

해양수산부문 정책효과 분석을 위한 KMI-GEM 구축 (2)

KMI-GEM Modeling for Economic Effects Analysis
on Oceanic and Fisheries Sector (2)

장정인 · 임병호 · 정인교 · 권장한 · 조정란 · 정수빈 · 김성아 · 최건우



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	장정인, 임병호, 정인교, 권장한, 조정란, 정수빈, 김성아, 최건우
내부연구진	연구책임자 장정인 연구위원 경제전망연구부 공동연구원 임병호 전문연구원 수산연구본부 공동연구원 권장한 전문연구원 경제전망연구부 공동연구원 정수빈 전문연구원 경제전망연구부 공동연구원 김성아 전문연구원 항만연구본부 공동연구원 최건우 전문연구원 해운연구본부
외부연구진	연구책임자 정인교 교수 인하대학교 공동연구원 조정란 교수 인하대학교

연구기간	2021. 4. 01. ~ 2021. 10. 31.
-------------	------------------------------

보고서 집필내역

연구책임자	장정인 연구총괄, 제1장, 제4장 제2절, 제5장
내부연구진	임병호 제1장, 제4장, 제5장 권장한 제3장 정수빈 제3장 제2절 일부 김성아 제3장 제2절 일부 최건우 제3장 제2절 일부
외부연구진	정인교 연구전반 자문, 제1장, 제2장 조정란 제2장

목차

요약_i

Executive Summary_ix

01

서론_1

제1절 연구의 필요성 및 목적	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 연구 목적	3
제2절 연구 내용 및 방법	4
1. 연구 내용	4
2. 연구 방법	6

02

CGE 모형과 탄력성: 아밍턴 계수를 중심으로_9

제1절 CGE 모형과 아밍턴 이론	9
1. CGE 모형	9
2. 아밍턴과 산업내 무역 이론	12
3. CGE 모형 내에서 아밍턴 탄력성의 중요성	14
제2절 선행연구	18
1. 국외 연구	18
2. 국내 연구	21
제3절 아밍턴 탄력성 방법론 검토	24
1. 수입가격방식(Import Price Method)	25
2. 무역비용방식(Trade Cost Method)	26
3. 연립 방정식 시스템(System of Equations Method)	27
4. 마크업 방식(Markup Method)	28
5. 최대 엔트로피(ME: Maximum Entropy) 방식	29
6. 시계열모형	29

7. 패널모형	30
제4절 소결	32

03 해양수산부문 아밍턴 탄성치 추정_35

제1절 데이터 및 방법론	35
제2절 해양수산업 대분류별 아밍턴 탄력성 추정	37
1. 수산물 생산업·가공업·유통업	37
2. 해양자원 개발 및 건설업, 선박 및 해양플랜트 건조수리업, 해양수산 기자재 제조업	45
3. 해운업, 항만업	48
4. 해양수산 관련 서비스업 및 해양수산 레저관광업	56
제3절 소결	59

04 해양수산부문 파급효과 분석 시뮬레이션 : EU 탄소국경조정메커니즘을 중심으로_63

제1절 개요	63
제2절 탄소국경세 관련 국내외 현황	64
1. 탄소국경세 논의 동향	64
2. 국내외 탄소국경세 도입 추진 현황	65
3. 해양수산분야 도입 여건	68
제3절 분석 모형 및 시나리오	70
1. 분석 모형 및 데이터	70
2. 시나리오	77
제4절 분석 결과	80
1. 거시경제적 효과	80
2. 우리나라에 대한 파급영향	85

05	결론 및 시사점_95	
	제1절 요약 및 시사점	95
	1. 요약	95
	2. 시사점 및 활용 방안	97
	제2절 KMI-GEM 모형 구축 로드맵	98

참고문헌_103

표 목차

〈표 3-1〉 수산물 생산업 데이터	39
〈표 3-2〉 수산물 가공업 HS 코드	40
〈표 3-3〉 Augmented Dicky-Fuller Test	42
〈표 3-4〉 수산물 생산업의 아밍턴 탄성치 추정결과	42
〈표 3-5〉 수산물 가공업의 아밍턴 탄성치 추정결과	43
〈표 3-6〉 해양자원 개발 및 건설업 HS코드	46
〈표 3-7〉 선박 및 해양플랜트 건조수리업 HS코드	46
〈표 3-8〉 해양수산 기자재 제조업 HS코드	46
〈표 3-9〉 해양자원 개발 및 건설업, 선박 및 해양플랜트 건조수리업, 해양수산 기자재 제조업 데이터 출처	47
〈표 3-10〉 아밍턴 탄성치 추정치	48
〈표 3-11〉 컨테이너 시장 세분화에 따른 가격탄력성	49
〈표 3-12〉 항만업 탄력성 산출을 위한 활용 자료	54
〈표 3-13〉 재무제표를 활용한 항만업의 가격탄력성 추이	55
〈표 3-14〉 우리나라 항만업 영업이익률 추이	56
〈표 3-15〉 해양수산 관련 서비스업의 가격탄력성	57
〈표 3-16〉 해양수산 관련 서비스업의 가격탄력성	58
〈표 3-17〉 ISIC 산업구분(rev.4)	60
〈표 3-18〉 해양수산업 아밍턴 탄성치 추정결과	61
〈표 4-1〉 주요국의 탄소중립 달성 시기	65
〈표 4-2〉 EU 탄소감축 입법안(Fit for 55) 주요 내용	66
〈표 4-3〉 EU 탄소국경조정제도 주요 내용	67
〈표 4-4〉 EU의 수입국별 탄소 관세상당치(44USD/Mt)	73
〈표 4-5〉 GTAP-E 데이터 구분	75
〈표 4-6〉 ETS 이행 및 검토 국가[2021.4. 기준]	78
〈표 4-7〉 탄소거래세 부과 시나리오 4가지	79
〈표 4-8〉 전 세계 탄소국경세 부과 대상 품목 수출액 변화율(시나리오 4 기준)	81
〈표 4-9〉 전 세계 탄소국경세 부과 대상 품목 수입액 변화율(시나리오 4 기준)	82
〈표 4-10〉 전 세계 탄소배출 변화율(시나리오 4 기준)	84
〈표 4-11〉 우리나라 거시 경제적 효과 변화	85

〈표 4-12〉 우리나라 수출 변화율(V4BAS+V4MAR)	87
〈표 4-13〉 우리나라 총 산출 변화율(x0com)	90
〈표 4-14〉 우리나라 고용 변화(Employ)	92
〈표 5-1〉 KMI-GEM 구축 로드맵(안)	99

그림 목차

〈그림 2-1〉 아밍턴 탄력성의 국가별 추정치 분포	20
〈그림 3-1〉 해양수산업 아밍턴 탄성치 데이터 연계과정	37
〈그림 3-2〉 수입수산물의 일반적인 유통 경로	44
〈그림 3-3〉 우리나라 터미널 운영 하역료 수준	55
〈그림 4-1〉 탄소국경세 및 EU ETS 도입에 따른 해운물류 산업 영향	70
〈그림 4-2〉 GTAP-E 모형의 구조	71
〈그림 4-3〉 EU 탄소국경조정제도의 글로벌 효과 분석 방법론 개요	72
〈그림 4-4〉 對EU 에너지 상품 수출 상위 20개 국가	75
〈그림 4-5〉 고용과 총 생산요소 수요 변화 비교	93
〈그림 5-1〉 다국가-1국가 모형의 연계 개요	100

요약

1. 연구의 목적과 주요 내용

- 코로나19 팬데믹의 종식이 지연되는 가운데, 미-중 간 기술안보패권 강화, 글로벌 공급망 재편, 인플레이션 압력 등 정치경제적 현안이 국제적으로 부각
 - 대외의존도가 높은 우리나라는 이러한 국제통상 현안을 정성적·정량적으로 분석할 수 있는 역량을 강화할 필요가 있음
 - 우리 연구원은 2020년부터 해양수산부문 일반균형분석모형(KMI-GEM) 시범(pilot) 모형을 구축했고, 향후 수정 및 보완을 거쳐 정책연구에 활용할 수 있는 시뮬레이션 모형을 개발함
- 본 연구는 2020년부터 진행된 KMI-GEM 구축의 2단계에 해당하는 연구로서, 해양수산부문 탄성치를 도출함으로써 보다 정확한 글로벌 경제 효과를 분석하는 것이 목적
 - 본 연구의 내용은 크게 아밍턴(Armington) 탄성치에 관한 방법론 분석, 실증 분석(해양수산부문 행동 계수 추정), 그리고 이를 활용한 글로벌 경제 효과 분석 세 가지로 구성됨
 - 첫째, 아밍턴 탄성치에 관한 이론적 배경을 고찰하고, 탄성치 도출을 위한

선행연구 및 방법론을 검토함

- 둘째, 우리나라 해양수산부문 행동계수(탄성치)를 실증적으로 도출함
- 셋째, 탄성치를 반영한 모형을 활용하여 글로벌 경제효과 분석을 수행함
- 연구 방법으로는 기존 경제 모형과 데이터베이스를 개선하고, 새로운 방법론을 도입하기 위해 해양수산 부문별 연구진 구성 및 국내외 전문가 자문을 활용
- 기존 경제 모형은 분야별 담당 연구진을 구성하고 상호 검증과정을 거쳐 모형과 데이터베이스의 정확도를 개선함
- 탄성치 도출 및 글로벌 경제효과 분석을 위하여 국내외 전문가 초청, 세미나, 국외 교육프로그램 참가 등 최신 연구 방법론을 습득함

2. CGE 모형과 탄력성의 중요성

- CGE 모형은 기업, 가계, 정부 등 주요 경제주체의 행동 반응을 미시경제학의 일반균형이론 관점에서 정책 변화 영향을 체계적으로 추정
- 모형상의 방정식은 전통적 미시경제학 이론에 기반하여 수요와 생산 간 균형에 의해 형성되는 가격을 결정함
- 아밍턴 탄력성은 수입 상품에 대한 국가별 선호도(preference)가 다른 점에 착안한 것으로 CGE 모형 내 국제 무역방정식에 포함되는 것이 일반화되었음
- 헤셔-오린 모형과 달리, 아밍턴 계수는 서로 다른 국가에서 생산된 상품 가격이 동조화되지 않아도 됨을 시사함
- CGE 모형에서 경제주체의 행동 반응을 규정하는 것은 탄력성 등 매개 변수로 처리되며, 이는 데이터베이스를 구축한 후 계량경제학적 기법

으로 추정 가능

- 이로 인해 대부분의 CGE 모형은 과거에 추정된 탄력성을 사용하거나 모든 국가에 동일한 탄력성을 부여하는 것이 일반적 관행임
- Bajzik et al.(2020)은 최근 연구일수록 탄력성의 차이가 더 커지며, 새로운 연구에서도 수렴하지 않는다고 보기에 경험적 데이터에 근거한 검증된 탄력성 추정이 무엇보다 중요해짐
- 또한 본 연구의 분석대상인 해양수산물 세부 품목에 대한 탄력성 연구는 국내외 어디에서도 체계적으로 이루어져 있지 않음
- **국내외 선행연구 분석을 통해 아밍턴 탄성치 도출을 위한 다양한 방법론을 검토**
 - 수입가격방식(Import Price Method), 무역비용방식(Trade Cost Method), 오차수정모형(Error Correction Model), 연립방정식시스템(System of Equations Method), 마크업 방식(Markup Method), 최대 엔트로피 방식(Maximum Entropy), 시계열 모형, 패널 모형을 검토함
 - 이를 통하여 탄성치는 분석 대상에 따라 추정결과에 차이가 나타나며, 세분화된 산업 수준을 사용할수록 절댓값이 증가하는 추세를 보인다는 것을 확인함
 - 선행연구를 분석한 결과, 해양수산물부문 탄성치 도출 시 해양수산업 특수분류 중 10개 대분류 수준의 탄성치를 추정하는 것이 적절하며, 각 산업의 특성에 맞는 모형을 선별적으로 활용하는 것이 중요하다는 점을 확인함

3. 우리나라의 CGE 행동계수 추정

- **우리나라 CGE 행동계수 추정을 위해 아밍턴 대체 탄성치 추정 방법론을 살펴봄**

-
- 수입가격 방법론, 연립방정식 모형, 교역비용 방법론, 마크업 방법론, 시계열모형, 패널모형 등 총 여섯 가지 방법론의 특징과 장단점을 분석하여 아밍턴 대체 탄성치 추정에 적용 가능성을 모색함
 - KMI-GEM과의 정합성, 가용데이터, 산업 특성을 고려하여 해양수산업 대분류별 아밍턴 대체 탄성치를 추정
 - 수산물 생산업은 시계열모형을 통해 추정되었으며 대체 탄력성은 0.92~0.96의 값을 보임
 - 수산물 가공업, 해양자원개발 및 건설업, 선박 및 해양플랜트 건조수리업, 그리고 해양수산물자재 제조업은 특수분류 세분류를 패널 개체로 설정한 패널GMM모형을 사용함
 - 각 대분류별 탄성치의 추정결과를 살펴보면, 수산물가공업 0.55, 해양자원개발 및 건설업 1.31, 선박 및 해양플랜트 건조수리업 0.50, 해양수산물자재 제조업 0.39로 추정됨
 - 해운업, 항만업, 해양수산 관련서비스업, 그리고 해양수산레저관광업은 마크업 방식을 통해 아밍턴 대체 탄력성을 추정하였으며, 해운업 2.10, 항만업 6.54, 해양수산 관련서비스업 1.89, 해양수산레저관광업 1.47로 추정치를 구하였음
 - 수산물 유통업은 국내의 업체들이 경쟁 상태에 있지 않고, 유통서비스의 수출입 업체 간 대체가 발생하기 어려울 것으로 판단하여 탄성치를 0으로 가정함
 - 해양수산업 탄성치 추정을 통해 현실 설명력이 향상된 해양수산업 CGE 모형 구축이 가능할 것으로 기대
 - 본 연구에서 추정된 탄성치는 GTAP의 아밍턴 탄성치보다 비교적 낮은 경향을 보이며, 이는 GTAP의 탄성치와 직접 추정한 탄성치를 비교한 선행연구의 결과와 일치함

- 그동안 KMI-GEM에 사용된 아밍턴 탄성치는 GTAP의 탄성치를 기초로 도출되었으며, GTAP의 경우 서비스업 탄성치를 일괄적으로 1.90로 설정했음. 본 연구를 통해 이러한 문제점을 전면적으로 해소하고 해양수산업의 세부적 특성을 시뮬레이션 분석에 체계적으로 반영할 수 있게 됨

4. 해양수산부문 파급효과 분석 예시적 시뮬레이션

- 최근 국제적 이슈인 EU의 탄소국경조정제도(CBAM)에 대하여 살펴보고, 이러한 글로벌 외부 효과가 우리나라 해양수산부문에 미치는 파급효과를 분석
- 최근 EU와 미국을 중심으로 주요국들은 탄소중립 목표 달성을 위한 국가감축목표를 설정하고, 이를 위한 정책수단을 마련 중
 - (EU) 유럽 그린딜 비전을 달성하기 위해 2021년 7월 기후변화 정책 입법안 Fit for 55를 발표함. 이 중 탄소국경조정제도 도입에 따라 EU로 수입되는 상품의 탄소배출량에 따라 국경세를 부과하는 것이 주요 내용임
 - (미국) 바이든 행정부의 적극적인 탄소제로 정책 수립, 2021년 7월 미 의회가 탄소국경세 법안을 발의, 민주당이 예산안 반영을 추진 중임
 - (일본) 스가 총리의 적극적 탄소가격제 도입 표명(2021. 1)과 함께 탄소세 도입에 관한 논의를 진행 중임
 - (중국) EU가 기후변화 문제를 무역으로 확대하려고 한다고 지적하면서, EU의 탄소국경세가 CBDR-RC 원칙에 반하는 무역장벽에 해당한다고 주장함
- EU는 온실가스 배출 허용거래제 관련 규정에 해운을 추가 적용, 해운 및 항만 분야에 영향을 미칠 가능성 제기
 - 해운 부문에 EU-ETS를 도입하게 되면, 해운기업의 원가를 상승시키고

운임에 전가되어 운임 가격 상승을 초래할 가능성이 있음

- 항만 분야의 경우 탄소국경세 품목의 관세 부과로 인해 물동량이 급격하게 감소할 가능성은 크지 않으나, 국내 철강산업을 지원하는 광양항, 포항항 등 일부 영향이 발생할 수 있음
- EU의 CBAM이 해양수산부문에 미치는 영향을 분석하기 위해 다국가 모형인 GTAP-E와 1국 모형인 KMI-GEM의 연계를 시도
 - (시나리오) EU는 공식적으로 모든 EU 수출국에 탄소세를 부과한다고 발표하여 우리나라가 부과대상에 포함될 가능성이 높음. 아직 불명확한 점이 있으나, 본 연구에서는 가능성이 높은 4가지 시나리오를 설정함
 - (파급효과) GTAP-E 모형은 전 세계에 미치는 파급효과를 분석하고, 국내 산업별 세부적인 영향 평가는 해양수산부문 분석모형인 KMI-GEM을 활용하여 2단계 분석을 시도함
- EU 조치에 대한 경제적 효과는 전 세계 상품 및 에너지 교역과 우리나라 산업별 세부 영향으로 구분하여 제시
 - (對 세계) EU 탄소세 부과에 따라 전 세계 에너지 상품 교역은 감소할 것으로 예상되며, 러시아(-12.11%), 벨라루스(-11.56%), 우크라이나(-9.42%), 중국(-4.37%), 한국(-2.81%), 일본(-2.73%) 등도 각각 감소할 것으로 예상됨
 - (우리나라) 우리나라의 거시경제적 효과로서 실질 GDP는 -0.16~-0.18% 수준으로 감소, 수출액 약 -1.0%, 고용부문은 최대 -0.22%까지 감소 추
 - 정. 해양수산부문 중 해운업과 항만업에 미치는 영향이 가장 크며, 각각 수출은 -1.61%, -1.19%, 총 산출 -0.741%, -0.434%, 고용은 -1.470%, -0.633%로 전체 평균보다 감소율이 높을 것으로 예상됨
- 본 연구는 최근 국제통상 현안으로 부각된 EU의 CBAM 파급효과를 추정하고자 하였으나, 아직 모형을 구축 중인 상황이고 CBAM 이행에

대한 구체적인 지침이 확정되지 않은 관계로 본 보고서의 내용은 잠정적인 연구결과임. 향후 보완 작업을 거쳐 2022년에는 보다 정확한 추정치를 도출하고자 함

EXECUTIVE SUMMARY

1. Purpose and highlights of the study

- With the end of the COVID-19 pandemic slipping back out of view, political and economic issues, such as intensifying U.S.-China competition over technological hegemony, reshaping the global supply chain, and rising inflationary pressures, are emerging on the international scene.
- South Korea, which has a high dependency on foreign trade, needs to strengthen its ability to analyze these international trade issues qualitatively and quantitatively.
- In 2020, the KMI started building a pilot General Equilibrium Analysis (KMI-GEM) model for the marine and fisheries sector, and has developed a simulation model that can be used for policy research after further revisions and improvements.
- As part of the second phase of the KMI-GEM project that started in 2020, this study aims to analyze global economic impact more accurately by deriving the elasticity of the sector.

-
- The contents of this study consist largely of three analyses: methodology analysis of Armington elasticity, empirical analysis (to estimate behavior factors of the marine and fisheries sector), and global economic effectiveness analysis based on the results.
 - First, we looked into the theoretical background of Armington elasticity and reviewed study results and methodologies available to estimate elasticity.
 - Second, we derived the behavior factor (elasticity) of Korea's marine and fisheries empirically.
 - Third, we performed a global economic impact analysis using a model factoring in elasticity.
 - Research methods include organizing research teams for each sub-sector and enlisting advice from experts at home and abroad to improve existing economic models and databases and introduce new methodologies.
 - For existing economic models, we improved the accuracy of models and databases by setting up a research team for each field and going through a mutual validation process.
 - We learned the latest research methodologies to derive elasticity and analyze global economic effects by inviting domestic and foreign experts, holding seminars and participating in overseas education programs.

2. CGE model and importance of elasticity

- A CGE model systematically estimates the effects of policy changes from the perspective of the general equilibrium theory of microeconomics, based on behavioral responses of major economic agents (households, firms, government).
- Equations in a CGE model determine prices by balancing demand and production, based on traditional microeconomic theory.
- Armington elasticity was conceived based on the fact that different countries have different preferences for imported goods, and it has become a general practice to include it in international trade equations within a CGE model.
- Unlike the Heckscher-Ohlin (H-O) model, Armington coefficients imply that prices of commodities produced in different countries do not have to be synchronized.
- CGE models capture behavioral responses of economic agents with parameters such as elasticity, which can be estimated with econometric techniques after a database is built.
- Therefore, it is a common practice that most CGE models use elasticity estimates produced in the past or give the same elasticity to all countries.
- Bajzik et al. (2020) observed that more recent literature tends to report bigger differences in the value of elasticity, and newer

studies diverge more instead of converging to a consensus value, making it more important to estimate elasticity in ways that can be validated based on empirical data.

- Furthermore, there has not been any systematic research on elasticity, at home or abroad, for marine fisheries commodities, which are the target of analysis in this study.
- Various methodologies for deriving Armington elasticity were reviewed through analysis of domestic and foreign studies conducted previously.
- A wide range of methods were reviewed, including import price method, trade cost method, error correction model, system of equations method, markup method, maximum entropy method, time series model, and panel model.
- This confirms that estimated values of elasticity vary depending on what is being analyzed and that the more segmented industrial levels are used, the higher the absolute values tend to become.
- Our analysis of prior studies confirms that it is appropriate to estimate elasticity for the 10 high-level classifications of the marine and fisheries sector under the Special Classification System for the sector and that it is important to utilize models that match the characteristics of each industry.

