1.3	3.0	173.8	64.2	109.6	63.1	227.3	112.9	114.3	50.3
러시아	1.3	1.0	6.7	410.4	261.9	148.5	36.2	212.6	78.2	134.4	63.2

중동국가	1.8	1.4	1.7	820.8	515.1	305.7	37.2	367.0	135.1	231.9	63.2
이란	0.8	0.2	1.5	593.5	315.7	277.8	46.8	370.8	224.3	146.5	39.5
쿠웨이트	0.4	0.1	0.3	755.3	571.7	183.5	24.3	357.4	143.1	214.3	60.0
카타르	0.4	0.2	0.2	706.0	357.3	348.7	49.4	408.6	176.1	232.5	56.9
사우디아라비아	1.8	0.7	1.4	540.6	321.4	219.1	40.5	405.7	149.1	256.6	63.2
아랍 에미리트	0.9	0.8	0.5	692.9	420.0	272.9	39.4	341.4	155.7	185.7	54.4
북아프리카	0.6	0.5	0.6	400.0	272.2	127.8	32.0	291.6	122.7	168.9	57.9
기타 사하라 이남지역	1.5	1.3	0.4	400.3	183.3	216.9	54.2	381.9	131.8	250.1	65.5
남아프리카	0.7	1.6	1.7	376.1	81.7	294.4	78.3	722.3	102.4	620.0	85.8
총합	100.0	100.0	100.0	431.8	187.2	244.5	56.6	431.8	187.2	244.5	56.6

주 : 항공부문의 이산화탄소배출계수를 950으로 설정한 경우의 결과임

<부표 9> $\sigma_{m,z}^{M1}$

	oce	chn	hts	jpn	kor	eas	sas	ind	rna	usa	lat	weu	oeu	rus	mes	naf	ssa	row
ric	2.81	4.29	3.54	3.52	3.69	3.05	3.78	3.41	2.98	3.60	3.46	3.31	2.88	4.11	3.65	2.77	3.69	3.32
wht	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45
gro	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
v_f	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
osd	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
xcr	3.01	2.63	3.03	3.21	3.19	3.06	2.98	3.04	3.09	3.16	3.05	3.21	2.70	3.07	2.85	2.92	2.99	3.04
ani	1.88	1.36	1.33	1.50	1.55	1.85	1.52	1.59	1.60	1.64	1.61	1.56	1.66	1.71	1.60	1.60	1.59	1.90
rmk	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65
wrs	3.77	3.24	2.74	2.61	2.58	5.57	2.64	3.50	2.51	2.51	3.24	2.59	3.54	2.78	3.69	5.76	2.80	2.87
fsh	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
coa	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05
oil	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
gas	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
mne	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
fod	2.46	2.38	2.49	2.08	2.30	2.42	2.49	2.53	2.40	2.48	2.57	2.48	2.58	2.99	2.53	2.71	2.35	2.78
tex	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
lig	3.20	3.41	3.29	3.22	3.29	3.38	3.38	3.31	3.22	3.27	3.38	3.31	3.34	3.44	3.42	3.47	3.39	3.24
p_c	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
hev	3.56	3.61	3.79	3.61	3.59	3.63	3.67	3.63	3.51	3.66	3.52	3.60	3.53	3.54	3.54	3.57	3.55	3.62
ser	1.93	1.97	1.93	1.93	1.94	1.96	1.97	1.96	1.93	1.93	1.94	1.93	2.00	2.01	1.98	1.96	1.94	1.95

자료 : GTAP 데이터베이스

<부표 10> $\sigma_{m,z}^{M2}$

	oce	chn	hts	jpn	kor	eas	sas	ind	rna	usa	lat	weu	oeu	rus	mes	naf	ssa	row
ric	5.62	5.25	5.64	5.33	8.96	5.21	5.31	5.92	6.00	5.59	7.09	6.65	5.60	5.30	5.44	5.30	5.31	5.43
wht	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90
gro	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
v_f	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
osd	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90
xcr	6.42	5.29	6.03	6.39	6.12	5.92	5.65	5.82	6.44	6.48	6.01	6.45	5.81	6.28	6.40	6.31	6.13	6.28
ani	3.42	2.63	2.67	2.88	2.65	2.77	3.03	2.67	2.88	3.38	3.03	3.01	2.90	3.00	3.62	2.92	3.31	2.98
rmk	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
wrs	6.21	6.79	5.59	5.15	5.14	5.63	5.38	6.17	5.13	5.56	6.39	5.94	5.58	5.73	5.45	5.12	5.42	5.39
fsh	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
coa	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10
oil	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
gas	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4
mne	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
fod	4.64	5.62	5.12	5.19	5.30	4.64	5.41	6.20	4.45	4.20	5.27	5.04	4.69	5.67	5.42	5.64	5.03	4.94
tex	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
lig	6.77	6.61	6.86	7.13	6.94	7.20	6.65	6.43	6.69	7.06	6.69	6.90	6.85	7.10	6.87	6.93	6.81	6.90
p_c	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20
hev	7.33	7.83	7.79	7.70	7.61	7.38	7.64	7.71	7.12	7.41	7.28	7.21	7.10	7.16	7.28	7.16	7.31	7.37
ser	3.83	3.81	3.85	3.81	3.81	3.82	3.82	3.82	3.84	3.83	3.86	3.86	4.04	3.82	3.82	3.89	3.86	3.84