3. Estimation of Korea's CGE behavior factor

- We looked into methodologies for estimating Armington elasticity of substitution to estimate a CGE behavior factor for Korea.
- We analyzed the characteristics as well as the pros and cons of six methodologies - import price method, system of equations model, trade cost method, markup method, time-series model, and panel model - to find out their applicability to estimating Armington elasticity of substitution.
- Armington elasticity of substitution was estimated for each high-level classification of the marine and fisheries sector, taking into consideration compatibility with the KMI-GEM, available data, and industrial characteristics.
- For the fisheries production industry, a time-series model was used to estimate the elasticity of substitution, which was in the range of 0.92 to 0.96.
- For the fisheries processing, marine resources development and construction, vessel and offshore plant construction and maintenance, and marine and fisheries equipment manufacturing industries, a panel GMM model was used, with detail-level classifications under the Special Classification System as panel entities.
- Elasticity estimates for each high-level classification are as follows: 0.55 for fisheries processing, 1.31 for marine resources development and construction, 0.50 for vessel and offshore plant

construction and maintenance, and 0.39 for marine and fisheries equipment manufacturing.

- Armington elasticity of substitution for the shipping, port, marine and fisheries services, and marine leisure and tourism industries was estimated using a markup method, which produced estimates of 2.10 for shipping, 6.54 for port, 1.89 for marine and fisheries services, and 1.47 for marine leisure and tourism.
- Elasticity for the fisheries distribution industry was assumed to be zero as domestic and foreign companies are not in competition and substitution of distribution services is not very likely to take place between importing and exporting companies.
- We expect to be able to build a CGE model for the marine and fisheries sector that is equipped with an improved capability of explaining the reality, by using elasticity estimates for the sector.
- The elasticity values estimated in this study tend to be rather lower than GTAP's Armington elasticity, which is consistent with the results of prior studies that compared their own estimates with GTAP's elasticity values.
- The Armington elasticities that have been used in the KMI-GEM were derived based on the GTAP elasticity. The GTAP sets elasticity for the services industry collectively at 1.90. This study clears this problem and allows the specific characteristics of the marine and fisheries sector to be reflected in simulation analysis more systematically.

4. Analysis of ripple effects on the sector and exemplary simulation

- We looked at the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), which has recently emerged as an international issue, and analyzed the ripple effects of these global external factors on the Korean marine and fisheries sector.
- In recent years, major countries, mainly the EU and the United States, have set national reduction targets to achieve carbon neutrality goals and are developing policy measures to that end.
 - (EU) In order to achieve the European Green Deal, the EU announced a policy legislation to fight climate change called 'Fit for 55' in July 2021. Key to this legislative package are border taxes to be imposed based on carbon emissions of goods imported into the EU as a result of the introduction of the CBAM.
 - (USA) The Biden Administration has been pushing aggressively for carbon-zero policies, while U.S. Congress proposed a carbon border tax bill in July 2021. The Democratic Party is pushing ahead with having it included in the budget proposal.
 - (Japan) The introduction of a carbon tax has been under discussion since Prime Minister Yoshihide Suga expressed his intention to push for the introduction of a carbon pricing system (January 2021).
 - (China) Noting that the EU is trying to expand the issue of

climate change into trade, China claims that the EU's carbon border tax is a trade barrier that runs against the CBDR-RC principle.

- The EU adds shipping to the list of target industries in its Greenhouse Gas Emissions Trading Scheme Regulations, raising the possibility of having an impact on shipping and port industries.
- Introducing the EU-ETS into the shipping sector could increase the costs of shipping companies and pass on the costs into fares, which will likely raise freight rates.
- In the port industry, it is not very likely that tariffs on commodities subject to the carbon border tax will reduce volumes dramatically, but may still have impact on some of the ports, such as Gwangyang Port and Pohang Port underpinning the Korean steel industry.
- To analyze the impact of the EU's CBAM on the marine and fisheries sector, we attempted to link the multinational version of the GTAP model, GTAP-E, with KMI-GEM, a one-country model.
- (Scenario) The EU has officially announced that a carbon tax would be imposed on all exporters to the EU, which means that Korea is likely to be one of the countries subject to the tax. There are still some unclear points, but this study has come up with four likely scenarios.
- (Ramifications) We analyzed the ramifications of the global impact using the GTAP-E model, and conducted a two-step

analysis for a detailed impact assessment, using KMI-GEM, an analysis model for the marine and fisheries sector.

- This paper presents the economic impact of EU measures by dividing it into impact on global goods and energy trade and specific industry-level impacts in Korea.
- (Worldwide) Global energy commodity trade is expected to decrease due to the EU carbon tax, with the trade expected to be reduced especially in Russia (-12.11%), Belarus (-11.56%), Ukraine (-9.42%), China (-4.37%), South Korea (-2.81%), and Japan (-2.73%).
- (South Korea) In terms of macroeconomic effects for Korea, real GDP is expected to decrease -0.16 to -0.18%, with exports likely to decrease about -1.0%, and employment by as much as -0.22%.
- They will have the biggest impact on the shipping and port industries within the marine and fisheries sector, with export growth expected to record -1.61% and -1.19%; total output, -0.741% and -0.434%; employment, -1.470% and -0.633%, respectively, which means that the two industries will suffer lower growth rates than the overall average of the sector.
- This study sought to estimate the ramifications of the EU CBAM, which has recently emerged as an international trade issue, but the contents of this report are provisional findings because we are still building a model and no specific guidelines on the implementation of the CBAM have been finalized. We intend to derive more accurate estimates in 2022 by carrying out updates and supplementary work.

01

서론

제1절 연구의 필요성 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

2021년은 코로나19 위기 극복에 대한 기대와 포스트 코로나 시대를 맞아 경제회복의 동력을 확충하는 것에 대한 고민을 동시에 해야 하는 시기이다. 올 초부터 전 세계 곳곳에서 백신을 접종하면서 점차 코로나19 이전 시대로의 복귀가 예상되고, 올해에는 대부분의 국가가 플러스 성장을 기록할 수 있게 되었다. 우한 사태 이후 철통 방역을 시행해 온 중국과 조기 백신 접종 완료 국가들은 코로나 이전 상황으로 복귀한 상태이다.

그럼에도 불구하고 포스트 코로나 시대의 경제 전망에 대해서는 불투명한 전망들이 제시되고 있다. 코로나19로 인해 붕괴된 글로벌 공급망(Global Value Chain)이 단기간에 회복될 수 있을지도 불확실하다. 특히 중국을 중심으로 정치적·경제적 이슈들이 복합적으로 얽히면서, 경제 논리만으로 글로벌 공급망을 회복할 수 있을지 누구도 단언할 수 없는 상황이다. 또한, 최근 메가 자유무역협정(FTA)의 체결, 상소기구 기능 중지로

인한 WTO의 쇠퇴는 전 세계의 블록화를 초래하게 되어 효율적인 공급망을 다시 갖추기까지 오랜 시간이 걸릴 것으로 예상된다. 이와 함께 긴축통화정책을 위한 금리 인상과 인플레이션에 대한 우려, 기후변화를 위한 탄소국경세 부과 논의, 점점 첨예해지는 중국-反중국 연대는 포스트 코로나 시대의 경제 전망을 더욱 불투명하게 만들고 있다.

대내외 통상환경 변화는 모든 산업에 영향을 미치게 된다. 해양수산업은 해운·항만업과 같은 국제 물류에 해당하는 산업을 포함하고 있고, WTO 수산보조금 논의의 직접 대상이 되는 수산업, 코로나19 위기 회복으로 인한 관광수요의 영향을 받는 해양레저산업 등 글로벌 경제에 상당히 민감한 분야이다. 대응방안을 마련하기 위해서는 외부 충격에 대한 파급영향을 계량적으로 추정해야 한다. 이에 해양수산개발원은 2020년부터 해양수산부문 일반균형분석모형(KMI-GEM, Korea Maritime Institute General Equilibrium Model)을 시범 구축하였고, 시뮬레이션 및 기타 글로벌 경제 효과에 대한 다양한 분석을 시도하고 있는 단계이다.

그러나 KMI-GEM 모형을 본격적인 정책 도구로 활용하기에는 몇 가지 한계점이 있으며, 그 중 가장 시급히 해결해야 할 점은 해양수산부문의 특성을 반영한 탄성치가 부재하다는 것이다. CGE 모형에서 사용되는 아밍턴 탄성치(Armington Elasticity)는 국내-수입 재화·서비스 간 수량 및 가격 관계를 고려하여, 가격 변화에 따른 국내 수요 변화를 추정할 수 있는 계수(coefficient)로서 CGE 모형 분석에 있어서 가장 중요한 요소이다. 특히 아밍턴 탄성치는 글로벌 효과에 대한 국내 영향의 민감도에 직접 관련이 있는데, Schurenberg - Frosch(2015)는 탄력성이 추정치의 방향을 결정한다고 분석한 바 있다.

2. 연구 목적

본 연구는 우리나라 해양수산부문의 글로벌 경제 효과 분석을 위하여 아밍턴 탄성치를 도출하고, 이를 KMI-GEM에 반영하여 동 모형이 우리나라 해양수산부문의 경제 효과를 분석할 수 있는 정책 도구로 제대로 기능하는 것을 목적으로 한다. KMI-GEM은 ORANI-G를 기반으로 하는 해양수산 글로벌 분석모형으로서 2020년에 시범 구축된 바 있다. 이는 기존의 해양·수산·해운·항만 등 해양수산부문에 포함된 각 부문의 개별적인 영향 분석을 넘어, ‘해양수산업’을 대상으로 글로벌 경제 효과의 영향을 분석하고자 시도된 일반균형분석 모형이다.

본 보고서는 2020년 KMI-GEM 연구를 확대 및 발전시킨 2단계에 해당한다. 1단계(2020)에서는 ORANI-G 모형을 기초로 우리나라 해양수산부문의 데이터베이스를 구축하였다. 이는 해양수산부문 중심의 국내 최초 1국 CGE 모형으로서, 코로나19에 의한 해양수산부문 수출입 영향을 시범적으로 추정한 바 있다. 2단계(2021)는 모형 고도화의 일환으로 해양수산부문 산업별 탄성치를 도출하여 보다 정확한 경제적 추정치를 도출하고자 한다. 향후 3단계(2022년 이후)에서는 다국가 모형과의 연계를 통하여 글로벌 경제효과의 경제적 영향 파급 경로를 명확히 하고, 우리나라 해양수산부문에 적합한 수요 및 생산 함수를 보다 구체적으로 반영하고자 한다.

제2절 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

본 연구의 내용은 크게 세 가지로 나눌 수 있는데, 아밍턴 탄성치에 관한 방법론 분석, 실증 분석(해양수산부문 행동 계수 추정), 그리고 이를 활용한 글로벌 경제 효과 분석으로 구성된다.

첫째, 아밍턴 탄성치에 관한 이론적 배경을 고찰하고, 탄성치 도출을 위한 선행연구 및 방법론을 검토한다. 일반적으로 CGE 모형을 활용한 연구는 많지만, 정작 동 모형에 활용되는 아밍턴 탄성치에 관한 연구는 많지 않다. 또한 아밍턴 탄성치에 관한 우리나라의 연구는 기초적인 수준이며 실증분석 사례도 매우 제한적이다. 이에 국내외를 불문하고 아밍턴 탄성치에 관한 연구 방법론을 폭넓게 검토하고, 이를 통하여 우리나라 해양수산 부문에 적합한 분석 방법론을 선택하고자 한다. 특히 ‘해양수산업’은 수산업, 제조업, 서비스업 등 넓고 다양한 성격의 산업들을 포괄하므로 하나의 방법론을 적용하기에 한계가 존재할 것으로 판단된다. 산업별로 확보 가능한 데이터, 분석 방법론, 현실적인 고려사항 등 다양한 제약조건도 존재하므로, 개별 방법론의 특성을 고려하고, 해양수산부문에 적합한 방법론을 적용할 것이다.

둘째, 우리나라 해양수산부문 행동계수(탄성치)를 실증적으로 도출한다. 해양수산부문은 10개 세부 산업으로 구분되며, 이는 KMI-GEM 모형에서도 동일하게 적용된다. 각 산업의 탄성치를 도출함으로써 글로벌 경제효과에 대한 차별화된 영향 분석이 가능하다. 아밍턴 탄성치의 절댓값이 클수록 수입가격 변화에 따른 수요 변동의 변화가 크다고 할 수 있는데, 일반적인 GTAP 모형의 값을 사용할 경우 경제효과의 과대추정 오류가 발생할

수 있다. 본 연구에서는 실증 분석된 아밍턴 탄성치를 선행연구 및 GTAP 값과의 비교를 통하여 탄성치의 의의 및 적용 가능성을 검토할 것이다.

셋째, 탄성치를 반영한 모형을 활용하여 글로벌 경제효과 분석을 수행하고자 한다. 동 모형의 연구 목적은 글로벌 경제효과가 우리나라에 미치는 거시적 효과뿐 아니라 해양수산 각 부문에 미치는 영향을 구체적으로 살펴보기 위한 것으로, 실제 개선된 모형의 효과 추정 기능을 실험적으로 테스트해보고자 한다. 분석 대상은 최근 해양수산 전반에 걸친 주요 이슈인 EU의 탄소국경조정메커니즘(CBAM: Carbon Boarder Adjustment Mechanism)의 파급영향을 계량적으로 추정하고자 한다. CBAM은 2026년부터 본격적으로 이행될 예정이지만, EU가 이행 스케줄을 공표한 이후 우리나라 전 산업에 미칠 영향을 예의주시하고 있다. 특히 EU 기준으로 우리나라는 철강 제5위 수입국으로서 우리나라 에너지 관련 산업 및 물류 산업에 미칠 영향이 클 것으로 예상된다. 이에 거시적 관점에서 우리나라 해양수산부문의 경제적 효과를 살펴보고 시사점을 제시하고자 한다. 단 본 보고서에 제시된 모형은 개발 중인 시범(pilot) 모형이고, CBAM의 구체적 내용이 아직 공개되지 않아 추정결과에 대해 정책적 의미를 부여하는 것은 신중해야 한다는 점을 강조하고자 한다. CBAM의 파급영향에 대한 정확한 추정은 내년에 가능할 것으로 예상된다.

결론에서는 본 연구의 주요 성과를 요약하고, 향후 모형 추정치의 개선을 위하여 2022년 이후의 연구 계획을 작성하고자 한다. 1차년도 데이터 베이스의 구축, 2차년도 해양수산부문 탄성치에 이어 3차년도에는 모형을 완성하기 위해 다국가 모형과의 연계 및 분석의 추정치 정확성 향상을 위한 세부적인 개선 사항을 연구할 것이다.

2. 연구 방법

본 연구는 기존 경제 모형에 대한 검토와 새로운 연구 방법론의 도입이라는 두 가지 방법을 시도했다. 구축된 KMI-GEM의 데이터베이스 정확도 제고, 글로벌 경제 효과 및 시나리오 설정 등 해양수산 전 부문에 걸친 연구는 각 분야 전문가들의 협업이 필수적이다. 이에 분야별 담당 연구진을 구성하고 상호 검증 과정을 거쳐 모형과 데이터베이스의 정확도를 개선하고자 한다. 신규 연구 방법론의 도입은 국내외 전문가 초청, 세미나, 교육 프로그램 참가 등 현재 진행되고 있는 최신 연구 방법론 습득을 통하여 진행하고자 한다.

문헌 연구는 아밍턴 탄성치에 관한 선행연구를 분석하고, 적용 가능한 방법론을 검토한다. 국내에는 아밍턴 탄성치에 관한 연구가 부족하므로 국외 연구를 중심으로 탄성치 값을 조사하고, 각 방법론별 한계점을 파악한다. 해운업과 항만업 등 서비스업이 포함된 해양수산업은 단일 방법론 활용이 어려울 것으로 예상되므로, 산업별로 다른 탄성치 도출 방법론을 적용하는 것을 고려한다. CGE 모형은 대규모 방정식과 산업연관표에 대한 선행 연구를 필요로 하기 때문에 기존 일반균형분석 연구와의 연계가 필요하다. 따라서 연구를 수행할 때 국내 CGE 전문가와의 협업을 통하여 해양수산부문 외에 우리나라 타 부문에서 활용되고 있는 CGE 연구와의 연계성을 확보하고자 하였다. 특히, 본 연구는 글로벌 경제효과가 우리나라 해양수산부문에 미치는 영향 분석을 목적으로 하는바, 다국가 모형인 GTAP 전문가와 지속적으로 협업체계를 구축하였다.

전 세계적으로 널리 사용되는 글로벌 CGE 모형인 GTAP 모형은 미국 퍼듀대학교의 지속적인 데이터베이스 구축과 프로그램 업데이트를 기반으로 이루어진다. GTAP에서 수행하고 있는 교육 프로그램은 SAM 데이터베이스의 구축, 모형의 분석 그리고 글로벌 경제효과 시뮬레이션을 위한 외

생 충격(shock)의 설정 방법에 대한 연구 프로그램을 정기적으로 제공하고 있다. 이에 본 연구진은 정규 교육과정에 적극 참여하여 글로벌 연구기준에 부합하는 최신 연구기법을 습득하고 연구 동향을 파악하고자 하였다.

02

CGE 모형과 탄력성: 아밍턴 계수를 중심으로

제1절 CGE 모형과 아밍턴 이론

1. CGE 모형

오늘날 정책 연구에 널리 사용되는 CGE 모형은 기업, 가계, 정부 등 주요 경제주체의 행동 반응을 미시경제학의 일반균형이론 관점에서 연립방정식 체계로 설정함으로써 정책 변화의 영향을 체계적으로 추정할 수 있게 해 준다. 30여 년 전만 하더라도 미국, 호주 등 일부 선진국의 연구자에 의해 소규모 모형으로 계산가능한(computational) 일반균형모형이 정책 연구에 이용되었는데, 1990년대 들어 개인용 컴퓨터의 발달로 모형의 규모가 커졌을 뿐만 아니라 CGE를 이용한 연구방법이 전 세계적으로 확산되었다. CGE 모형은 Walras(1899)에 의해 전 세계에서 처음으로 시도되었고, Leontief(1936), Arrow and Debreu(1954), Johansen(1960), Harberger(1962), Scarf(1967, 1973), Dixon *et al.*(1977), Ballard, Shoven & Whalley(1985), Hertel(1997) 등이 이론적인 측면 혹은 응용

측면에서 CGE 모형의 발전에 크게 기여하였다. (Ballard and Johnson, 2016)

국가 차원의 정책 분석을 위해 CGE 모형 개발을 정부에서 지원하고 실제 정책에 활용한 세계 최초의 국가는 호주였다. 정부-대학 협업연구기관이던 'IMPACT Project(1975년 출범)'가 호주 CGE 개발의 산실이었다. 'CGE 모형의 할아버지'로 불리는 Alan Powell 교수가 이 연구기관을 이끌었고, Powell 교수는 멜버른 대학 재직 시의 제자이면서 하버드 대학에서 Wassily Leontief 교수로부터 경제학박사 학위를 취득하고 IMF 등에서 근무했던 Peter B. Dixon 박사를 IMPACT Project에 합류시켰다. Peter B. Dixon 박사는 영국 출신 경제학자 Brian R. Parmenter, 물리학자 John M. Sutton 등 당시 쟁쟁한 학자들과 함께 호주 CGE 모형 개발에 착수해 1977년 Orani 첫 모형을 개발했다.

Orani 모형은 오늘날까지 이용될 정도로 우수한 CGE 모형이다. 특이한 점은 Johansen(1960)의 선형화 기법과 Armington(1969)의 국산 상품과 수입 상품 간 선호 차별화 개념을 모형에 반영하였다는 점이다. 후에 IMPACT Project는 'Centre of Policy Studies(CoPS)'로 개편되어 Orani 모형 등 CGE 연구자들의 활동 근거지가 되었다. Dixon 박사는 유능한 수학자였던 Ken Pearson 교수를 연구팀에 합류시켜 CGE 소프트웨어로 널리 사용되는 GEMPACK version 1을 1984년 개발했고, Pearson 교수는 2015년 타개하기까지 Dixon 교수를 도와 각종 Orani 기반 모형의 프로그램과 관련 소프트웨어 개발에 진력하였다.

글로벌 무역 중심으로 구축된 대표적인 모형으로는 미국 퍼듀대학의 Tom Hertel 교수가 주도해 구축한 Global Trade Analysis Project(GTAP)를 들 수 있다. 이 모형은 대표적인 글로벌 무역 모형이며 1국 CGE 모형은 호주 Orani 모형이 대표적이다. GTAP 모형은 모형 구

조, 파라미터 등에서 Orani 모형을 차용하고 있어, Orani 모형의 글로벌 버전으로도 볼 수 있다. 이들 모형은 변형이 가능하도록 설계되어 있어 많은 연구자들이 변형된 모형을 발표했다.

오늘날 CGE 모형은 국제무역, 재정, 환경, 노동, 교통 등 다양한 영역의 정책 변화에 대한 사전적인 평가에 널리 사용된다. 연구 목적에 따라 연립 방정식 체계를 결정하고, 연구에 핵심적인 정책변수를 포함시킬 수 있어서, 연구자는 다양한 정책 대안의 파급영향을 계량적으로 분석하고 최적의 정책 패키지를 선택할 수 있다. 정책분석에 있어 편리한 여러 장점이 있지만 모형 구축과 시뮬레이션을 위해서는 상당한 노력을 투입해야 한다.

모형상의 방정식은 전통적인 미시경제학 이론에 기반하여 구축된다. 후생극대화 함수를 설정하여 수요방정식을 도출하며, 생산자는 비용최소화 원리를 설정하고, 시장 수요와 공급 간 균형에 의해 형성되는 가격을 바탕으로 생산량을 정하게 된다. 대부분의 CGE 모형은 시장왜곡이 없는 상황을 전제로 가격을 결정한다. 하지만 일반적인 경제이론과 마찬가지로 환경 오염과 같은 외부효과가 있는 것으로 간주될 경우에는 도출된 추정치를 해석하는 데 신중을 기해야 한다. 시장왜곡이 있는 경우 CGE 모형 설정 자체가 어려울 뿐만 아니라, 이에 맞는 DB를 구축하기 위해서는 수년의 시간이 필요할 수 있다.

CGE 모형을 이용한 시뮬레이션과 추정치 해석은 복잡하고 어렵다는 점이 모형의 한계로 주로 제기되고 있다. 모형 개발과 DB 구축에 짧게는 수개월, 길게는 1년 이상 소요되기도 한다. 또한 추정치의 경우 불확실성이 내포된 주요 행동 매개변수와 직간접 연관되므로, 추정치 자체에 대한 의문도 종종 제기된다. 10년 이상에 걸쳐 장기적인 추정을 하는 동태 모형에서는 추정 결과가 예상과 다를 수 있다. 특히 부분균형분석에 익숙한 경제학자들은 일반균형 관계에 의해 도출된 CGE 추정치를 블랙박스에 비유하는 경우도 있다.

(Fossati and Wiegard, 2002)

2. 아밍턴과 산업내 무역 이론

근대 무역이론인 헉셔-오린 모형(Heckscher-Ohlin model)은 국가별 부존자원의 차이가 무역을 발생시키는 원인이 되는 것으로 설명했다. 이 이론의 첫 아이디어는 1919년 Eli Heckscher가 발표한 논문에서 제시되었고, 그의 제자인 Bertil Ohlin이 자신의 박사학위 논문(1933)에서 이론을 발전시켰다. Paul Samuelson은 1949년과 1953년 논문에서 Heckscher-Ohlin 모형을 확장시키는 데 성공했고, 이 확장 모형을 학계에서는 Heckscher-Ohlin-Samuelson 모형으로 부르기도 한다. 무역이론 발전에 대한 지대한 업적을 인정받은 Samuelson 교수와 Ohlin 교수는 각각 1970년과 1977년 노벨경제학상을 수상했다.

헉셔-오린 모형은 산업간 무역을 명쾌한 논리로 설명할 수 있지만, Posner(1961), Verdoorn(1960)은 1960년대부터 산업내 무역이 늘어나면서 이 이론의 설명력에 문제가 발생했다고 설명하였다. IMF에서 연구활동을 하던 아밍턴(Armington) 박사는 헉셔-오린 모형이 가정하고 있는 무한대의 대체탄력성(수요의 완전대체와 생산의 완전특화)이 현실과 맞지 않은 것에 의구심을 가졌고, 각국의 수입통계 분석 결과를 바탕으로 산업내 무역을 설명할 수 없는 헉셔-오린 무역이론을 대체할 수 있는 새로운 이론을 모색했다.

아밍턴은 헉셔-오린 모형의 기본 가정인 국가별 부존자원 차이 외에 수입 상품에 대한 소비자의 서로 다른 선호(preference)가 무역 발생의 원인이 될 수 있다는 점을 주목했다. 예를 들어 벤츠와 BMW를 선호하는 세대의 소비자가 많으니 독일이 자동차 수출 강국이 된다는 것이 아밍턴의 생

각이었다. 자동차를 생산하고 수출하는 국가일지라도 독일산 자동차에 대한 국내 수요를 충당하기 위해 벤츠와 BMW를 수입한다는 것이다. 이로써 무역이론 사상 처음으로 산업내 무역을 설명할 수 있게 되었다. 아밍턴은 자신의 논문 첫 문단에 다음과 같이 적고 있다.

“ (...) 거래 가능한 상품에 대한 수요 이론에서는 한 국가의 판매자가 공급하는 특정 종류의 상품이 다른 국가에서 공급하는 동일한 종류의 상품을 완벽하게 대체한다고 자주 가정한다. 이 가정은 구매자가 주어진 품목에 필요한 것보다 더 많이 지출하도록 하는 모든 요인을 제쳐두고, 이러한 공급간의 대체탄력성이 무한하고 해당 가격 비율이 일정하다는 것을 의미한다. (...) 바람직한 접근 방식은 실현가능한 차원의 모든 세계 모델이 완전대체 가능성 가정을 할 수 있는 상품의 종류를 거의 식별하지 못한다는 것을 명시적으로 인식하는 것이다.”¹⁾

핵서-오린 모형이 국제무역에서 상품간 완벽한 대체가능성, 즉 산업간 무역을 설명하고 있으나, 현실적으로 이러한 상품을 찾기 어렵다는 것이다. 현실 세계에서는 불완전한 상품간 대체, 즉 산업내 무역이 발생하고 있다는 것이다. 아밍턴 박사는 국산재와 수입재 간의 대체탄력성(σ)을 자신의 거시경제 모형에 추가하였다. 이후 무역학자들은 아밍턴 탄력성(σ)을 자신의 국제무역 모형에 추가했고, 학계에서는 이를 아밍턴 계수(Armington coefficient) 혹은 아밍턴 탄력성이라고 부르게 되었다. 아밍턴 계수는 국산재와 수입재 간 차별성을 인정하는 것으로, 계수(탄력성)가 클수록 수입재의 대체가능성이 높고 덜 차별화되었음을 의미한다.

1980년대에 CGE 모형이 확산되면서 아밍턴 탄력성은 국제무역 방정식에 포함되었다. 대부분의 CGE 모형에서 각 경제주체의 수요 결정은 국산 및 수입 상품 간에 적용되는 아밍턴 탄력성에 의해 지속적으로

1) Armington(1969), p.159

영향을 받게 된다. 앞서 살펴본 바와 같이 탄력성이 클수록 무역자유화의 영향이 더 커지게 된다. Ahmad *et al.* (2020), Bajzik *et al.* (2020)는 국제무역 CGE 모형에서 가장 중요한 매개변수는 아밍턴 계수라고 설명하였다.

헤셔-오린 모형과는 달리 아밍턴 계수는 서로 다른 국가에서 생산된 ‘동일’ 상품의 가격이 동조화되지 않아도 됨을 시사한다. 선호(preference)는 부존자원과 무관하게 국가별로 수출경쟁력을 가진 상품을 발굴할 수 있게 하는 등 무역의 방향성을 설명하는 데 유용하게 사용되었다. ‘동종 상품’일 지라도 각 국가는 차별화되는 것으로 아밍턴은 가정했다. 이 차별화(선호)가 무역을 발생시키는 원인이 되고, 산업내 무역 수요의 창출을 설명할 수 있다. 이는 교역조건의 악화 없이 무역 확대와 경제성장 실적을 보였던 선진국의 무역을 설명하는 데도 유용했다. Houthakker and Magee(1969)는 소득과 가격탄력성이 국가별로 차이가 있음을 제시하고, 수출입에 대한 소득탄력성으로 무역수지를 설명했다. 오늘날 산업내 무역은 규모의 경제와 독점적 경쟁 이론에 바탕을 둔 Krugman(1979, 1981)의 현대무역이론으로도 설명된다. 하지만 아밍턴 이론으로 현대무역 이전에도 상품 다양성을 무역 분석에 활용할 수 있었던 것이다. CGE 모형 이전에 아밍턴 탄력성은 중력모형에 투입되어 산업내 무역을 설명할 수 있었다. (Anderson and van Wincoop, 2004)

3. CGE 모형 내에서 아밍턴 탄력성의 중요성

1) 탄성치의 역할

CGE 모형은 크게 연립방정식과 변수, 데이터베이스 그리고 탄성치 3가지 부분으로 구성되어 있다. 첫째, 연립방정식 체계와 변수를 철골조 건물

에 비유하면 연립방정식은 건물의 층수, 바닥면적, 하중 등을 공학적으로 계산하여 설치하는 기둥(골조, 뼈대)에 해당하고, 변수는 기둥을 수평으로 연결한 바닥과 내외벽 등으로 볼 수 있을 것이다. 아파트의 골조와 바닥은 극장의 것과 다르다. 국제무역에 대한 파급영향을 추정하기 위한 CGE 모형의 연립방정식 및 변수 체계는 지구온난화 추정모형과는 달라야 한다.

둘째, 데이터베이스는 건물을 특정 용도에 맞게 꾸미는 것으로 비유된다. 아파트와 극장의 내부 시설이 다르듯이 CGE 모형에 적용되는 DB도 해당 모형에 적합해야 한다. 무역정책을 연구한다면 무역 DB의 세분화에 집중해야 할 것이다. DB는 연립방정식 변수에 해당되는 기준연도 경제의 통계실측치를 CGE 시뮬레이션 구동 형식에 맞게 구축한 것이다. 일반균형 모형이므로 데이터 역시 일반균형화되어야 한다. 따라서 각 기관이 계측한 실제 데이터를 조정해야만 CGE의 DB로 사용할 수 있다.

셋째, 탄력치는 건물을 특정 용도로 꾸미고 사용자가 준수해야 할 일종의 행동 가이드라인(규정)인 것으로 비유할 수 있다. 주상복합 목적이라면 거주자와 사무실 근무자 간의 동선 구분, 엘리베이터 조정, 주차장 운영시간 차별화 등 서로 불편을 줄이면서 공간 사용 효율성을 최대한 높이는 방식의 규칙을 정하고, 이를 건물 출입자들이 지키도록 해야 할 것이다. CGE 모형에서 이러한 역할은 경제주체의 행동 반응을 규정하는 탄력성 등 매개변수로 처리된다. 탄력성은 모형에 포함된 경제주체의 행동을 체화한 각종 데이터를 계량경제학적 기법에 따라 처리하여 추정하여 사용하는 것이 가장 바람직할 것이다.

2) 실증연구의 필요성

탄력성이 추정결과에 영향을 미치는 것을 예시적으로 살펴보기 위해

다수 CGE 모형에 널리 사용되는 고정대체탄력성(CES: Constant Elasticity of Substitution) 수요함수를 선형화한 수식이 CGE 연립방정식 체계의 일부로 포함된 것으로 가정해 본다. q 는 수요 변화율이고 p 는 가격 변화율을 나타낸다. 아래 첨자(subscript) d 와 m 은 각각 국산 상품과 수입 상품을 의미한다.

$$q_d = q - \sigma(p_d - p) \quad \text{국산 상품에 대한 수요함수}$$

$$q_m = q - \sigma(p_m - p) \quad \text{수입 상품에 대한 수요함수}$$

$$p = \theta_d * p_d + \theta_m * p_m \quad \text{가중평균 가격}$$

여기서 θ_d 와 θ_m 는 각각 국산 상품과 수입 상품 비중이다. θ_d 가 30%인 것으로 가정하면, θ_m 는 70%가 된다. σ 는 대체탄력성이고, $\sigma = 3$ 으로 가정한다. 단순한 설정을 위해 q 와 p_m 이 변화하지 않는 것으로 가정한다(즉, $q = p_m = 0$). 만약 국산 상품 가격이 10% 인상되면(즉, $p_m = +10\%$), p 는 3%($p = 0.3 * 10\% + 0.7 * 0\% = 3\%$) 올라가게 된다. 국산 상품에 대한 수요는 줄어들고 대신 수입 상품 수요가 늘어나게 될 것임을 예상할 수 있다. 이를 계산해 보면 수입 상품 수요가 9%($q_m = 0 - 3 * (0 - 3\%)$) 증가하고 국산 상품 수요는 21%($q_d = 0 - 3 * (10 - 3) = -21\%$) 줄어들게 된다. 탄력성 3이 수요 변화에 직접적으로 영향을 미치는지를 파악하기 위해 탄력성 σ 를 2로 변경해 보면, 수입 상품과 국산 상품에 대한 수요는 각각 +6% 증가, -14% 감소 영향을 받게 될 것이다. σ 가 1이라면 +3%, -7%가 되고, σ 를 0으로 가정하면 모두 0%가 되어 영향을 미치지 않게 된다.

CGE 모형이나 미시경제학 이론에서 σ 를 1로 규정하면 Cobb-Douglas(CD) 함수가 되고, 0으로 간주하면 Leontief 함수가 된다. Leontief 함수의 경우 비중이 고정되어 있으나, CD 함수에서는 비중이 변경될 수 있다. 따라

서 이들 함수는 지나치게 엄격한 구조를 가진 것으로 볼 수 있다. 탄력성의 값이 0과 1을 제외한 정(+)의 숫자가 되면 CES 함수가 된다. 연구자가 가장 적합한 값을 지정해 모형내 연립방정식에 따라 변수가 변동되도록 규칙을 정해줄 수 있다. CES 함수는 Leontief 함수나 CD 함수에 비해 연구자의 판단을 파급영향 분석에 더 잘 반영할 수 있게 해준다.

하지만 CGE 모형 연구자의 대부분은 탄력성 수치를 주로 선행연구에서 차용해 사용하는 것이 일반적이다.(Bajzik et al., 2020; Ahmad et al. m 2020; Wunderlich and Kohler, 2018; Annabi et al., 2006; Böhringer, 2004; Kapuscinski and Warr, 1999) 이에 대한 비판이 제기되는 것은 당연한 결과인데, 그만큼 탄력성의 크기가 CGE 모형 추정치에 미치는 영향이 크기 때문이다. Schurenberg - Frosch(2015)는 탄력성에 따라 추정치의 절반 이상이 질적으로 차이가 있음을 제시했다. Balstreri and Rutherford(2013)는 선행연구든 현재의 CGE 연구자든 간에 탄력성의 크기에 대한 합의는 존재하지 않는 것으로 판단하고 있다. Bajzik et al.(2020)은 특정 국가에 대한 탄력성의 크기가 연구자에 따라 상당한 차이가 있고, 최근 연구일수록 탄력성의 차이가 더 커지며, 새로운 연구에서도 탄력성 크기가 수렴하지 않고 있다고 보고하였다.

Kapuscinski and Warr(1999)는 아밍턴 탄력성에 대한 경험적 추정치는 거의 없는 것으로 판단하였다. Wunderlich and Kohler(2018)는 대부분의 CGE 모형은 선행연구에 제시된 탄력성을 사용했지만, 대부분 오래된 데이터에 기초해 추정했거나 모형에 사용된 것과 다른 데이터 집계 수준이어서 추정상의 오류 가능성이 있다는 점을 제기했다. 또한 모든 국가에 동일한 탄력성을 부여하는 것이 일반적이다. 이러한 단점을 극복하기 위해서는 경험적으로 검증된 탄력성을 사용해야 한다. 스위스 농업모형(CAPRI)은 연구자들이 추정한 아밍턴 및 수요 탄력성을 사용하여 탄력성 차이가 상당한 규모로 추정치의 차이로 나타난다는 것을 제시했다. 또한 Engler

and Tervala(2016)는 아밍턴 탄력성을 3에서 8로 조정할 경우, 대서양무역투자협정(TTIP) 효과가 두 배 이상 커지는 결과를 제시했다. McDaniel and Balistreri(2002)도 Engler and Tervala(2016)와 유사한 방법으로 아밍턴 탄력성의 값이 추정치에 미치는 영향을 제시했다.

제2절 선행연구

1. 국외 연구

탄력성은 최소자승법(OLS)부터 최대 엔트로피(Maximum Entropy) 방식까지 다양한 기법으로 추정할 수 있으나, 대부분 과거 시계열 데이터를 바탕으로 추정하고 있어 미래 시점에도 적용 가능한지에 대한 의문을 제기할 수 있다. 선행연구에서 탄력성 추정치를 살펴봐도 차이가 큰 경우가 더러 있어 어느 것이 정확한지 판단하기 어렵다. 추정 방식이 다를 뿐만 아니라 각 연구자들이 서로 다른 수준의 데이터 집계를 하기도 하며, 추정에 사용한 데이터의 시점이 다른 점도 탄력성 차이의 원인이 된다.

1977년 Dixon 등이 개발한 Orani 모형에도 아밍턴 계수가 포함되었으며, GTAP 등 대부분의 국제무역 CGE 모형에 아밍턴 탄력성이 수출입 결정 방정식에 사용되고 있다. 아밍턴 탄력성은 크게 2가지 형태로 사용되는데, 중첩된 CES 구조를 사용한 CGE 모형에서 상위 수준(네스팅)의 거시 탄력성과 하위 수준의 미시 탄력성으로 나눌 수 있다. 대부분의 국제무역 CGE 모형은 국산 상품과 수입 상품 수요를 결정하는 거시(1단계 네스팅) 아밍턴 탄력성을 도입하고 있다. 모형에 따라 1단계에서 결정된 수입 상품

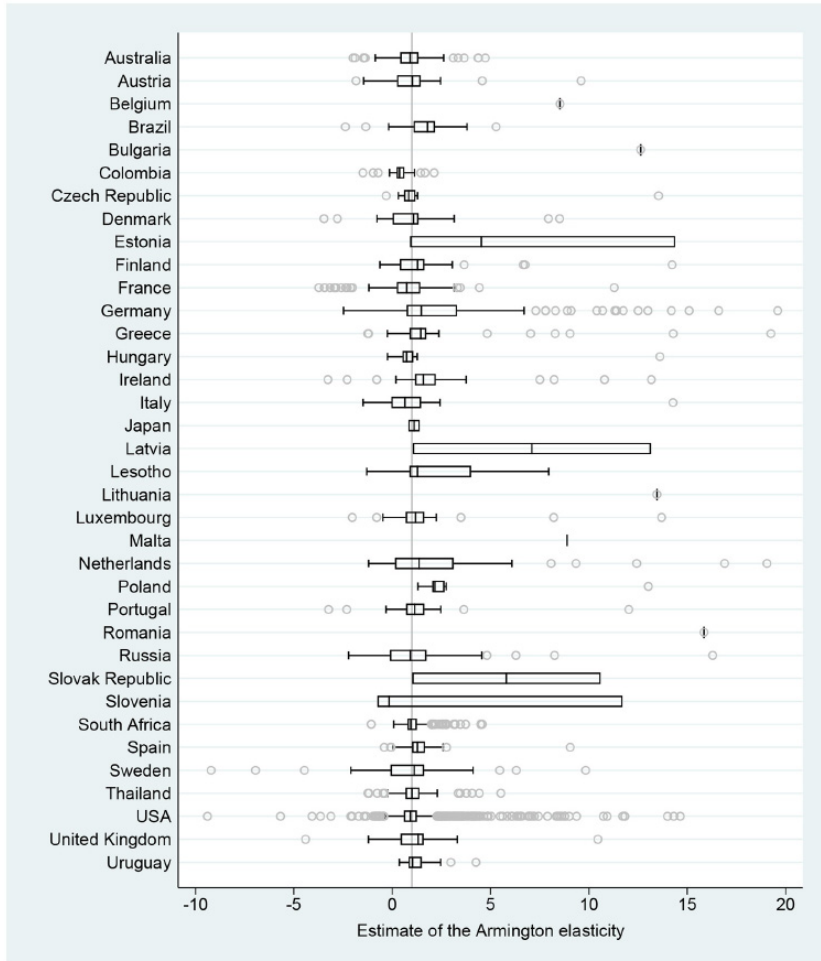
에 대한 수요를 국가별로 배분하는 미시(2단계 네스팅) 아밍턴 탄력성은 글로벌 CGE 모형에 주로 사용된다. 아밍턴 탄력성은 거시경제 모형의 탄력성에서 출발했으나, CGE에서는 미시 탄력성으로 바뀌면서 추정이 한층 더 어려워졌다.

미시 탄력성은 거시 탄력성보다 더 추정하기 어려울 수 있으며 실제 추정 사례도 드물다. 거시 CGE 모형에서 2단계 네스팅 탄력성은 거시 탄력성의 2배 값을 지정하는 경우가 있다(Liu et al., 2020). 국가별로 제품 차별화가 있더라도 동일한 탄력성을 적용하는 것이다. 심지어 Dekle, Eaton and Kortum(2008)은 거시 탄력성과 미시 탄력성의 차이를 허용하지 않고 모든 제품 품종 간의 선호도에 단일 탄력성을 부여했다.²⁾ 여러 국가를 대상으로 추정했던 Stern, Francis and Schumacher(1976)의 연구는 탄력성이 1에 수렴하는 현상을 보여 아밍턴이 생각했던 선호 차이가 나타나지 않았다. 호주 원자재에 대한 Alaouze(1977)의 연구에서는 여러 산업에서 평균 2.0 추정치가 많았다. 이후 한동안 탄력성 2를 Orani 등 여러 모형에 사용하기도 했다.

연구자가 직접 추정한 결과라고 해도 현실 경제활동을 정확하게 표현하는 것에 대해 확신하기 어려우므로 모형에 사용하기 전에 신중한 판단이 필요하다. 주로 해외 연구자들이 탄력성 추정을 많이 했지만, Bajzik et al.(2020), Ahmad et al.(2020) 등 최근의 연구에 따르면 추정치 차이가 크다. 국내 CGE 연구에서 탄력성을 추정한 연구가 있지만, 다수 연구자들은 선행 연구에서 널리 사용된 추정치를 사용하고 있다(조경엽, 2005).

2) Dekle, Eaton and Kortum(2007, 2008)은 아밍턴 구조(무역이론) 대신 현대무역이론을 CGE에 접목했기에 교역조건에 대한 영향을 최소화하면서 소비자 선호를 모형에 반영했다.