자료 : GTAP 데이터베이스

<부표 11> 새 업종분류 코드표

코드	업종	코드	업종
ric	쌀	coa	석탄
wht	밀	oil	석유
gro	기타 곡류	gas	가스
v_f	채소 및 과일	mne	광물
osd	유지작물	fod	기타 음식료품
xcr	기타 작물	tex	섬유
ani	육류	lig	가죽, 의류, 목재 및 종이제품
rmk	우유	p_c	석유 및 석탄제품
wrs	양모 및 임업	hev	기타 제조업
fsh	수산업	ser	서비스업

<부표 12> 새 국가/지역분류 코드표

코드	업종	코드	업종
oce	오세아니아	usa	미국
chn	중국	lat	라틴 아메리카
hts	홍콩, 타이완, 싱가포르	weu	EU회원국
jpn	일본	oeu	기타 유럽국가
kor	한국	rus	러시아
eas	기타 동아시아	mes	중동국가
sas	기타 서아시아	naf	남아프리카
ind	인도	ssa	기타 사하라 이남 지역
rna	기타 북미지역	row	기타 국가

Abstract

Analyzing the Economic and Greenhouse Gas Emission Effects of China-Japan-Korea FTA: A Global Computable General Equilibrium Analysis

Young, SUH

Department of Agricultural Economics & Rural Development
The Graduate School
Seoul National University

Many open economies are actively responding to the globalization of the world economy. Korea is one of them. The Korean government emphasizes especially the Free Trade Agreement with its foreign trade partners and has already signed on several agreements. In November 2012, the Korean government declared that a FTA negotiation among China, Japan, and Korea will be launched. The China-Japan-Korea FTA will provide very important opportunities and challenges to those three Northeastern Asian countries. However, since the three countries together occupy almost 19 percent of world export and import, the CJK-FTA will result in a substantial impact on the whole world economy as well. Moreover, the impact may not be confined in the market and economy. A possible change in production of commodities in those already big three economies may result in a substantial environmental impacts, especially on Greenhouse Gas(GHG) emission, whether they are positive or negative. The three economies are relatively heavily dependent on international trade, and thus, the FTA may result in a

substantial change in world trade flow, which implies that emission from international freight transport will be also affected significantly by the FTA.

The purpose of this study is analyzing the potential economic and environmental impacts of CJK-FTA. The economic impacts and the environmental impacts are analyzed in a comprehensive and unified way with the use of a global computable general equilibrium(CGE) model, 'PEP-w-1'. The environmental issue that this study pays attention to is the GHG emission. Because of the large share in world production and trade of the three countries, the FTA may result in a substantial change in world GHG emission both from domestic production and from international trade. However, very little works on the impacts of FTA on world GHG emission including that from international trade are known, and there are almost no works that analyzed the impacts of CJK-FTA. This study takes up the issue and simulates the economic and environmental impacts based on two different scenarios of the agreements.

For the analysis, this study uses the world economic data base of GTAP DB 8, which is the most recent one of that kind. The impacts on the economy are directly derived from the CGE model simulation. However, the DB which contains only the money-measured trade flows does not provide sufficient information required for analyzing the potential change in GHG emission from international trade. For that purpose we need more detailed information on trade weight, transport distances between trade partners, the shares of transport modes, as well as the money-measured trade flows. This study, employing the recent work of Cristea et al. (2011), collects various sources of data available and builds up them to construct a complete mapping of GHG emission from international freight transport. The DB built up in a bottom-up way is combined with the simulation results of the CGE model to derive the potential change in GHG emission from international trade.

Under the CJK FTA scenarios, gross domestic product(GDP) of three countries increases in the order of Japan, Korea, and China. Moreover, interregional trade grows dramatically and especially Korea becomes more

dependant on interregional trade. Under the scenario 2, the decrease in the output of Korean agricultural sector(except rice) exceeds the output gain in the other sectors.

The impacts of CJK FTA on transport-related GHG emission is different among three countries. Meanwhile, the amount of variation in those countries is larger than that of other countries. GHG emission from production slightly decrease in the world as well as in China. Contrarily, Korean Japanese emission from the production increases under the FTA scenarios.

The impact of CJK FTA on the GHG emission change can be divided into 'Composition effect' and 'Scale effect.' The scale effect has a positive effect in terms of downsizing international transport-related GHG emission of the world and the concerned three countries. The composition effect keeps down the production-related GHG emission of the world. In contrast, the composition effect increases GHG emission in the production of Korea under the FTA scenarios. It means that CJK FTA enforces Korean industry with high emission intensity to produce more than that with low emission such as agriculture sector.

This paper analyses the effect of China, Japan and Korea FTA on economy and environment, especially for Greenhouse Gas emission from international freight transport and domestic production. Nonetheless, aggregation of regions/countries and sector for implementing CGE analysis omits important information of international transport modal share. Moreover, assumption that GHG emission intensities of each trade flows are fixed is also a drawback. However, if these problems are overcome, this paper would be helpful for the advanced study about how trade policy influences the GHG emission.

keywords : Greenhouse Gas emission, China-Japan-Korea Free Trade Agreement, Global static CGE model

Student Number : 2011-21226