〈그림 2-1〉 아밍턴 탄력성의 국가별 추정치 분포



자료: Bajzik *et al.*(2020), p. 18

‘동일 상품이지만 원산지 국가별 소비자 선호 차이가 있다’는 아밍턴 탄력성은 무역 CGE 모형에서 가장 중요한 매개변수이다. 2020년 체코의 경제학자인 Bajzik *et al.*(2020)이 아밍턴 탄력성 이론 발표 50주년을 기념하여 주요 선행연구에서 아밍턴 탄력성 3,524개의 추정치를 분석했다. 이

탄력성은 2.5~5.1 범위에 분포하며, 가장 빈도가 많은 중앙값은 3.8인 것으로 조사되었다(〈그림 2-1〉 참조).

Bajzik *et al.*(2020)에 제시된 〈그림 2-1〉을 자세히 살펴보면, 첫째, 분석 대상에 여러 건의 연구가 포함된 국가의 경우 탄력성 분포 범위가 넓다는 것을 알 수 있다. 즉 수렴되지 않는 것을 의미한다. 둘째, 전통적인 시장 경제 국가에 비해 에스토니아 등 체제전환국의 분포 범위가 넓다. 셋째, 대부분 국가의 탄력성이 음(-)의 값으로 나타났다. 추정 기법상의 문제인지 데이터 부실인지 파악하기 어려우나 아밍턴 탄력성은 양(+)의 값을 가져야 한다. 마지막으로 일본, 태국 등 아시아 국가의 탄력성이 이들의 분석에 포함되었으나 우리나라 자료는 제시되지 않았다. 이는 우리나라의 아밍턴 탄력성 연구 자체가 작았을뿐더러, 그마저도 국문으로 발표되었기 때문일 수 있다.

2. 국내 연구

우리나라의 FTA 정책에 대한 파급영향 분석을 위해 김태형·정인교(1996), 정인교·이경희(2001), 정인교(2002), 조경엽·송원근(2009), 정철 외(2017) 등 다수 연구자들이 글로벌 CGE 모형을 구축해 연구에 사용했다. 글로벌 모형에서는 선행연구에서의 탄력성을 주로 사용하였다. 한국 경제에 대한 1국 CGE 모형 연구는 손양훈·신동천(1997), 박형진(2001), 이명현·성명재(2002), 조경엽(2005), 강동관 외(2012), 이춘수·양승룡(2013), 남상호(2016) 등을 들 수 있으나, 아밍턴 탄력성을 직접 추정한 연구는 많지 않다.

박형진(2001)은 한국 산업·무역 CGE 모형의 개괄서로, CGE 모형에 필요한 주요 탄력성에 대해 설명하고 있다. 남상호(2016)는 호주의 Orani

모형을 소개하였으며, 조세정책 평가 모형을 개발한 조경엽(2005)의 연구는 국내외 선행연구에서 적합한 탄력성을 채택해 모형에 사용하였다. 자본과 노동 결정은 탄력성 1인 CD 함수, 수출 상품과 국내 소비 상품 간 불변 전환탄력성(CET)과 아밍턴 탄력성을 국내외 선행연구를 참고하여 모두 3으로 가정하였다. 이명헌·성명재(2002)의 연구는 최우추정(maximum likelihood estimation) 기법을 통해 다양한 탄력성을 추정하였지만, 아밍턴 탄력성은 선행연구에서 차용하였다. 대부분의 상품에 대해 2.0 내외의 탄력성을 지정하였다.

이춘수·양승룡(2013)은 부분균형모형인 글로벌 시뮬레이션 모형(GSIM: Global Simulation model)을 이용하는 연구에 필요한 아밍턴 탄력성 등 여러 매개변수를 추정하였다. 아밍턴 구조를 바탕으로 하기 때문에 GSIM의 추정결과에 발생하는 편의(bias)를 줄이기 위해 일반화된 아밍턴 탄력성(Generalized Armington elasticity)을 추정하였다. y^t 가 총 소비액이고, y_i^t 가 t시점에 수입 상품 i에 대한 소비액(수입액)이라 할 때, 아밍턴 탄력성이 다음 수식이라면,

$$\ln\left(\frac{y_i^t}{y^t}\right) = (1 - \sigma)\ln b_i + \sigma \ln\left(\frac{P_i^t}{P^t}\right)$$

일반화된 아밍턴 탄력성으로 이춘수·양승룡(2013)은 총 소비액을 설명 변수에 추가한 것이다.

$$\ln\left(\frac{y_i^t}{y^t}\right) = \ln a_i + b_i \ln y^t + \sigma \ln\left(\frac{P_i^t}{P^t}\right) + e_i^t$$

이들 2가지 방식으로 추정한 탄력성을 바탕으로 FTA 발효 시 우리나라의 쇠고기 수입액을 전망하였다.

국내에서 다수 CGE 모형을 이용한 연구가 이루어졌지만, 최근 20년 이

내 국내 1국 CGE 모형에서 아밍턴 탄력성을 추정한 연구는 이춘수·양승룡(2013)의 연구가 유일한 것으로 보인다. 이 연구는 학술행사에 요약 발표된 것으로 학회지 등에 전체 내용이 발간되지 않아 탄력성 추정에 대하여 자세한 내용을 파악하기 어렵다.

1990년대 중반 국내에 소개된 글로벌 CGE 모형은 다양한 국제통상정책 분야 연구에 적용되었다. 한때 자유무역협정(FTA) 이행의 파급영향 추정결과에 대해 논란이 제기된 적이 더러 있었다.³⁾ 언론에서는 연구자 간 추정치가 다를 경우 그 배경에 관심을 갖지만, 경제학자들은 CGE 모형에 반영된 각종 탄력성의 정확성에 대해 의문을 가진다. 또한 연구자가 탄력성을 직접 계산해 CGE 모형에 사용하지 않았다는 점도 자주 지적되는 사항 중 하나이다. 이러한 지적에 연구자들은 추정치에 미치는 탄력성의 영향을 인정하면서도, 대체로 국제적 수준에서 연구자들이 인정하는 탄력성을 사용하고, 추정치의 정확성을 높이기 위해 탄력성 크기를 다양하게 설정하여 민감성 테스트(sensitivity test)를 실시하였다고 답변하곤 했다.

국내에서 사용된 글로벌 모형에서는 산업별 탄력성을 모든 국가가 동일한 것으로 설정했기에 우리나라만의 탄력성이 아니라 보편적으로 인정될 수 있는 탄력성이 필요했다. 다음으로 전체 경제를 10개 내외의 산업으로 구분하는데, 이 정도의 산업 구분과 데이터 집계(aggregation) 구도에 부합하는 탄력성을 사용해야 한다. 만약 특정 브랜드의 명품 가방 등과 같이 아주 세분화된 품목에 대해 연구한다면, 일반적인 가방류에 대한 탄력성을 사용하는 대신 명품 가방에 대한 탄력성을 별도로 추정해야 할 것이다.

수산분야는 우리 전체 경제 규모에서 1% 정도를 차지하지만, 국민의 건강한 식생활을 유지하는 데 필수적인 산업이다. 원양어업, 근해어업, 내수

3) 한겨레21(2007)은 2007년 대외경제정책연구원, 농촌경제연구원, 한국개발연구원 등 11개 정부출연연구기관이 국회에 제출한 한미 FTA 파급영향 보고서에 대해 '황홀한 FTA 효과, 수상한 CGE 모형'이라는 제목의 기사를 게재한 바 있다.

면어업 등 세부 수산분야가 다양하지만 이들 품목에 대한 CGE 탄력성은 국내외에서 체계적으로 추정된 바가 없으므로, 본 연구의 추정 시도는 여러 가지로 의미 있는 시도라 할 수 있다. 특히 2022년 산학관연 연구에 필요한 탄력성을 미리 계산해 보고, 세부 수산 분야별로 보다 정확한 탄력성 추정을 위해 올해의 연구에서 탄력성 추정 방식을 익힐 필요가 있다.

제3절 아밍턴 탄력성 방법론 검토

CGE 행동계수 중 아밍턴 대체 탄성치(Armington elasticity of substitution)는 세금, 관세 또는 기타 무역 비용의 변화로 인한 무역 정책이 생산량, 교역량, 후생과 같은 변수에 미치는 영향을 정량적으로 분석할 수 있게 해준다. 예를 들어 해외 재화의 가격 변화는 다른 유사 수입 재화와 국내 생산재에 대한 대체효과를 유발하게 되는데, 이러한 대체효과는 아밍턴 탄성치를 통해 모형의 추정에 활용된다. Oleseyuk(2015)는 따라서 탄성치의 크기는 CGE 시뮬레이션 결과에 중요한 영향을 미치게 되고, 탄성치 추정을 위해 다양한 실증분석이 수행되고 있다고 설명하였다.

Ahmad, Montgomery and Schreiber(2020)는 탄성치 추정에 관한 실증분석 연구에 연구의 목적, 범위, 데이터 가용성에 따라 다양한 계량경제학 모형들이 사용되었고, 연구에 따라 상이한 산업 수준을 사용했음을 밝혔다.⁴⁾ 본 절에서는 Ahmad, Montgomery and Schreiber(2020)가 분류한 아밍턴 탄성치 추정 방법론과 더불어 시계열모형 및 패널모형을 바탕으로 한 탄성치 추정방법을 살펴보고, KMI-GEM의 행동계수 추정에 적용가능성을 모색한다.

4) Ahmad, Montgomery and Schreiber(2020), p. 1.

1. 수입가격방식(Import Price Method)

수입가격 방법론은 산업별 수입재의 가격과 수량의 시계열 자료를 바탕으로 아밍턴 탄성치를 추정한다.⁵⁾ 산업 내의 국산재와 수입재에 대한 CES(Constant Elasticity of Substitution)를 가정하고, 모든 수입재가 완전대체관계에 있다고 가정한다. Kapuscinski and Warr(1999)와 Ahmad *et al.*(2020)에 제시된 아밍턴 탄력성 추정 방법론을 간략하게 요약하면, 먼저, 수입가격방식(Import Price Method)은 각 산업의 수입품 가격 및 수량에 대한 시계열자료를 이용한다. 이 방식은 Reinert and Roland-Holst(1992)와 Gallaway *et al.*(2003) 연구에서 사용되었고, 아밍턴 탄성치는 다음 방정식으로 구한다.

$$\ln\left(\frac{Q_{kFt}}{Q_{kHt}}\right) = \alpha_k - \sigma_k \ln\left(\frac{P_{kFt}}{P_{kHt}}\right) + \mu_{kt} \quad \text{식 (1)}$$

위 식(1)에서 Q 는 수량, P 는 가격을 나타낸다. 식(1)의 종속변수는 k 재화에 대한 자국 생산량 대비 수입량의 수요를 의미하며, 아밍턴 탄력성은 k 재화의 상대가격의 계수로 추정된다. α_k 와 μ_{kt} 는 각각 상수와 오차항을 의미한다.

이 방식은 탄력성을 간단하게 추정할 수 있게 해주지만, 몇 가지 문제점이 제기된다. 먼저 상위 거시 탄력성만 추정할 뿐 미시 탄력성을 추정할 수 없다. 설명변수와 종속변수에 대한 계측 문제, 복합지수에서 높은 가격의 비중이 커지는 문제 외에 가격과 오차항간 상관관계(correlation), 동시적 편향성 등 계량경제학적인 오류 문제가 지적된다. 또한 자료 수집과정에서 데이터의 측정 오류(measurement error)가 발생할 가능성이 높고, 탄성치의 추정과정에서 공급 측면을 고려하지 못한다는 한계 역시 존재한다.⁶⁾

5) 수입가격 방법론을 적용하여 아밍턴 탄성치를 추정한 대표적인 연구로는 Reinert and Roland-Holst(1992)와 Gallaway, McDaniel and Rivera(2003) 등이 있다.

6) Ahmad, Montgomery and Schreiber(2020), p. 3.

2. 무역비용방식(Trade Cost Method)

무역비용방식(Trade Cost Method)은 수출입 가격 변동으로 무역비용 변화를 포착하는 것으로, 무역비용으로 인한 가격 변동 정보를 탄력성 추정에 활용함으로써 무역데이터의 측정 오류를 축소시키는 방식이다. 교역 비용 변동으로 인한 가격의 움직임을 사용함으로써 교역 데이터의 측정 오류를 축소하고, 수출 공급 충격을 통제할 수 있다는 장점이 있다.⁷⁾ 아밍턴 탄력성은 무역 중력방정식으로 추정한다.

$$\ln(X_{ij}) = \alpha_i + \alpha_j + (1 - \sigma)\ln(\tau_{ij}) + \epsilon_{ij} \quad \text{식 (2)}$$

위 식(2)에서, X_{ij} 는 i 국과 j 국 간의 교역을 의미한다. α_i 와 α_j 는 각각 출발지와 도착지 효과에 대한 통제변수이다. τ_{ij} 는 양자무역에서 발생하는 비용으로, 연구에 따라 관세, 운송비용 등을 대리변수로 사용하였다.⁸⁾ σ 는 아밍턴 탄성치이다.

중력방정식에 포함된 무역비용은 관세 혹은 운송비용을 대리변수로 사용할 수 있다(Hertel et al., 2007; Caliendo and Parro, 2015). 이 방식은 Hertel *et al.*(2007)이 GTAP 모형에서의 아밍턴 탄력성을 추정하기 위해 사용한 방식으로, 관세 및 운송 비용에 대한 세관 정보를 바탕으로 탄력성을 추정했다. 학계에서 널리 사용하고 있는 중력모형을 이용한다는 점이 장점이거나, 필요한 무역비용 데이터를 확보하는 애로가 클 수 있어 세분화된 부문과 국가에 대한 아밍턴 탄력성 추정이 용이하지 않을 수 있다.

7) Ahmad, Montgomery and Schreiber(2020), p. 6.

8) Head and Ries(2001), Caliendo and Parro(2015).

3. 연립 방정식 시스템(System of Equations Method)

Leamer(1981)는 연립방정식 체계를 활용하여 공급 및 수요의 매개변수를 추정하였다. 연립방정식 모형은 재화의 수요와 공급은 다음과 같은 로그-선형(log-linear) 연립방정식 체계를 따른다고 가정한다.

$$\ln(q_t) = \alpha + \theta \ln(p_t) + \epsilon_t \quad \text{식 (3)}$$

$$\ln(q_t) = \gamma + \omega \ln(p_t) + \mu_t \quad \text{식 (4)}$$

단, $\theta < 0$, $\omega > 0$

식(3)은 재화의 수요 측면을 나타내며, 식(4)는 재화의 공급 측면을 의미한다. 만약 식(3)과 식(4)의 오차항인 ϵ_t 와 μ_t 가 비상관(uncorrelated)이라면, 수요의 파라미터인 θ 와 공급의 파라미터인 ω 는 다음과 같은 쌍곡선 함수(hyperbolic function)로 표현할 수 있다.

$$(\theta - b)(\omega - b) = \left(\frac{b}{b_r} - 1\right)(b_r * b) \quad \text{식 (5)}$$

식(5)에서 b 는 수량과 가격 사이의 OLS(Ordinary Least Square) 추정 계수이며 b_r 은 역함수의 OLS 추정치이다. Feenstra(1994)는 Leamer(1981)의 방법을 발전시켜 수입자료를 사용한 아밍턴 탄력성 추정 방법을 제안하였다. Feenstra(1994)는 특정 수입업체가 지닌 N 개의 수출 국가에 대한 수량과 가격 데이터를 활용하여 개별국가의 수요 및 공급 충격에 대한 쌍곡선을 관계를 구했으며, GMM(Generalized Method of Moments)을 통해 N 개 쌍곡선의 제곱잔차의 합을 최소화하는 파라미터를 추정하였다. 이 외에도 Borda and Weinstein(2006)은 연립방정식 모형에 그리드 서치 방법(grid search method)을 적용하여 아밍턴 탄성치를 추정했으며, Sodebery(2018)는 Limited Information Maximum

Likelihood(LIML)를 사용하여 실증분석하였다.

4. 마크업 방식(Markup Method)

Ahmad and Riker(2019)는 독점적 경쟁시장에서 가격-비용 인상과 대체탄력성 간의 구조적 관계를 활용하여 아밍턴 탄성치를 추정하였다. 독점적 경쟁시장에서의 기업은 상품 차별화로 인해 제한된 범위 내에서 시장지배력을 보유한다. 따라서 기업은 일정수준에서 가격 책정자(price maker)로서 행동하게 되고, 기업은 이윤극대화를 위해 단위당 이윤이 대체 탄력성의 역수가 되는 가격을 책정하게 된다. 가격을 p , 한계비용을 c , 대체 탄력성을 σ 이라하면 이윤극대화 조건은 다음과 같이 표현된다.

$$\frac{1}{\sigma} = \frac{p - c}{p} \quad \text{식 (6)}$$

평균 가변비용과 한계비용이 일정하다고 가정하면, 아밍턴 탄성치는 총수익(TR)과 총가변비용(TVC)의 식으로 표현할 수 있다.

$$\frac{1}{\sigma} = \frac{TR - TVC}{TR} \quad \text{식 (7)}$$

마크업 방법론은 계산이 단순하고 세분화된 산업 수준의 탄성치를 구할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 동 방법론은 분석 대상이 독점적 경쟁시장이라는 가정이 성립해야 하고, 주어진 데이터에서 총가변비용의 계산이 근사치에 불과하다는 한계 역시 존재한다.⁹⁾

9) Ahmad, Montgomery and Schreiber(2020), p. 8.

5. 최대 엔트로피(ME: Maximum Entropy) 방식

탄력성을 추정하기 위해서는 추정모형과 데이터가 필요한데, 많은 개도국의 경우 계량경제학적 추정에 시계열 데이터가 충분하지 않다. 설령 데이터가 있더라도 신뢰도가 높지 않을 수 있다. 이러한 상황에서 세계 각국의 아밍턴 탄력성을 추정하기 위해 엔트로피 방식이 사용된다(Mittelhammer and Judge, 2000). 정보처리이론에 기반한 최대 엔트로피 방식으로 제한된 양의 데이터를 활용하여 매개변수를 추정할 수 있다.

6. 시계열모형

Kapuscinski and Warr(1999)는 수입가격 방법론이 변수 간 동태적인 관계를 반영하지 못하고, 설명변수 누락으로 인한 편의가 발생할 수 있음을 지적했다. 동 연구의 연구자는 추정 오류의 문제를 줄이기 위해 부분조정모형(PAM: Partial Adjustment Model)과 오차수정모형(ECM: Error Correction Model)을 제안하였다. PAM은 식(8)과 같다.

$$\log(X_j^i(t)/X_j^d(t)) = \beta^0 + \beta_j^1 \log(X_j^i(t-1)/X_j^d(t-1)) + \beta_j^2 \log(P_j^d(t)/P_j^i(t)) + u_j(t) \quad \text{식 (8)}$$

위 식에서, i 와 d 는 국가를 의미하며 t 는 시점이다. X_j 는 j 재화의 생산량(수입량)을 나타내고, P_j 는 j 재화의 가격을 나타낸다. 종속변수인 $\log(X_j^i(t)/X_j^d(t))$ 는 t 시점의 j 재화의 국내 생산량 대비 수입량에 로그를 취한 값을 나타내며 동 모형에서의 아밍턴 탄성치는 상대가격 $\log(P_j^d(t)/P_j^i(t))$ 의 계수인 β_j^2 이다. PAM은 부분조정항 $\log(X_j^i(t-1)/X_j^d(t-1))$ 을 모형에 추가함으로써 수입가격 방법론이 분석

하지 못했던 변수 간 동태적 관계를 추정할 수 있다는 장점이 있다.

PAM의 부분조정항은 종속변수와 자기상관이 존재할 가능성이 높고, 그로 인해 허구적 회귀(spurious regression) 문제가 발생할 우려가 있다. 이와 같은 편의 추정의 우려를 줄이기 위해 저자들은 Engle and Granger(1987)가 제안한 오차수정모형을 통한 아밍턴 탄성치 추정방법을 제안하였다.¹⁰⁾

$$\begin{aligned} \Delta \log(X_j^i(t)/X_j^d(t)) = & \gamma^0 + \gamma_j^1 \Delta \log(P_j^d(t)/P_j^i(t)) + \\ & \gamma_j^2 [\log(X_j^i(t-1)/X_j^d(t-1)) - \log(P_j^d(t-1)/P_j^i(t-1))] + \\ & \gamma_j^3 D_j + \gamma_j^4 Z_j(t) + u(t) \end{aligned} \quad \text{식 (9)}$$

위 식(9)에서, D_j 는 j 재화 교역의 규제를 나타내는 더미변수이다. $Z_j(t)$ 는 산업의 특성을 고려한 설명변수의 벡터를 의미한다. Δ 는 차분 연산자를 의미한다. 위 식(9)에서 아밍턴 탄성치는 γ_j^1 이다.

ECM은 변수를 차분하여 안정적인 시계열을 확보하고, 오차수정항을 추가함으로써 변수 간의 장기균형관계 즉, 공적분(cointegration)이 반영된 추정결과를 얻을 수 있게 해준다. 이를 통해 허구적 회귀의 발생을 방지할 수 있다는 장점이 있다.¹¹⁾

7. 패널모형

패널모형은 횡단면 자료와 시계열 자료가 결합된 형태로 보다 많은 관측

10) PAM과 ECM을 사용하여 아밍턴 탄력성을 추정한 연구로는 Gibson(2003), Tourinho, Kume and Pedroso(2003), Ogundegiji, Jooste and Uchezuba(2010) 등이 있다.

11) Kapuscinski and Warr(1999), p. 263.

치를 확보할 수 있어 파라미터 추정의 정확성을 개선하고, 시간에 따른 동태적 상관관계를 파악할 수 있다는 장점이 있다.¹²⁾ McDaniel and Balisteri(2002)는 분석 데이터가 횡단면인지 시계열인지에 따라 탄성치의 추정결과가 크게 차이가 날 수 있다고 하였으며, Welsch(2008)는 패널모형을 통해 개체 간 이분산성(heteroskedasticity)과 동적 관계가 반영된 탄력성을 추정하였다.

패널자료를 활용하여 아밍턴 탄성치를 추정한 연구는 연구자에 따라 다양한 방법론을 사용하였다. Bilgic *et al.*(2002)은 통합 OLS(Pooled OLS) 모형을 통해 미국 내 지역의 아밍턴 탄성치를 추정했으며, Erkel-Rousse and Daniel Mirza(2002)는 도구변수와 변환 최소제곱(transformed least squares)모형을 활용하여 14개국의 27개 산업의 탄성치를 추정하였다.

Saquet *et al.*(2011)은 주(département) 단위의 제재목(swanwood) 패널자료를 활용하여 일반화 적률법(GMM: Generalized Method of Moments)을 통해 프랑스 산림 부문 모형(French Forest Sector Model)의 아밍턴 탄성치를 추정하였다. 탄성치 추정을 위해 사용된 GMM 모형은 다음과 같다.

$$\ln\left(\frac{M_{i,t}}{LD_{i,t}}\right) = \delta + \alpha \ln\left(\frac{M_{i,t-1}}{LD_{i,t-1}}\right) + \phi \ln\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t}^*}\right) + v_i + \mu_t + \varepsilon_{i,t} \quad \text{식 (10)}$$

위 식(10)에서 $M_{i,t}$ 는 i 주의 t 시점의 수입이며, $LD_{i,t}$ 는 i 주의 t 시점 소비이다. $P_{i,t}$ 와 $P_{i,t}^*$ 는 각각 국내 생산재와 수입재의 단위당 가격을 의미한다. v_i 는 패널 개체의 고유 효과이며, μ_t 는 시간 고정효과를 나타낸다. 위 식(10)에서 아밍턴 탄성치는 ϕ 이며, ϕ 값이 클수록 높은 대체성을 지니는 것을 의미한다.

12) 박승록(2020), p. 337.

제4절 소결

Hillberry and Hummels(2013)는 탄력성이 현대 무역이론에서 가장 중요한 매개변수라고 판단하고 있다. 본 연구는 해양수산부문 최초의 탄성치 연구로서, 가능한 다양한 선행연구 검토를 통하여 탄성치 현황과 분석 방법론을 검토하였다. 먼저, 탄성치를 추정한 기존 실증분석 연구결과의 특징은 다음과 같다.

첫째, 연구의 모형, 분석 국가 등에 따라 탄성치의 추정결과는 큰 차이를 보였다.¹³⁾ 이러한 차이는 국가의 발전도 및 산업구조와 같은 특성과 산업 분류 및 데이터 구조 등에 기인한다고 할 수 있다.¹⁴⁾ 적절한 탄성치의 크기에 대한 학술적 합의가 아직 이루어지지 않았기 때문에 연구자들은 실증분석에서 제시된 탄력성을 채택하여 시뮬레이션 분석에 활용하고 있다.¹⁵⁾ 탄성치의 크기에 따라 연구의 결과가 달라질 수 있음을 고려한다면 적절한 탄성치를 추정하여 모형에 적용하는 것이 중요할 것이다.¹⁶⁾

둘째, 세분화된 산업 수준을 사용할수록 아밍턴 탄성치의 크기는 증가하는 추세를 보였다. 이 같은 결과는 산업 수준이 세분화될수록 동질한(homogenous) 재화를 생산할 가능성이 높고, 그로 인해 국제 교역에서 높은 대체관계를 지니는 것으로 해석할 수 있다.¹⁷⁾ McDaniel and Balistreri(2002)는 CGE 모형을 적용하기 위해서는 CGE와 동일한 산업 분류를 바탕으로 추정된 아밍턴 탄성치를 사용하여야 한다고 강조했다.

13) Bajzik *et al.*(2020), p. 2.

14) Welsch(2008), p. 2254.

15) Bajzik *et al.*(2020)에 따르면 다수의 연구에서 아밍턴 탄력성은 0~8 사이의 값을 제시하였으며, 중위값은 1이라고 하였다.

16) Schürenberg-Frosch(2015)는 아밍턴 탄력성의 크기에 따라 연구의 결과가 달라질 수 있음을 밝혔다.

17) Olekseyuk and Schürenberg-Frosch(2016), p. 329.

위의 시사점을 종합하여 KMI-GEM의 아밍턴 탄성치 추정을 위해 고려해야 할 사항은 다음과 같다. 첫째, 해양수산업 특수분류 중 대분류 기준 10개 수준의 아밍턴 탄성치를 추정하여야 할 것이다. 탄성치 추정의 궁극적인 목표가 KMI-GEM 분석결과와 현실 설명력을 향상시키기 위한 것이라면, KMI-GEM과 동일한 산업 수준의 데이터를 사용하여 정합성을 확보해야 할 것이다. 또한, 대분류 산업의 탄력성 추정을 위한 데이터 확보에는 어려움이 크지 않겠으나, 중분류 이하 산업의 탄력성 추정에 필요한 데이터 확보가 어려울 수 있다. 세부 산업의 탄성치를 추정한 국내 선행연구 역시 찾기 어려운 것도 이러한 사항에 기인하는 것으로 판단된다.

둘째, 일률적인 방법론을 적용하기 보다 해양수산업 대분류 구성 산업의 특성을 고려한 모형을 적용해야 할 것이다. 해양수산업 특수분류는 경제활동을 기준으로 분류하는 전통적인 산업분류라기보다는 해양이라는 공간적인 개념을 포괄하는 분류이기 때문에 다양한 성격의 산업이 포함되어 있다. 따라서 대분류에 따라 데이터 가용성에 차이가 날 수 있을 것이다. 예를 들어 교역재를 주로 생산하는 산업군은 본 절에서 제시된 모든 추정 방법을 적용할 수 있으나, 서비스업의 성격을 지닌 산업군은 교역 데이터로 부재로 인해 마크업 방법론을 제외한 다른 방법론을 적용하는 데 어려움이 따를 것이다. 따라서 대분류 산업군의 성격과 가용 데이터를 고려하여 다양한 모형을 적용하여 탄성치를 추정해야 할 것이다.

셋째, 해양수산부문 탄성치 도출 결과와 선행연구간의 비교가 필요하다. KMI-GEM 모형은 수산업 외에 농식품 및 제조업을 주요 산업으로 구분되어 있으며, 동 산업의 탄성치는 추정된 바가 없어 최초의 연구가 될 것이다. 그러나, 탄성치 선행연구에서 나타난 바와 같이 결과 값의 편차가 상당히 크므로, 이러한 해양수산부문 실증 데이터에 기반한 추정치가 구축하려는 모형에 가장 적합한 것으로 예단하지 말아야 한다. 가능한 관련 국내외 선행연구에 사용되었던 탄력성과 비교하여 최적의 탄력성을 모형에 사용할

필요가 있다.

또한, 탄력성에 대한 중장기적 접근이 필요하다. 탄력성은 상황이 바뀌면 달라질 수 있다. Bajzik *et al.* (2020)는 최근 연구에 제시된 탄력성 값이 과거 추정치보다 큰 것으로 나타나고 있다고 설명하였다. 단발적인 탄력성 추정으로 안주해서는 안 되고 중장기적으로 그 추이를 고찰하고 CGE 모형 연구에 반영해야 할 것이다. 다른 연구와 마찬가지로 CGE 연구 역시 경험과 데이터 축적이 연구 고도화에 필수요건이다.

03

해양수산부문 아밍턴 탄성치 추정

제1절 데이터 및 방법론

아밍턴 탄성치의 실증적인 값을 KMI-GEM에 적용하기 위해선 해양수산업 대분류 수준의 데이터와 대분류 산업군 성격에 부합하는 모형을 적용하는 것이 중요하다. 해양수산업은 해양이라는 공간을 중심으로 이루어지는 모든 종류의 경제활동을 통칭하는 것으로, 전통적인 산업분류상 1차 산업(농림수산업·목축수련업), 2차 산업(광업·제조업·건설업), 3차 산업(상업, 금융·보험, 운송·통신, 기타 서비스업)이 융합된 형태를 지니고 있다. 따라서 산업의 성격에 따라 가용 데이터가 상이하고, 산업 특성을 고려한 모형을 적용해야 한다. 본 절에서는 실증분석을 위한 데이터베이스(DB) 구축 방법을 소개하고, 대분류별 아밍턴 탄성치 추정결과를 제시한다.

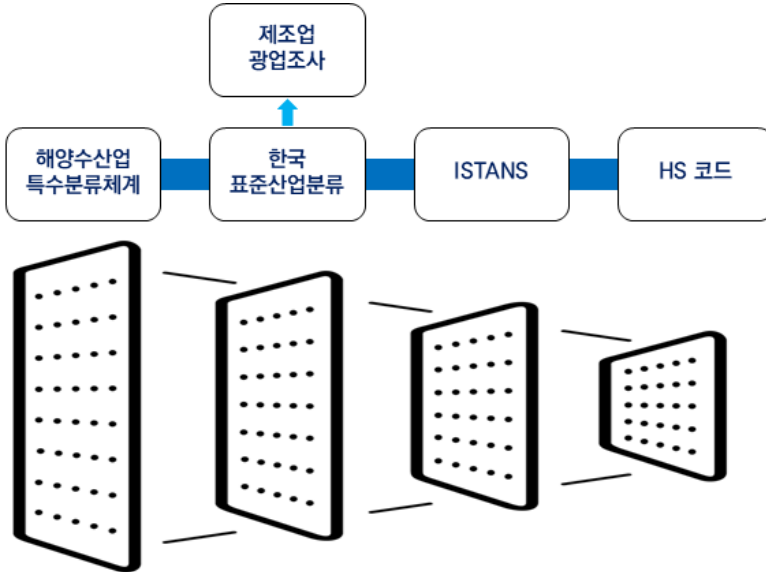
해양수산업의 아밍턴 탄성치를 추정하기 위해 해양수산업 특수분류 중 대분류를 기준으로 데이터를 수집·가공하였다. 교역 데이터가 확보 가능한 산업부문은 해양수산업 특수분류와 표준산업분류 및 HS 코드를 연계하여 교역 DB를 구축하였다.

우리나라는 해양수산업의 전반적인 산업 규모를 파악하기 위해 해양수산업 특수분류를 제정하였다. 해양수산업 특수분류 체계는 해양수산업 관련 정책 활용성, 조사통계 통합 작성 측면을 고려하여 구성되었으며, 총 9개의 대분류와 29개의 중분류, 68개의 소분류, 그리고 143개의 세분류로 구성되어 있다.

해양수산업 교역 DB 구축을 위해 해양수산업 특수분류와 HS 코드를 연계하여 연간 교역에 대한 데이터를 수집하였다. 통계청은 통계분류포털을 통해 해양수산업 특수분류와 한국표준산업분류의 연계표를 제공하고 있으며, 표준산업분류와 HS 코드 연계표는 산업연구원의 산업통계 분석시스템(ISTANS)의 연계표를 활용하였다. HS 코드별 교역 데이터는 관세청의 자료를 활용하였다. 작성 기간은 2010년부터 2018년까지이며, 연간자료를 활용하여 DB를 구축했음을 밝힌다.

한편 아밍턴 탄성치 추정을 위해서는 국내 생산량의 데이터도 필요하다. 국내 생산량의 데이터는 한국표준산업분류의 세세분류를 기준으로 통계청 광업제조업조사의 연간자료 중 생산액을 교역 데이터의 수출단가로 나누어 작성하였다. 해양수산업 특수분류체계, 한국표준산업분류 및 HS 코드 연계를 통해 작성된 데이터를 적용한 부문은 제조업의 성격을 지닌 산업들로 수산물 가공업, 해양자원 개발 및 건설업, 선박 및 해양플랜트 건조수리업, 그리고 해양수산 기자재 제조업이다. 각 대분류별 HS 코드는 대분류별 아밍턴 탄성치 추정에서 상세하게 다루도록 한다. 그 외 부문은 각 부문에 해당하는 기업의 재무자료를 활용하거나 해양수산업 통계조사의 자료를 바탕으로 데이터를 수집하였다.

〈그림 3-1〉 해양수산업 아밍턴 탄성치 데이터 연계과정



자료: 저자 작성

제2절 해양수산업 대분류별 아밍턴 탄력성 추정

1. 수산물 생산업·가공업·유통업

수산 부문은 수산물 생산업, 수산물 가공업, 수산물 유통업으로 구분되며, 수산물 생산업과 가공업은 제조업, 수산물 유통업은 서비스업에 해당한다. 특히, 수산물 생산업과 가공업은 수입에 따라 국내 생산에 영향을 미치는 분야이므로, 동 부문의 탄력성은 우리나라 수출입 교역 데이터를 활용하여 산출할 수 있다.

1) 선행연구

수산물 생산업 및 가공업과 관련한 해외 선행연구를 요약하면 다음과 같다. Zeraatkish *et al.*(2018)은 이란의 수산물 정책 수립을 위해 교역 데이터를 활용하여 아밍턴 탄성치를 산출하였다. ME(Maximum Entropy)와 ECM(Error Correction Model)을 활용하여 각각 단기, 장기 탄성치를 추정하였는데, 장기 탄성치(1.1~1.77)가 단기 탄성치(0.5~1.33)보다 크게 도출되어 장기적으로는 소비자들이 국내산과 수입산 수산물을 차별하지 않는 것으로 나타났다.

USITC(2004)는 미국 내 128개 산업분류별 아밍턴 탄성치를 산출하였는데, 수산물과 관련하여 상업수산물(Commercial fishing)의 탄성치를 2.8, 통조림 수산물(Canned and cured fish and seafoods)을 5.0, 조제 수산식품(prepared fresh or frozen fish and seafoods)을 1.7로 추정하였다.

Cheng(2001)은 수산물 중 미국 내 가리비(scallops) 시장의 탄성치를 시기별로 구분하여 추정하였다. 가리비의 탄성치는 단기적으로 1.32, 장기적으로 1.97로 도출하였으며, 이를 통하여 가리비의 각기 다른 출처에 따라 대체 가능성이 차별화된다는 불완전 대체 가능성을 설명하였다.

2) 데이터 및 분석방법

(1) 수산물 생산업

아밍턴 탄성치 추정에 사용된 자료는 월간자료로 분석 기간은 2002년 1월부터 2019년 12월까지이다. 수산물 생산업의 탄성치 도출을 위해서는 국내 생산액(value), 생산량(weight), 수입액(value), 수입량(weight) 4가지 변수가 요구된다. 국내 생산액과 생산량은 통계청 어업생산동향조사를

활용하였으며, 수입액과 수입량은 관세청 수입통계데이터를 사용하였다. 수입 데이터의 경우, 가공업과 구분을 위해 미가공 수산물에 해당하는 제1류(살아있는 동물), 제3류(어류·갑각류·연체동물과 그 밖의 수생무척추 동물), 제5류(동물성 생식품) 그리고 제12류(식용 식물) 수입 실적 데이터를 사용하였다. 이를 요약하면 다음과 같다.

〈표 3-1〉 수산물 생산업 데이터

구분	국내 생산액·생산량	수입액·수입량
기간	2002년 1월~2019년 12월	
출처	통계청 어업생산동향	관세청 수입통계 데이터
대상	국내 생산 수산물(소금 제외)	미가공 수산물 (HS기준 제1류, 제3류, 제5류, 제12류)

자료: 저자 작성

수산물 생산업은 생산 방법에 따라 어로어업, 양식어업 등의 소분류를 지니고 있으나 수입 품목은 이러한 생산 방법에 따라 분류되지 않기 때문에 소분류 혹은 세분류를 기준으로 패널데이터를 구성하는 데 어려움이 따른다. 따라서 수산물 생산업은 Kapuscinski and Warr(1999)가 제시한 방법에 따라 다음의 3가지 모형을 사용하여 탄력성을 추정하였다.

〈OLS 모형〉

$$\ln\left(\frac{X_t^i}{X_t^d}\right) = \alpha^0 + \alpha^1 \ln\left(\frac{P_t^d}{P_t^i}\right) + u_t \quad \text{식 (11)}$$

〈PAM〉

$$\ln\left(\frac{X_t^i}{X_t^d}\right) = \beta^0 + \beta^1 \ln\left(\frac{X_{t-1}^i}{X_{t-1}^d}\right) + \beta_j^2 \ln\left(\frac{P_t^d}{P_t^i}\right) + u_t \quad \text{식 (12)}$$

〈ECM〉

$$\ln\left(\frac{X_t^i}{X_t^d}\right) = \gamma^0 + \gamma^1 \Delta \ln\left(\frac{P_t^d}{P_t^i}\right) + \gamma_j^2 \left[\ln\left(\frac{X_{t-1}^i}{X_{t-1}^d}\right) - \ln\left(\frac{P_{t-1}^d}{P_{t-1}^i}\right)\right] + u_t \quad \text{식 (13)}$$

위 식에서 i 는 수입재를, d 는 국내 생산재를 의미하며 t 는 시점을 나타낸다. X 는 수량이며 P 는 가격이다.

(2) 수산물 가공업

수산물 가공업의 분석자료는 한국표준산업분류의 세세분류를 기준으로 작성되었다. 먼저, 교역데이터는 앞서 밝힌 해양수산업 특수분류와 HS 코드를 연계한 교역데이터를 활용했으며, 국내 생산량은 광업제조업조사의 생산량 자료를 가공하여 사용했다.

〈표 3-2〉 수산물 가공업 HS 코드

대분류	중분류	세분류	HS 코드
수산물 가공업	수산 동물 가공 및 저장 처리업	수산동물 훈제, 조리 및 유사 조제식품 제조업	제16류
		수산동물 건조 및 염장품 제조업	
		기타 수산동물 가공 및 저장처리업	
	기타 수산물 가공업	동물성 유지 제조업	제15류
		기타 비료 및 질소 화합물 제조업	제31류
		귀금속 및 관련 제품 제조업	제71류, 제91류
		모조 귀금속 및 모조 장신용품 제조업	

자료: 저자 작성

수산물 가공업의 분석 데이터는 데이터 수집 문제로 인해 2000년부터 2019년의 연간자료를 사용하였다. 따라서 대분류별 시계열모형을 사용할 경우, 부족한 관측치로 인한 추정치의 편의(bias)가 발생할 우려가 있다. 이러한 문제를 해소하기 위해 수산물 가공업의 세분류를 개체로 한 패널데이터를 구성하였다. 그리고 Saquet *et al.*(2011)이 제안한 동적패널모형인 GMM 모형을 활용하여 탄성치를 추정하였다. 수산물 가공업의 탄성치 추정에 사용된 모형은 다음과 같다.

$$x_{i,t}^j = \delta^j + \alpha x_{i,t-1}^j + \phi p_{i,t}^j + v_i^j + \mu_t^j + \varepsilon_{i,t}^j \quad \text{식 (14)}$$

$$\text{단, } x_{i,t}^j = \ln\left(\frac{X_{i,t}^{j*}}{X_{i,t}^j}\right), \quad p_{i,t}^j = \ln\left(\frac{P_{i,t}^j}{P_{i,t}^{j*}}\right)$$

위 식(14)에서 j 는 해양수산업 대분류를, i 는 해양수산업 세분류를, t 는 시점을 의미한다. $x_{i,t}^j$ 는 j 부문의 국내생산량 대비 수입량 비율을 의미하며, $p_{i,t}^j$ 는 수입단가 대비 국내생산 단가의 비율이다. v_i 는 개체 고정효과이며, μ_t 는 시간 고정효과를 의미한다. δ 와 ε 은 각각 상수와 오차이다.

3) 탄성치 추정결과

(1) 수산물 생산업

아밍턴 탄성치 추정에 앞서, 시계열의 안정성을 검증하기 위해 ADF(Augmented Dicky-Fuller) 검정을 수행하였다. 검정결과, 수준과 1차 차분 모두 단위근이 없는 것으로 나타나 수준변수와 1차 차분 변수를 사용하여 탄성치를 추정하였다.

〈표 3-3〉 Augmented Dicky-Fuller Test

변수	수준		1차 차분	
	Z_t	p	Z_t	p
$\ln(X_t^i/X_t^d)$	-6.97	0.00	-15.16	0.00
$\ln(P_t^d/P_t^i)$	-5.26	0.00	-12.50	0.00

자료: 저자 작성

〈표 3-4〉은 수산물 생산업의 추정결과를 보여준다. 표의 (1), (2), (3)은 각각 OLS 모형, PAM, ECM의 추정결과이다. 수산물 생산업의 탄성치는 모형에 따라 대동소이한 값을 보여주며, 0.92~0.99의 값으로 추정되었다.

〈표 3-4〉 수산물 생산업의 아밍턴 탄성치 추정결과

변수	OLS	PAM	ECM
	(1)	(2)	(3)
$\Delta \ln(P_t^d/P_t^i)$	0.96*** (0.04)	0.99*** (0.04)	0.92*** (0.04)
$\Delta \ln(X_{t-1}^i/X_{t-1}^d)$	-	-0.18*** (0.03)	-
$[\ln(X_{t-1}^i/X_{t-1}^d) - \ln(P_{t-1}^d/P_{t-1}^i)]$	-	-	0.32*** (0.05)
Num. of obs.	215	214	215
R^2	0.73	0.76	0.78

자료: 저자 작성

(2) 수산물 가공업

패널 GMM을 통한 수산물 가공업의 아밍턴 탄성치는 0.55로 추정되었다. 이는 GTAP의 탄성치(2.83)보다 작으며, USITC(2004)의 조제 수산물품 탄성치(1.7)보다 작은 값을 보여, 우리나라 수산물 가공업은 비탄력적인 성격을 지니는 것으로 해석할 수 있다.

〈표 3-5〉 수산물 가공업의 아밍턴 탄성치 추정결과

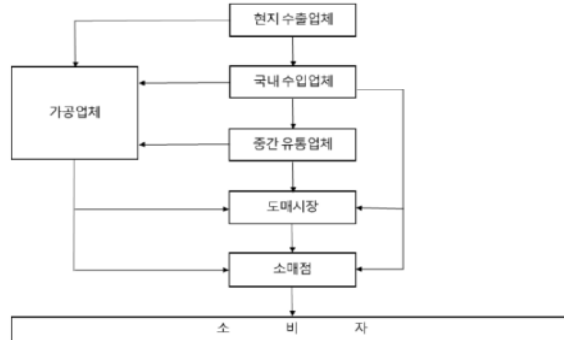
변수	수산물 가공업
	(1)
$p_{i,t}^j$	0.55*** (0.20)
$x_{i,t-1}^j$	0.51*** (0.15)
시간고정효과	Yes
관측치	38

주: 괄호는 표준오차. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10
자료: 저자 작성

(3) 수산물 유통업

수산물은 크게 국내 생산물과 수입수산물로 구분하여 유통 경로가 다른데, 국내 수산물이 산지위판장을 경유하는 계통출하 방식을 통해 유통되는 것과 달리 수입수산물은 수입자로부터 중간 도소매업자를 통해 소비지로 운송된다는 것이 차이점이다. 수입업자는 통관 단계에서 보세구역의 냉동 창고에 수산물을 보관하고, 통관 후에는 수입, 중간유통, 가공업체를 거쳐 소비지의 도소매점으로 전달된다. (김봉태 외, 2017)

〈그림 3-2〉 수입수산물의 일반적인 유통 경로



자료: 김봉태 외(2017), p. 49

그러나 수입수산물 유통산업은 영세한 국내 유통업자를 중심으로 이루어지고 있으며, 이마저도 홈쇼핑, 전자상거래 등 소비자 직거래 비율이 증가하면서 점차 비중이 줄어들고 있는 것으로 나타났다. 대표적인 수입 수산물인 연어의 경우 국내 수입업체를 통하여 훈제, 절단 등의 가공작업 이후 중간유통업체, 대형할인점 등으로 유통되며 소비자들은 연어 전문점, 뷔페, 초밥집, 횃집 등의 외식 업체에서 연어를 소비하는 것으로 나타났다. (김봉태 외, 2017)

수산물 유통업은 국내외 업체들이 서비스 경쟁 상태에 있지 않으며, 국내 영세 도소매업체들이 점유하고 있는 비중마저, 수입업체의 직접 유통, 가공업체의 유통, 대형할인점을 통한 직배송 등으로 점차 줄어들고 있다. 특히 코로나19로 수산물의 전자상거래 유통 비중이 높아지고 있는데, 일부 수산물을 전문으로 하는 유통업체를 제외하면 일반적인 상품의 유통업을 취급하는 업체이므로 수산물 유통업의 범주에 포함시키기에는 무리가 있다. 이 같은 현실을 고려할 때, 가격 변화에 따른 국내 수산물 유통업에 대한 국내외 업체의 전환은 사실상 기대하기 어렵다. 따라서 수산물 유통업의 아밍턴 탄성치는 추정이 불가능할 것이라 판단되어 0으로 가정하였다.

2. 해양자원 개발 및 건설업, 선박 및 해양플랜트 건조수리업, 해양수산 기자재 제조업

1) 선행연구

동 산업군의 아밍턴 탄력성은 한국조세연구원(2003)¹⁸⁾에 따르면 해양수산 자원개발 및 건설업과 관련 있는 광산품(코드 2), 건설(코드 18)의 아밍턴 탄력성이 각각 0.050와 1.940이었다. 선박 및 해양플랜트 건조수리업과 관련된 수송장비(코드 15)의 경우 탄력성이 1.70이었으며, 해양수산 기자재 제조업과 상응하는 부문인 일반기계(코드 12), 전기 전자기기(코드 13), 정밀 기기(코드 14)의 탄력성 값이 각각 0.640, 0.110, 0.070으로 제시되었다.

2) 데이터 및 분석방법

동 산업군은 교역재를 주로 생산하는 광업·제조업·건설업의 성격을 지닌 산업으로 해양수산업 대분류 중 해양자원 개발 및 건설업, 선박 및 해양플랜트 건조수리업, 해양수산 기자재 제조업이 해당한다.

이와 같은 대분류는 교역재의 HS 코드를 통해 수출입 교역 데이터를 활용할 수 있고, 패널 개체를 해양수산업 세분류까지 설정할 수 있어 부족한 관측치 수를 확보할 수 있다는 장점이 있다.

18) 한국조세연구원(2003), p. 107.

〈표 3-6〉 해양자원 개발 및 건설업 HS코드

대분류	중분류	세분류	HS 코드
해양자원 개발 및 건설업	해양자원 생산, 공급 및 개발업	해양 광물자원 채굴업	제25류, 제26류, 제27류
		해수 가공 및 공급업	제22류
	해양바이오 제품 제 조업	해양 바이오 제품 제조업	제29류, 제30류, 제38류

〈표 3-7〉 선박 및 해양플랜트 건조수리업 HS코드

대분류	중분류	세분류	HS 코드
선박 및 해양플 랜트 건 조수리 업	선박 건조 및 수리업	운송용 선박 건조 및 수리업	제89류
		어업 및 낚시용 선박 건조 및 수리업	
		기타 선박 건조 및 수리업	
	해양 플랜트, 구조물 건조 및 수리업	해양플랜트, 구조물 건조 및 수리업	제89류
		운송용 선박 부분품 제조업	제84류, 제73류, 제76류
		어선 및 낚시선 부분품 제조업	제83류, 제84류, 제73류, 제74류, 제76류
		기타 선박용 부분품 제조업	제73류, 제74류, 제75류, 제76류, 제78류, 제79류, 제80류, 제83류, 제85류, 제86류
		해양플랜트 및 구조물 부분품 제 조업	

〈표 3-8〉 해양수산 기자재 제조업 HS코드

대분류	중분류	세분류	HS 코드
해양 수산 기자재 제조업	해양 기자재 제조업	선박용 기기 및 장비 제조업	제39류, 제40류, 제59류, 제63류, 제72류, 제84류, 제85류, 제90류 등
		해양플랜트 기기 및 장비 제조업	
		해양레저스포츠장비 제조업	
		기타 해양 기자재 제조업	
	수산 기자재 제조업	어로어업용 기자재 제조업	제44류, 제56류, 제95류
		양식어업용 기자재 제조업	제48류, 제50류, 제84류,

대분류	중분류	세분류	HS 코드
		수산물 가공용 기자재 제조업	제85류
		낙시용 기자재 제조업	제16류, 제95류 등

국내 생산가격은 수출입통계 DB의 수출단가를 활용하였다.¹⁹⁾ 국내생산량은 통계청의 광업제조업조사의 연간자료 중 생산액을 수출단가로 나누어 국내 생산량 데이터로 활용하였다. 수입량 및 수입단가의 데이터는 관세청의 수출입통계 DB 자료를 사용하였다. 데이터는 연간자료를 사용했으며 분석 기간은 2000년부터 2019년이다.²⁰⁾

〈표 3-9〉 해양자원 개발 및 건설업, 선박 및 해양플랜트 건조수리업,
해양수산 기자재 제조업 데이터 출처

변수명	설명	출처
X^d	국내생산량	광업제조업 조사
P^d	국내생산단가	수출입통계 DB
X^i	수입량	
P^i	수입단가	

자료: 저자 작성

동 산업군의 아밍턴 탄성치는 수산물 가공업과 동일한 패널 GMM 모형을 활용하였다.

3) 탄성치 추정결과

2차 산업 부문의 아밍턴 대체 탄성치의 추정결과는 〈표 3-10〉과 같다. 표의 (1)은 해양자원 개발 및 건설업, (2)는 선박 및 해양플랜트 건조수리

19) 민경택(2015)도 수출단가를 국산품 가격으로 대용하였다.

20) 광업제조업 조사가 이루어지지 않은 2010년과 2015년은 보간법(interpolation)을 통해 데이터를 확보하였음을 밝힌다.

업, (3)은 해양수산 기자재 제조업의 탄성치를 나타낸다. 해양수산 기자재 제조업을 제외한 2차 산업부문의 아밍턴 탄성치는 모두 강한 통계적 유의성을 지니는 것으로 나타났다. 탄성치 크기를 살펴보면 대체적으로 낮은 수준을 보이는데, 해양자원 개발 및 건설업의 탄성치가 1.31로 2차 산업 부문 중 가장 탄력적인 성향을 보였고, 선박 및 해양플랜트 건조수리업이 0.50, 해양수산 기자재 제조업이 0.39로 나타났다.

〈표 3-10〉 아밍턴 탄성치 추정치

변수	해양자원 개발 및 건설업	선박 및 해양플랜트 건조수리업	해양수산 기자재 제조업
	(1)	(2)	(3)
$p_{i,t}^j$	1.31*** (0.39)	0.50*** (0.14)	0.39 (0.42)
$x_{i,t-1}^j$	0.62*** (0.10)	0.28*** (0.07)	0.41*** (0.07)
시간고정효과	○	○	○
관측치	56	152	152

주: 괄호는 표준오차. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

3. 해운업, 항만업

1) 선행연구

(1) 해운업

David Hummels(2009)의 연구에서는 운송 제품의 가격이 높고, 수요 탄력성이 낮으며, 서비스항로에서 경쟁자가 적을 때 더 높은 가격을 부과한다는 것을 증명하였다. 이를 위해 Broda and Weinstein(2006)과

Feenstra(1994)의 연구와 동일한 방식으로 추정하였다. 미국의 수입제품에 대해 검증한 결과 수입에 대한 가격탄력성은 -1보다 작은 것으로 나타났다.

유피화 외(2002)의 연구에서는 컨테이너 해운 시장에서 화주들의 구매량, 속성의 중요성 등을 세분화하여 가격탄력성을 측정하였다. 수량에 따라 시장을 3개로 구분하여 이에 대한 가격탄력성을 측정한 결과 -8.78~-16.64로 다양하게 나타났다.

〈표 3-11〉 컨테이너 시장 세분화에 따른 가격탄력성

구분	평균구매수량	가격탄력성	
		ϵ_i	ϵ_r
세분시장1	32.5	-11.53	-8.78
세분시장2	235.7	-15.5	-16.64
세분시장3	1,766.6	-14.8	-14.8

주: 1) ϵ_i 는 각 세분시장의 최적가격 수준에서 가격탄력성

2) ϵ_r 는 전체시장에서의 최적가격 수준에서 각 세분시장의 가격 탄력성

자료: 유피화 외(2002), p. 106

다른 운송시장의 탄력성에 관한 연구도 과거에서부터 진행되었다. Ahmad and Riker(2019)의 연구에서는 기업의 이윤 극대화는 대체탄력성의 역수와 같음을 가정하여 2012년 미국 경제 조사 자료를 이용하여 산업별 탄력성을 도출하였다. 이에 도출된 탄력성은 1.8에서 7.0으로 나타났으며 높은 탄력성을 기록한 산업은 석유 및 석탄 생산업으로 분석되었다.

Ezekial Limmer(1955)의 연구에서는 곡물 및 야채류를 철도로 운송할 때 운임에 따른 수요탄력성을 계산하였다. 계산 결과 철도수송 가격에 대한 탄력성은 1.9~3.6 사이로 계산되었는데 산정 방식은 다음과 같다.

$$\frac{Q_R}{Q} = a - b(R - T)$$

Q_R : 철도운송에 대한 밀 수송량

Q : 철도+트럭에 대한 밀 수송량

R : 철도요금

R : 트럭요금

$$Q_R = aQ + bTQ - bRQ$$

$$\frac{R}{Q_R} \frac{dQ_R}{dR} = -bQ \frac{R}{Q_R}$$

$$\epsilon = \frac{-bRQ}{Q_R}$$

Karen Ann Olson(1974)의 연구에서는 사우스다코타주에서 생산된 밀의 철도수송 수요 탄력성을 분석하였는데, 이를 위해 4개의 철도 노선에 대한 수요함수를 이용하여 탄력성을 추정하였다. 동 연구결과 철도수송 수요의 탄력성은 노선별로 상이했으며 0.142에서 10.673으로 변화폭이 큰 것으로 나타났다.

(2) 항만업

한국조세연구원(2003)은 28개 산업에 대해 아밍턴 탄력성을 도출하였으며, 그중 항만산업에 해당하는 운수 및 보관산업의 탄력성을 1.940으로 제시하고 있다. 또한 이민규 외(2018)는 해운항만정책의 영향을 분석하기 위해 연산일반균형 모형을 구축하였는데, 분석에 사용된 탄력성은 항만건설,

항만운영, 해운항만 지원업에 대해 각각 1.940으로 제시하고 있다. 최건우 외(2016)는 컨테이너 수요를 추정하기 위해 국민소득, 경제활동인구, 컨테이너 하역요율 등을 이용하였으며 항만 수요의 탄력성을 -0.35로 제시하였다. 동 연구는 항만에 대한 수요는 필수재로 인식되어 가격과 소득에 대해 비탄력적인 것으로 나타난다고 주장하였다.

2) 분석방법

(1) 해운업

해운산업의 탄력성은 Ahmad and Riker(2019)의 연구와 동일한 방법으로 추정한다. 해운산업은 서비스업으로 글로벌 화주를 대상으로 화물 운송서비스를 제공하기 때문에 수입화물에 대한 기준이 모호하고, 관련 통계가 부재하여 선사의 재무제표를 이용하는 방법으로 진행했다. 동 방법은 기업이 생산하는 상품은 일정 수준의 독점력을 보유하며 평균 가변비용과 한계비용이 일정한 것으로 가정한다. 이에 기업의 이윤 극대화는 대체탄력성의 역수와 같고 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\frac{1}{\sigma} = \frac{p - c}{p} = \frac{TVS - TVC}{TVS}$$

TVS: terms of sales

TVC: total variable costs

해운산업의 총매출액과 가변비용을 산정하기 위해서 한국해운협회에서 매년 조사하는 국내 회원사의 재무제표 자료를 활용하였다. 선사들의 재무제표자료는 기업공시 자료보다 매출액과 매출원가에 대한 부분이 상세하게 기재되어 있다. 예로 해운의 매출은 운임, 대선, 대리점, 기타수입으로 매출원가는 항비, 화물비, 연료비, 고정비 등으로 구분되어 있다. 동 자료는

협회 회원사 전체의 재무제표를 조사하는데, 연안 화물을 취급하는 선사에 대한 자료는 제외되어있다. 하지만 연안 화물 시장의 규모가 국내 총 화물 시장에서 차지하는 비중은 15% 미만(2018년 기준 국내 총 항만 처리량은 16.2억 톤이고, 그중 연안 화물은 2.2억 톤이다.)²¹⁾이며 대부분 벌크 화물에 집중되고 있어 상대적으로 매출액 비중은 더 적을 것으로 판단된다.

(2) 항만업

항만산업의 공급자는 통관업자, 예선업자, 선박대리점, 제3자 물류서비스, 도선업자, 터미널 운영자 등이다. 수요자는 화주, 해운회사, 철도나 트럭 운송인 등을 포괄하며 화물을 운송하는 과정에서 항만을 이용하는 자이다. 이렇듯 항만산업의 공급자와 수요자는 재화가 아닌 화물을 운송하기 위한 서비스를 거래하고 있다. 따라서 항만산업의 탄력성을 구하기 위해서는 서비스업의 특성 즉, 서비스업 통계가 수량으로 탄력성을 도출하는 일반적인 탄력성 추정 방식을 적용하는 데 한계가 존재함에 따라 마크업(markup) 방식²²⁾을 활용하고자 한다. 마크업 방식은 총매출액과 가변비용을 이용하여 항만서비스의 탄력성을 구하는 방식이다.

항만산업을 영위하는 기업들의 총매출액과 가변비용²³⁾에 대한 자료를 구하기 위해 본 연구에서는 경제총조사와 기업체경영분석, 대표 기업의 재무제표자료를 활용하였다. 세 가지 자료를 활용한 이유는 각각의 자료에 시계열의 연속성 및 시의성에 한계가 존재했으며 항만산업의 분류체계에도 일정 부분 한계가 존재했기 때문이다.

21) e-나라지표.

22) $\frac{1}{\sigma} = \frac{p-c}{p} = \frac{TVS - TVC}{TVS}$

23) 본 연구에서 가변비용은 영업손익으로 대체하여 사용하고자 함. 마크업 공식의 분자는 총비용-총가변비용으로 영업손익을 뜻하고 있음

첫째, 경제총조사 자료는 현재 2015년 자료가 가장 최신이기 때문에 현재의 항만산업의 상황을 반영하는 데 다소 미흡한 측면이 있어 자료의 시의성 측면에서 한계가 존재한다고 할 수 있다. 반면 한국표준산업분류의 소분류까지 자료를 제공하고 있어 항만산업의 범위를 비교적 정확히 구분하여 자료를 추출할 수 있다는 장점이 있다. 둘째, 기업체 경영분석 자료는 매년 발표되는 자료로 2019년 자료까지 활용할 수 있어 비교적 최근의 상황을 반영한다는 측면에서 경제총조사의 자료보다 시의성이 있다고 할 수 있다. 하지만 한국표준산업분류의 중분류까지만 자료가 발표되고 있어 해운업의 통계가 다소 포함되어 정확한 항만산업의 자료를 추출하는 것에 다소 어려움이 존재한다. 셋째, 항구 및 기타해상터미널 운영업으로 분류되는 항만산업 대표기업 23개사의 재무제표 자료는 연별로 비교적 최신자료를 구할 수 있다는 측면에서 시의성이 뛰어나지만, 항만산업을 영위하는 모든 기업의 재무제표가 공개되지 않으므로 항만산업 전체를 반영하여 탄력성을 도출할 수 없다는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 각 자료가 가진 한계점을 보완하기 위해 3가지의 자료를 활용하여 탄력성을 산출하고 그 값을 비교함으로써 항만산업을 대표하는 탄력성을 제안하고자 한다.

3) 분석 결과

(1) 해운업

2018년 기준 한국해운협회 회원사는 130개 이상으로 이에 대한 손익계산서를 분석한 결과 총매출액은 32.3조 원, 매출원가는 30.1조 원으로 나타났으며 판매 관리비는 1.3조 원으로 집계되었다. 매출원가 중 운항원가에서 자본비, 대리점원가 등 고정비를 제외하였으며, 실제 가

변비용으로 산정된 비용은 16조 원 내외로 나타났다. 이를 이용해 마크업(markup) 방식으로 계산한 결과 해운산업의 탄력성은 2.1로 분석되었다.

$$\frac{1}{\sigma} = \frac{TVS - TVC}{TVS} = \frac{32.2 - 16.2}{32.2}$$

$$\sigma = 2.1$$

(2) 항만업

〈표 3-12〉 항만업 탄력성 산출을 위한 활용 자료

자료명	기준연도	활용항목	출처
경제총조사	2015	매출액, 영업이익	통계청
기업체경영분석	2019	매출액, 영업이익	한국은행
기업 재무제표	2019	매출액, 영업이익	나이스평가정보

통계청에서 공표하는 경제총조사 자료를 활용하여 도출한 항만산업의 탄력성은 2015년 기준 21.6이며, 한국은행에서 작성하는 기업체경영분석 자료를 활용한 2009년~2019년의 탄력성은 28.9~35.7로 산출되었다. 나이스평가정보에서 제공하는 기업체 재무제표를 활용한 자료로 도출한 2016~2019년의 탄력성은 5.5~7.3의 범위를 보이며 앞의 두 개 자료를 활용한 값과는 큰 차이를 보였다.

경제총조사와 기업체경영분석 자료는 항만산업의 분류를 명확하게 하여 추출할 수 없어 타 산업의 정보가 다수 포함될 수 있을 뿐만 아니라, 그 탄력성이 선행연구들에서 제시하고 있는 항만물동량의 탄력성과도 큰 차이를 보임에 따라 기업체 재무제표를 활용하여 도출한 탄력성을 사용하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

〈표 3-13〉 재무제표를 활용한 항만업의 가격탄력성 추이

구분	매출액(천원)	영업손익(천원)	탄력성
2016	772,473,837	138,292,881	5.6
2017	983,354,696	167,883,046	5.9
2018	1,033,468,427	141,496,558	7.3
2019	1,075,267,537	148,149,344	7.3

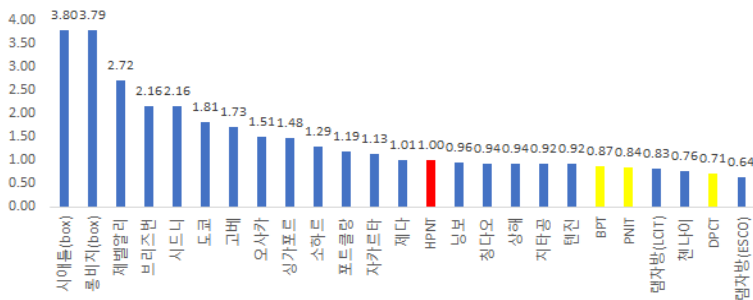
주: 항구 및 기타해상터미널 운영업의 23개 기업 대상

자료: NICE평가정보 자료를 활용하여 저자 작성.

항만산업은 그 범위가 터미널운영업, 항만하역업, 예도선업, 선용품공급업, 창고업 등 광범위하지만 본 연구에서 사용한 기업재무제표는 ‘항구 및 기타해상터미널 운영업’으로 한정되어 있다. 해당업종은 항만산업을 대표하는 업종으로 인식되고 있으므로 대표성을 지닌다고 할 수 있다.

우리나라 터미널 운영사는 하역료로 주요 매출이 발생된다. 우리나라 하역료 수준(부산 DPCT기준)은 북미항만의 약 1/5수준으로 현저히 낮은 상황으로 총이윤이 크지 않다.

〈그림 3-3〉 우리나라 터미널 운영 하역료 수준



자료: 부산항 터미널운영사 내부자료

또한, 영업이익률측면에서 해외운영사와 비교하였을 경우에도 우리나라의 영업이익률은 높지 않게 나타났다.

〈표 3-14〉 우리나라 항만업 영업이익률 추이

GTO					국내 운영사	
HPHT (홍콩)	CMPH (중국)	DPW (두바이)	Cosco (중국)	HHLA (독일)	부산항	신항
30.7%	28.0%	27.1%	14.9%	14.3%	16.7%	12.1%

자료 : 부산항 터미널운영사 내부자료

현재 우리나라 터미널운영사 간에 지나친 가격경쟁이 발생하여, 선사에 대한 터미널운영사의 교섭력이 약화된 상황이다. 외국적 선사의 담합에 의한 하역단가 인하 요구가 빈번하게 발생하고 있다. 위의 상황들을 종합해 볼 때, 마크업방식으로 추정한 항만산업의 탄력성은 높게 추정될 수 있다.

4. 해양수산 관련 서비스업 및 해양수산 레저관광업²⁴⁾

1) 선행연구

기존 연구에서 해양수산 관련 서비스업과 연관된 부문에 대해 아밍턴 탄력성을 추정한 결과는 다음과 같다. 한국조세연구원(2003)²⁵⁾이 도출한 28개 산업에 대한 아밍턴 탄력성 중 도소매(산업연관표 코드 19), 음식점 및 숙박(20), 통신 및 방송(22), 금융 및 보험(23), 부동산 및 사업서비스(24), 교육 및 보건(26), 사회 및 기타서비스(27) 등의 서비스업의 탄력성 수치는 모두 동일하게 1.940으로 제시 했다. 미국의 128개 산업/상품 분류에 대한 아밍턴 탄성치를 산출한 USITC(2004)²⁶⁾는 서비스(USITC 코드 104, services) 부문과 금융 및 부동산(코드 41, Finance, insurance, and

24) 해양수산물관련 서비스업(해양수산업 특수분류체계 코드 9)은 해양폐기물 처리 및 정화복원업(91), 해양수산 기자재 도소매업(92), 해양수산 기자재 수리업(93), 해양수산인력 고용 알선 및 공급업(94), 해양수산 교육서비스업(95), 해양수산 전문, 과학 및 기술 서비스업(96), 해양수산 금융 및 보험업(97), 해양수산 협회 및 단체(98), 수산물 요리 전문점(99)으로 구성된다. 해양수산 레저관광업(해양수산업 특수분류 체계 코드 7)은 해양레저관광업(71)과 수산레저관광업(72)로 구성되어 있다.

25) 한국조세연구원(2003), p. 107.

26) USITC(2004), pp. 42-44.

real estate)에 대한 탄성치를 모두 1.90으로 제시했다.²⁷⁾

해양수산 레저관광업에 대해서 아밍턴 탄력성을 추정한 선행연구는 없다. 다만 연관 분야인 서비스업에 관한 선행연구로는 앞서 언급했듯이 한국조세연구원(2003)과 미국의 USITC(2004)의 연구 결과 서비스업의 아밍턴 탄력성을 1.90~1.94로 제시하였다. 한편 문석웅(1999)²⁸⁾은 서비스부문에 대해서 국내재와 수입재의 가격에 관련된 정보가 부재하므로 가격변동률을 내생화하거나 0으로 두었으며, 탄력성 추정에서 제외하였다.

2) 분석방법 및 결과

(1) 해양수산물 관련 서비스업

해양수산물 관련 서비스업은 9개의 다양한 관련서비스업으로 구성되어 있으며 서비스업의 특성상 수입 및 수출이 제한적이어서 관련 통계가 부재한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 해양수산물 관련 서비스업의 아밍턴 탄력성 추정을 위해 해양수산업 통계조사를 기반으로 한 마크업 방식을 적용한다.

〈표 3-15〉 해양수산물 관련 서비스업의 가격탄력성

구분	매출액(억 원)	구입액(억 원)	탄력성
2017	223,180	97,683	1.78
2018	231,582	115,457	1.99

주: 구입액은 1년간 원재료(부재료, 보조재료 포함) 매입액, 상품 또는 제품 매입액, 매출원가를 의미 (해양수산부(2020), p.23).

자료: 매출액과 구입액은 『해양수산업 통계조사 자료』(2017~2018년 기준), 탄력성은 저자 작성

27) 해양수산물 서비스와 관련된 세부 부문들(103 Sanitary services, steam supply, and irrigation systems, 123 Water supply and sewerage systems)과 무역(117 Trade) 및 수송운송(125 Water transportation) 등에 대해서는 대외 무역이 없는 부문(no traded commodities)으로 구분하고, 탄력성을 0으로 제시함

28) 문석웅(1999), p.78

해양수산물 관련 서비스업의 아밍턴 탄력성을 마크업 방식으로 2017~2018년 두 개 년도에 대해 추정한 결과 약 1.78~1.99로 추정되어, 기존 연구의 서비스 부문 아밍턴 탄력성 값(1.90~1.94)과 크게 다르지 않은 수준으로 파악된다. 본 연구에서는 해양수산물 관련 서비스업의 아밍턴 탄력성 값으로 최근 2017~2018년의 탄력성 평균치인 1.89를 적용한다.

(2) 해양수산 레저관광업

해양수산 레저관광업은 수출입데이터가 부재하여, 해양수산업 통계조사를 바탕으로 마크업 방식을 적용하여 아밍턴 탄력성을 산출한다. 해양수산 레저관광업의 아밍턴 탄력성을 마크업 방식으로 2017~2018년 두 개 년도에 대해 추정한 결과 각각 1.56, 1.47로 추정되었다. 이는 기존 연구의 서비스 부문 아밍턴 탄력성 값(1.90~1.94)보다는 다소 낮은 것으로 나타났다(한국조세연구원, 2003; USITC, 2004). 본 연구에서는 해양수산 레저관광업의 아밍턴 탄력성 값으로 두 개 년도의 평균치인 1.52를 사용한다.

〈표 3-16〉 해양수산 관련 서비스업의 가격탄력성

구분	매출액(억원)	구입액(억원)	탄력성
2017	6,880	2,456	1.56
2018	7,388	2,379	1.47

주: 구입액은 1년간 원재료(부재료, 보조재료 포함) 매입액, 상품 또는 제품 매입액, 매출원가를 의미(해양수산부, 2020, 『해양수산업통계조사 통계정보보고서』, p.23.

자료: 매출액과 구입액은 2017~2018년 기준 해양수산업 통계조사 자료, 탄력성은 연구진 작성.

제3절 소결

본 장에서는 10개 해양수산업부문의 아밍턴 탄성치 추정을 위해 선행연구의 아밍턴 탄성치 추정 방법론을 고찰하였고, 해양수산업에 적용 가능성을 모색하였다. 아울러 각 부문의 특성과 가용 데이터를 고려한 방법론을 적용하였다. 먼저, 타 산업에 비해 풍부한 데이터를 사용할 수 있는 수산업 생산업은 시계열모형을 적용하여 탄성치를 추정하였고, 교역이 활발하게 이루어지는 산업들은 해양수산업 특수분류체계와 HS 코드를 연계한 데이터를 바탕으로 패널 GMM으로 추정하였다. 그 외 서비스업의 성격이 짙은 부문은 재무자료를 기반으로 마크업 방식으로 아밍턴 탄성치를 추정하였다.

해양수산업 아밍턴 탄성치 추정의 궁극적인 목적은 KMI-GEM의 행동계수를 산출하고, 현실 설명력 높은 해양수산업 CGE 모형을 구현하기 위함이다. 이전의 KMI-GEM은 GTAP 데이터를 기반으로 행동계수를 적용하였는데, GTAP의 데이터는 다국가 다산업 일반균형분석모형으로서 국제표준산업분류(ISIC)를 기준으로 하고 있으며(〈표 3-17〉 참조), GTAP 홈페이지에 ISCI와 GTAP 산업분류 간 연계표를 제시하고 있다.

〈표 3-17〉 ISIC 산업구분(rev.4)

Section	Divisions	Description
A	01-03	Agriculture, forestry and fishing
B	05-09	Mining and quarrying
C	10-33	Manufacturing
D	35	Electricity, gas, steam and air conditioning supply
E	36-39	Water supply; sewerage, waste management and remediation activities
F	41-43	Construction
G	45-47	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles
H	49-53	Transportation and storage
I	55-56	Accommodation and food service activities
J	58-63	Information and communication
K	64-66	Financial and insurance activities
L	68	Real estate activities
M	69-75	Professional, scientific and technical activities
N	77-82	Administrative and support service activities
O	84	Public administration and defence; compulsory social security
P	85	Education
Q	86-88	Human health and social work activities
R	90-93	Arts, entertainment and recreation
S	94-96	Other service activities
T	97-98	Activities of households as employers; undifferentiated goods- and services-producing activities of households for own use
U	99	Activities of extraterritorial organizations and bodies

자료: ISIC(2021), p43

KMI-GEM 역시 ISIC와 동일한 기준인 KSIC(Korea Standard Industrial Classification)를 기초로 하고 있어, 10개 해양수산부문에 대응하는 GTAP 탄성치를 구할 수 있다. GTAP 총 65개의 산업 탄성치를 각각 대응하는 10개의 해양수산업으로 구분시, 수입가격(VIMS)을 가중치로 하여 탄성치를 도출하였으며, 동 결과는 아래의 〈표 3-17〉에 정리하였다.

〈표 3-18〉 해양수산업 아밍턴 탄성치 추정결과

해양수산업 대분류	추정방법	KMI 추정치	GTAP 탄성치
수산물 생산업	시계열모형 (ECM)	0.92	1.06
수산물 가공업	패널GMM	0.55	2.83
수산물 유통업	-	0	1.90
해양자원 개발 및 건설업	패널 GMM	1.31	4.39
선박 및 해양플랜트 건조수리업	패널GMM	0.50	3.44
해양수산 기자재 제조업	패널GMM	0.39	3.61
해운업	마크업	2.10	1.90
항만업	마크업	6.54	1.90
해양수산 관련 서비스업	마크업	1.89	2.74
해양수산 레저 관광업	마크업	1.52	1.90

자료: 저자작성

본 연구에서 추정된 아밍턴 탄성치는 GTAP의 탄성치와 비교하였을 때, 비슷하거나 작은 경향을 보이는 것을 확인할 수 있었다. Delahaye and Milot(2020)은 GTAP에서 사용되는 아밍턴 탄성치가 실제 탄성치보다 높게 산정되어 있다고 설명하였다. Delahaye and Milot(2020)은 OLS, PAM, ECM 모형을 통하여 분석한 탄성 계수와 GTAP 값을 비교하였는데, 대부분의 산업에서 1을 전후로 한 탄성 계수를 나타내어, 2~5의 값을 갖는 GTAP 데이터와 차이가 있음을 설명하였다.

본 연구의 탄성치 추정도 Delahaye and Milot(2020)과 유사한 결과를 보였다. 마크업 방식을 사용한 해운업과 항만업은 각각 2.10과 6.54의 탄성치가 추정되어 GTAP 탄성치보다 큰 값을 보였지만 그 외 대부분의 부문은 GTAP의 결과와 유사하거나 작은 경향을 보이는 것을 확인할 수 있었다.

04

해양수산부문 파급효과 분석 시뮬레이션 : EU 탄소국경조정매커니즘을 중심으로

제1절 개요

제4장에서는 KMI-GEM 모형을 이용하여 글로벌 경제 효과가 우리나라 해양수산부문에 미치는 영향을 분석해 보고자 한다. 영향 분석은 개방경제 체제인 우리나라가 대외환경 변화에 어떤 영향을 받게 되는지를 분석함으로써, 우리나라 해양수산부문의 구조적 특성을 이해하고, 정책당국이 대응 방안을 마련하기 위한 참고자료를 사전에 준비하기 위해 수행하는 것이다. 특히, KMI-GEM 모형은 국내 최초로 해양수산 10개 부문을 구분할 수 있는 투입산출표에 기초한 일반균형분석모형으로 다양한 정책 현안을 분석할 수 있다.

본 장에서는 최근 국제통상부에서 이슈로 떠오르는 탄소국경조정제도에 대하여 살펴보고, 이러한 글로벌 외부 효과가 우리나라 해양수산부문에 어떤 파급 영향을 미칠 수 있는지 살펴보고자 한다. 탄소국경조정제도에 관한 논의는 현재 진행 중인 사안이므로 EU의 최종 적용방안에 대해 아직 불확실한 측면이 있고, 현재 구축 중인 KMI-GEM 모형도 더 구체화할 필

요가 있기에 본 시뮬레이션은 예시적 연구로 이해되어야 한다. 본 연구는 탄소국경조정제도의 시행에 대비해 해양수산분야와 관련된 정책연구를 정밀하게 수행하기 위한 연구원 차원의 준비로 볼 수 있으며, 보다 체계화된 방법과 정보를 이용한 추정작업이 이루어져야 함을 미리 밝혀둔다.

제2절 탄소국경세 관련 국내외 현황

1. 탄소국경세 논의 동향

최근 주요국의 기후변화 대응은 ① 국제공조 및 다자간 협력 강화를 통한 글로벌 탄소저감 목표를 실현하고자 하며, ② 탄소국경세²⁹⁾ 도입을 검토하여 통상정책과의 연계를 강화하고 있다. 또한 ③ 탄소저감 정책과 그린뉴딜 정책을 병행 추진하여 친환경 경제 전환 및 새로운 성장 동력 발굴을 도모하고 있다.³⁰⁾ EU와 미국을 중심으로 한 주요국은 탄소중립 목표를 달성하기 위해 국가감축목표를 설정하고, 이를 달성하기 위한 정책수단을 마련하고 있으며, 그 일환으로 탄소국경세 도입을 추진하고 있다. 탄소 중립이란 순배출량(탄소배출량-흡수량)이 0인 상태를 의미한다. 지구 평균기온 상승폭을 산업화 이전 대비 1.5℃ 이내로 억제하기 위해 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위한 계획을 수립하였다. EU, 미국, 중국, 일본 등은 2050년, 중국은 2060년까지 탄소중립을 달성하기 위한 계획을 발표하였다.

29) 탄소국경세는 전 지구적인 탄소 감축 무임승차를 차단하고, '오염자 부담원칙'에 따라 탄소 비용을 고려해 수출입 품목에 부과하는 무역관세의 일종이다.

30) 한국은행(2021), p. 16.

〈표 4-1〉 주요국의 탄소중립 달성 시기

구분	국가감축목표	탄소중립 달성 시기
EU	2030년까지 55% (1990년 대비)	2050년
미국	2025년까지 50~55% (2005년 대비)	2050년
중국	2030년까지 60~65% (2005년 대비)	2060년
일본	2030년까지 46% (2013년 대비)	2050년
한국	2030년까지 24.4% (2017년 대비)	2050년

자료: UNFCCC (2021); 한국은행(2021), p. 22

2. 국내외 탄소국경세 도입 추진 현황

1) EU

EU는 유럽그린딜³¹⁾ 비전을 달성하기 위해 2021년 7월에 기후변화 정책 입법안 ‘Fit for 55’를 발표했다. 이는 2030년까지 탄소배출량을 1990년 수준 대비 55%로 감축하고, 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위한 입법안이다. 배출거래제 신설 및 강화, 탄소국경조정제도 도입, 에너지 관련 지침 개정, 탄소흡수원 확대, 항공 및 해운 연료 관련 지침 등을 담고 있다. 특히 배출권거래제 적용대상에 해운분야를 포함한 운송과 건축물 등의 분야를 추가하는 안이 있고, 항공 및 해운 부문의 친환경 연료 관련 지침 신설을 담고 있다.

31) 유럽그린딜은 2050년까지 유럽을 최초의 기후중립 대륙으로 만들고, 생물다양성 보호, 순환경제 구축, 오염제거 등을 비전으로 제시하였다.

〈표 4-2〉 EU 탄소감축 입법안(Fit for 55) 주요 내용

구분	내용
배출권거래제 신설 및 강화	온실가스 배출권 거래제 적용대상 확대 및 기준강화 -기존 전력, 철강, 화학 등에 해운, 육상운송, 건축물 분야 추가
탄소국경조정제도 도입	2026년부터 역내 수입품에 탄소배출량에 따른 비용 부과
에너지 관련 지침 개정	탄소감축 목표 상향조정 및 친환경에너지 전환 인센티브 부여 -에너지효율지침, 재생에너지지침 및 에너지효율지침 개정
탄소흡수원 확대	순 온실가스 흡수 목표 상향 -토지이용 및 삼림에 대한 규정 개정
내연기관 규제 및 대체연료 인프라 확충	내연기관 출시 금지 및 대체연료 인프라 확충 목표 제시 -2035년부터 시행, 친환경 차량 개발, 생산 및 사용 촉진
항공 및 해운 연료 관련 지침	항공 및 해운 부문 친환경 연료 사용 관련지침 신설
사회적으로 공정한 전환	사회기후기금, 현대화기금 등의 지원대책 마련 -친환경 전환 과정에서 탈락 산업, 노동자, 지역 공동체 방지

자료: 산업연구원(2021).

EU의 탄소국경조정제도에 따르면 EU는 탄소국경세를 2023년에 도입하고, 2026년부터 본격 부과할 계획이다. 이는 EU로 수입되는 상품의 생산 과정에서 발생하는 탄소배출량에 따라 수입업체에게 국경세를 부과하는 것으로, 동일 제품에 대해 EU 역내에서 생산할 때보다 수입품이 더 많은 탄소를 배출한 경우 그 초과분에 대해 비용을 부과하는 개념이다. 2023년부터 EU에 제품을 수출하는 모든 역외국은 생산과정에서 배출된 탄소배출량에 따라 배출권을 구매하여 수입국의 관할당국에 의무적으로 제출하고 수출국에서 탄소배출권 거래제 등을 통해 탄소배출 비용을 부담한 경우 이를 해당 금액만큼 감면하는 방식으로 도입될 예정이다.

적용 품목은 시멘트, 전력, 비료, 철강, 알루미늄의 총 56개 품목이 해당된다. EU는 탄소배출량 산정방법, 배출권 인증서 가격, ETS 무상할당 조정, 전환기간 등을 고려하여 '25년까지 적용대상 품목을 확대하는 안을 검토 중이다.

〈표 4-3〉 EU 탄소국경조정제도 주요 내용

구분	내용
목적	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소누출 방지 및 2050년 기후중립 목표 달성 • 기업의 환경보호 노력을 유도
도입시기	<ul style="list-style-type: none"> • 2023년 - 2023~2025년 : 전환기간(수입품 탄소배출량 및 기납부 탄소비용 보고) - 2026년 이후 : 본격 과세(탄소배출권 (CBAM certificate) 구매 의무 부과)
대상국가	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 역외국 대상
면제국가	<ul style="list-style-type: none"> • EU-ETS 적용 국가, 유럽자유무역연합(EFTA) 및 EU 역외 국가제외, 최빈국 등에 대한 특별면제 검토중 * 아이슬란드, 리히텐슈타인, 노르웨이, 스위스와 부징겐(Büdingen), 헬리고랜드(Heligoland), 리비노(Livigno), 세우타(Ceuta), 멜리야(Melilla) 등 면제
대상품목	<ul style="list-style-type: none"> • 시멘트, 전력, 비료, 철강, 알루미늄 (2026년 이후 적용대상 확대 가능)
방법	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 탄소배출량이 신고된 인증서 수량보다 더 큰 경우 부족분 징수 • 제품 탄소배출량이 신고된 인증서 수량보다 더 작은 경우 차익 환급

자료: KOTRA(2021), p. 3.

2) 미국

도널드 트럼프 전 행정부 시절 파리협정을 탈퇴한 이후 조 바이든 행정부가 출범하면서 파리협정에 재가입했는데, 바이든 행정부는 적극적인 탄소제로 정책을 수립하고 있다. 2021년 3월, 미 무역대표부(USTR)는 바이든 행정부의 통상정책 보고서(2021 Trade Policy Agenda and 2020 Annual Report)에서 탄소국경조정세 도입 가능성을 공식적으로 언급했다. 온실가스 배출에 관한 국제거래시스템 도입과 관련 정책을 수립하며, 필요시 합리적인 탄소국경조정 정책 도입이 가능하단 것을 언급했다.

2021년 7월, 미 의회는 2024년 1월 부터 부과하는 탄소국경세 법안(FAIR Transition and Competition Act of 2021)을 발의하여 민주당 예산안 반영을 추진하고 있다. 적용 품목은 전력, 시멘트, 철, 강철, 천연가스, 석탄, 석유, 알루미늄, 비료 등이며 추후 확대될 가능성이 있다. 이들 품목은 미국 전체 수입품 중 약 12%에 해당하는 품목이다. 최빈개도국과

미국산 제품에 탄소국경세를 부과하지 않는 국가에 대해 상호 면제하는 조항을 담고 있다.

3) 주요국 동향

일본은 탄소가격제도입과 함께 탄소국경세를 검토 중이다. 스가 총리의 적극적인 탄소 가격제 도입 표명('21.1)과 함께 경제산업성과 환경부가 탄소세 도입에 관한 논의를 진행하고 있다. 경쟁국에 비해 늦은 대응으로 발생하는 자국 수출기업의 피해를 최소화하기 위해 탄소국경조정제도 도입을 검토하고 있다.

중국의 생태환경부(MEE)는 EU의 조치에 대해 비판적이다. 즉, 기후변화 문제를 무역으로 확대하는 것을 경계하면서도 대책을 수립하고 있다. '26년까지 탄소중립을 위해 노력할 것임을 표명('20.11)하며 중국의 기후변화 대응노력 필요성을 인정하나 기본적으로 WTO 최혜국대우(MFN) 원칙 위반 문제를 제기했다. 중국과 인도를 포함한 신흥경제국은 2021년 4월 기후변화 장관회의에서 EU의 탄소국경세가 개도국에 대한 차별적 대우(CBDR-RC) 원칙³²⁾에 반하는 무역장벽 도입으로 보고 탄소국경세에 반대 의견을 제시했다.

3. 해양수산분야 도입 여건

EU의 온실가스 배출 허용거래제 관련 지침(Directive 2003/87/EC) 적용 대상에 해운이 추가되면서 배출을 제한하는 온실가스 물질이 기존의 CO₂를 비롯한 6대 온실가스(CH₄, N₂O, HFCS, PFCS, SF₆)로 확대되었

32) CBDR-RC(Common But Differentiated Responsibilities and Respective Capabilities)

다. 해운부문에 대한 배출권거래제(EU-ETS) 도입³³⁾은 해운기업의 원가를 상승시키고 이는 운임에 전가될 가능성이 높다. 장기적으로는 친환경선박에 대한 발주 압력이 높아질 것이다.

한편, 탄소국경세는 EU-ETS와는 별개로 수입상품에만 적용되는 별도의 배출권 시장을 신설하는 것으로 실질적인 관세(tariff)로 작용될 것으로 예상된다. 단기적으로는 관세 상승이 철강 등 관련 산업의 원가 상승을 야기하고, 철강의 주요 수요처인 조선업과 선박금융시장의 선가 상승에 연쇄적으로 반영될 전망이다. 그러나 장기에는 정상궤도로 복귀 가능성이 높다. 장기적으로 탄소국경세가 수입가격에 반영되면서 EU와 타 국가간 교역조건이 같아지면 해상수송 수요는 정상궤도로 복귀할 가능성도 존재하기 때문이다.

한편, IMO의 ‘국제해운 배출 GHG 감축 전략’의 기간별 후보조치에 포함된 시장기반 조치보다 EU 탄소국경세 도입이 선행될 가능성이 높아 선사들의 혼란이 예상된다.

IMO의 증기(‘23~’30) 후보조치에는 효력일을 회원국의 논의에 따라 정할 수 있는 시장기반 조치를 포함하고 있으나, EU ETS는 이와 무관하게 시행된다. 이에 따라 IMO 계획보다 앞서서 이행될 가능성도 있어 유럽 항행 선박을 보유한 선주는 EU ETS와 향후 IMO에서 논의되는 시장기반조치의 방향에 따라 이중대응을 해야 하는 문제가 발생할 수도 있다.

33) 5,000GT 이상 선박(MRV 적용선종)의 온실가스 배출량에 대해 매년 4.2%씩 추가 감축, 매년 검증된 배출량에 상응하는 배출권을 ‘26년까지 점진적 강화(검증 배출량의 ‘23년: 20%, ‘24년: 45%, ‘25년: 70%, ‘26년부터: 100%)

[illegible]

항만분야에 대한 영향을 살펴보면, 현재 탄소국경세 대상품목 물동량은 비교적 소량이기 때문에 항만물동량의 급격한 감소 가능성은 크지 않을 전망이다. 다만, 탄소국경세 대상 품목인 철강 제품은 수출경쟁력 약화로 EU 수출에 영향을 받게 될 가능성이 있으며, 이로 인해 국내 철강 수출 물류를 담당하는 광양항, 포항항 등에도 일부 영향이 발생할 수 있다.

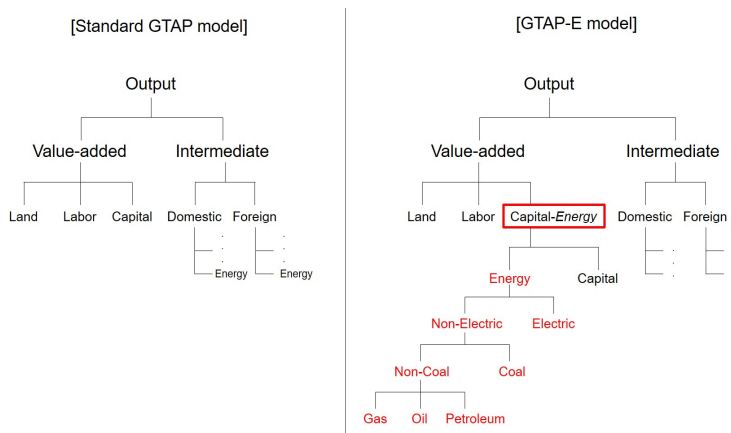
1. 분석 모형 및 데이터

70

검토하였다. 그 결과 일반균형분석모형 중 하나인 GTAP-E 모형(A Revised Energy-Environmental Version of the GTAP)을 활용하고자 한다. GTAP-E 모형은 GTAP 모형을 베이스로 하면서, 탄소 저감 비용과 국제무역 및 부문별 상호작용을 통해 온실가스(GHG: Greenhouse Gases) 정책의 파급효과를 평가하는 데 활용되는 모형이다. GTAP-E 모형에 대한 상세 내용은 Burniaux and Truong(2002), Truong, Kemfert and Burniaux(2007) 등에서 찾을 수 있다.

GTAP 모형은 생산에 필요한 에너지 투입을 명시적으로 고려하지 않고 있으나, GTAP-E 모형은 에너지를 본원적 생산요소의 하나로 명시적으로 추가하고, 에너지와 자본 간 대체관계를 설정하였다. <그림 4-2>와 같이 GTAP-E 모형의 생산체계는 기본 모형의 3개(Land, Labor, Capital)에 에너지 부문이 추가되어 총 6개의 네스트(nest)로 구성되어 있다. 이는 비석탄(non-coal) 에너지 소스인 가스(gas), 원유(oil), 석유(petroleum)와 석탄(coal) 및 전기(electric)로 이루어져 있어, 에너지 생산요소를 필요로 하는 수요 영향을 추정할 수 있다.

〈그림 4-2〉 GTAP-E 모형의 구조

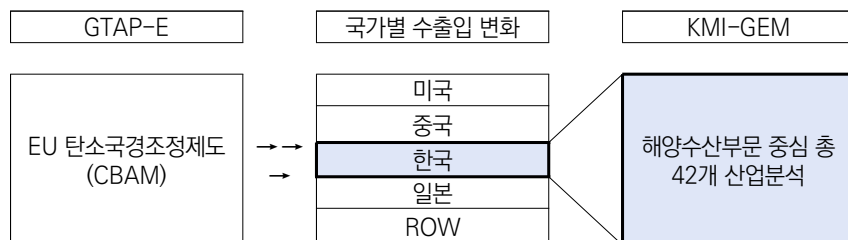


자료: Lim, et al.(2021), pp 6.

GTAP-E 모형은 EU의 탄소국경조정제도가 전 세계 및 우리나라에 미치는 파급효과를 분석하기에 적절하나, 국내 산업별 세부적인 영향을 평가하기에는 산업 구분이 세분화되어 있지 않다. 본 연구의 주요 목적인 해양수산 부문 분석모형(KMI-GEM)은 1국 모형으로서, 해양수산 10개 부문에 대한 계량적 평가가 가능한 모형이다. 이에, GTAP-E 모형의 분석 결과를 KMI-GEM 모형에 적용하여 분석하는 2단계 분석 방법을 시도하고자 한다.

분석 모형의 개괄적인 흐름은 아래 그림과 같다. EU의 탄소국경조정제도의 영향은 GTAP-E를 통하여 분석하며, 우리나라 수출입 교역(수량 및 가격)에 미치는 움직임을 파악한다. 이를 다시, 우리나라 1국 일반균형모형인 KMI-GEM에 대입하여, 최종적으로 우리나라 해양수산부문에 미치는 경제적 파급효과를 세부적으로 파악한다.

〈그림 4-3〉 EU 탄소국경조정제도의 글로벌 효과 분석 방법론 개요



자료: 저자 작성

1) GTAP-E

(1) 개요

GTAP-E로 수입 관세 변화에 따른 전 세계 국가들의 교역 변화와 CO2 배출량의 변화를 추정해볼 수 있다. 특히 EU의 CBAM은 수입품에 내재된 CO2 배출량을 기준으로 관세를 부과할 것으로 예상되는데, 동 모형에서는

각 국가 간 CO2 배출량에 따른 관세상당치(ad valorem)를 계산할 수 있으므로 보다 구체적인 관세 인상 시나리오를 도출할 수 있다. 그러나 국가 간 산업별 CO2 배출량의 관세상당치 산출은 상당한 데이터 수집과 분석을 요구하는 작업으로, 본 장의 목적인 KMI-GEM 경제효과 분석의 범위를 넘어서는 작업이다. 따라서 UNCTAD(2021)에서 산출한 對EU 수출국들의 관세상당치를 차용하여 교역에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

〈표 4-4〉 EU의 수입국별 탄소 관세상당치(44USD/Mt)

단위: [%]

국가	관세상당치(ad valorem)						
	Paper	Alumi	Steel	Oil_pcts	En_int_ind	Chemicals	Electricity
Belarus	1.7	0.7	2.9	1.4	30.3	4.4	11.3
Brazil	0.8	4.4	3.3	0.9	7	0.8	-
Canada	1.3	1.3	2.2	1.3	4.1	2.2	-
China	1.7	2.4	3.7	2.3	10.3	3	-
Egypt	2.3	2.4	5.9	0.7	10.6	5.4	-
India	4	5.6	12.6	0.9	22.1	4.6	-
Japan	1	0.4	1	0.8	5	1.4	-
Korea	1	0.6	1.5	0.8	4.8	1.2	-
Malaysia	1.4	2.6	3.3	4.6	6.4	2.6	-
Russian Federation	5.1	3	5.3	1.3	10.5	7	20.8
South Africa	1.7	6.4	6.2	10.4	11.7	4.2	-
Turkey	1.1	1.2	2.9	1.2	12.3	2	16.6
United Arab Emirates	3.1	0.8	1.9	0.7	7.6	3.7	-
Ukraine	1.6	5.3	9.2	3.1	18.7	10.8	15.6
Unired States of America	0.7	1.2	1.5	1.3	3.2	1.2	-
United Kingdom	0.2	0.1	0.3	0.6	0.6	0.1	7.8
Mozambique	0.3	4.6	11.3	1	1.8	0.8	-
Rest of the World	0.3	4.6	11.3	1	1.8	0.8	-

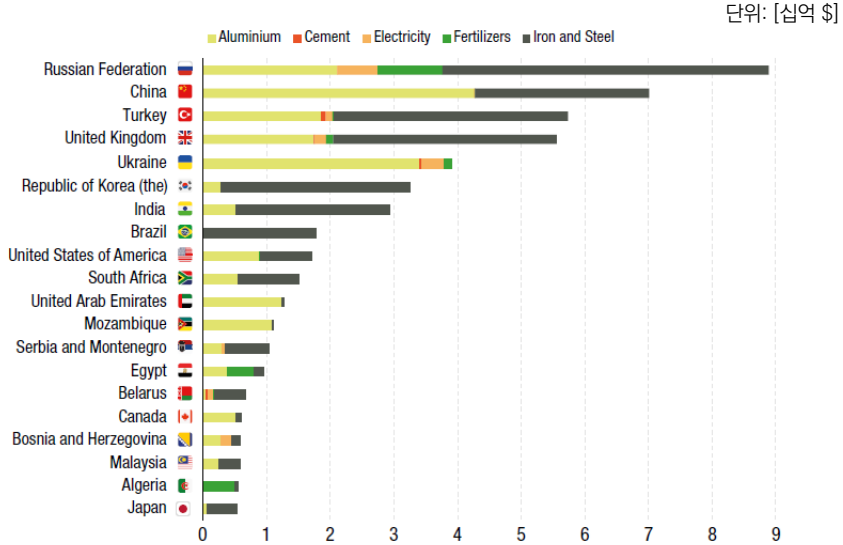
자료: UNCTAD(2021), p. 15.

(2) 산업 및 국가 구분

GTAP-E 모형은 에너지 산업에 사용되는 본원적 투입요소와 생산물을 세분화할 수 있는 특징이 있다. 이를 활용하여 EU에서 부과 대상으로 하는 에너지 산업, 즉, 석탄, 석유, 가스, 철강(알루미늄 포함), 석유화학제품, 전기를 별도로 구분함으로써 에너지 산업의 관세 부과 효과를 추정하고자 한다. 또한 KMI-GEM 모형과 연계를 위해 해양수산부문과 관련성이 있는 산업을 별도로 구분하였다. GTAP-E에서는 해양수산부문의 구분이 불가하지만, 해양수산이 포함되어 있는 산업에 대한 영향을 추정하고, 이를 비율적으로 배분하여 해양수산업에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이와 같은 가정에 따라 GTAP-E에서 설정한 산업의 구분은 에너지 부문 10개, 기타 산업 25개로 다음 <표 4-4>와 같다.

국가 구분은 EU CBAM 조치와 관련이 있으며, EU로 CO2 수출량이 많은 국가를 기준으로 산정하고 우리나라를 포함시켰다. UNCTAD(2021)는 EU로 에너지 상품 수출이 많은 상위 20개 국가를 조사하였으며, 여기에는 러시아, 중국, 터키, 영국, 우크라이나, 한국 등이 포함된다. 모형 구축에 있어 對EU CO2 수출이 미미한 국가를 세분화하는 것은 불필요한 데이터로 모형 시뮬레이션 정확도를 하락시킬 수 있으므로, 국가 구분은 관세상당치 산출이 가능한 18개국으로 한정하였다.

〈그림 4-4〉 對EU 에너지 상품 수출 상위 20개 국가



자료: UNCTAD(2021), p. 10.

GTAP-E 모형 분석을 위한 국가 및 산업 구분은 다음 〈표 4-5〉와 같다. 러시아, 중국 등 CO2 배출 및 對EU 수출량이 많은 국가에 대한 관세 변화가 우리나라 및 기타 전 세계에 미치는 파급효과를 추정하기 위하여 총 18개 국가 및 지역으로 구분하였다.

〈표 4-5〉 GTAP-E 데이터 구분

단위: [스타일 이름: 본문-단위]

구분		세부 국가 및 산업명
국가(18)		Belarus, Brazil, Canada, China, Egypt, India, Japan, Korea, Malaysia, Russian Federation, South Africa, Turkey, United Arab Emirates, Ukraine, United States of America, United Kingdom, Mozambique, Rest of the World
산업(35)	에너지(10)	Coal, Oil, Gas, Paper, Alumi, Steel, Oil_pcts, En_int_ind, Chemicals, Electricity
	기타 (25)	Afs, Cmn, Cns, Edu, Eeq, Ele, Fmp, Fsh, Ins, Lum, Mvh, Oap, Obs, Ofd, Ofi, Ome, Omf, Otp, Ros, Tex, Trd, Whs, Wtp, Wtr, Oth_ind_ser

2) KMI-GEM

KMI-GEM 모형은 해양수산부문 10개 산업, 32개 산업 등 해양수산부문을 중심으로 하는 1국 일반균형분석 모형이다. 2020년 시범모형의 구축을 통하여 모형 구축 및 운용의 가능성을 보였으며, 본 연구에서는 데이터의 현행화, 탄성치 반영 등 보다 우리나라 해양수산부문 현실에 맞도록 모형 및 데이터를 개선하였다. GTAP-E에서 분석한 CBAM의 효과 중 우리나라에 미치는 파급영향을 별도로 구분하여, 해양수산 각 부문에 미치는 영향을 세부적으로 파악하기 위한 목적으로 KMI-GEM을 활용하고자 한다. 2020년 모형과 비교하여 개선된 사항은 다음과 같다.

(1) 최신 투입산출표 반영

정확한 분석을 위해 최신 데이터를 사용하는 것이 당연하지만, 데이터와 모형 구축 비용으로 인해 데이터 시차가 발생하곤 한다. 본 연구에서는 최근 한국은행이 발표한 2017년 기준 투입산출표를 활용하였다. 우리나라의 최신 투입산출표를 기본부문 데이터로 활용하고, 전체 산업을 해양수산부문 10개 및 기타 부문 32개 등 총 42개 산업으로 재구성하였다.

(2) 수입-국산 대체 탄력성 반영

수입-국산 대체탄력성(ESUBD)을 별도로 산출하여 모형에 반영함으로써 우리나라 해양수산부문 현실에 맞는 모형을 설계하였다. 제3장에서 도출된 10개의 해양수산부문 아밍턴 대체탄성치를 반영하였고, 기타 32개 산업에는 GTAP 데이터를 기반으로 우리나라 산업구조에 맞도록 조정된 값을 활용하였다.(탄성치 값은 제3장 참조)

(3) 수입거래표 활용

KMI-GEM 모형 데이터는 국내 거래 및 수입 거래가 통합된 형태의 SAM 체계를 가지고 있다. 국내 중간수요는 국산거래 및 수입거래로 구분되며, 최종수요 역시 국산거래 및 수입거래 부문 데이터가 요구된다. 본 연구의 KMI-GEM 모형에는 기존 총거래표를 활용하여 수입부문을 비율적으로 배분한 것과 달리, 수입거래표를 해양수산부문으로 구분하는 별도의 작업을 거쳐 수입 부문의 데이터 정확도를 향상시켰다.

(4) 기타 데이터 정교화

KMI-GEM에 활용되는 기타 데이터를 보다 정교하게 개선하였다. 마진상품(Margin Commodities)을 도소매(Whsale_rtail), 운송(Transpt), 수산물 유통업(Fish_dtb), 해운(Shipping), 항만(Port)으로 구성하였으며, 이들 산업 거래의 대부분(99%)을 마진 산업으로 할당하여 유통물류분야의 현실성을 모형 작업에 강화시켰다.

2. 시나리오

1) CBAM의 경제 효과

EU는 공식적으로 모든 EU 수출국에 탄소세를 부과한다고 발표하였으며, EU와 EU의 시스템과 연계된(emission trading system linked to the Union's) ETS(Emission Trading System)를 시행하고 있는 국가(스위스, 아이슬란드, 리히텐슈타인, 노르웨이)는 부과 대상에서 제외한다는 방침을 밝혔다(European Commission, 2021). 다만 우리나라는 ETS를 이행 중인 국가지만 EU에서 규정하는 EU와 연계된 국가는 아니므로, 우리

정부의 요청에도 불구하고 최종적으로 EU의 부과대상에서 제외될 수 있는 지는 불확실한 상황이다.

이에 본 연구에서는 국가 간 탄소배출량에 따른 차별적인 관세율을 적용 하면서, ETS 이행 국가들이 부과대상에서 제외될 수 있다는 가정 아래 CBAM의 영향을 분석해 보고자 한다. 특히 우리나라를 비롯한 일부 국가 들이 EU의 부과 대상국에 포함되는지 여부가 해당 국가의 교역에 큰 영향 을 미칠 수 있기 때문에, 시나리오별로 부과 대상국을 달리하여 특성을 파 악하고자 한다.

〈표 4-6〉 ETS 이행 및 검토 국가[2021.4. 기준]

이행 여부	국가	이니셔티브	시행 연도	GHG 배출량 (MtCO ₂ e)
이행	캐나다	Canada federal OBPS	2019	73.5
	중국	China national ETS	2021	3997
	독일	Germany ETS	2021	398
	카자흐스탄	Kazakhstan ETS	2013	157
	한국	Korea ETS	2015	513
	멕시코	Mexico pilot ETS	2020	328
	뉴질랜드	New Zealand ETS	2008	45
	스위스	Switzerland ETS	2008	6
	영국	UK ETS	2021	192
이행 검토	칠레	Chile ETS		
	콜롬비아	Colombia ETS		
	인도네시아	Indonesia ETS		
	일본	Japan carbon pricing mechanism		
	몬테네그로	Montenegro ETS		
	파키스탄	Pakistan ETS		
	세르비아	Serbia ETS		
	태국	Thailand ETS		
	터키	Turkey ETS		
	우크라이나	Ukraine ETS		
	베트남	Vietnam ETS		

자료: World Bank(2021)을 기초로 저자 정리.

World Bank(2021)에 따르면 2021년 4월 현재 ETS 미이행국가는 다음과 같다. ETS는 크게 이행여부(이행, 이행검토, 미이행)와 이행 단위(국가, 지역)로 구분하고 있는데, 지역 단위의 ETS 이행 및 ETS의 이행 검토와 미이행은 EU의 규정에 부합하지 않는 것으로 보아 CBAM의 부과대상으로 분류하고자 한다. 나머지 ETS를 각 국가에서 이행하고 있는 국가들을 기준으로, 이들 국가들이 CBAM 조치에 포함되는지 또는 그렇지 않는지에 따라 무역전환 효과가 발생할 것으로 예상된다.

최종적으로 다음과 같이 총 4개의 분석 시나리오로 구분하였다. ‘시나리오 1’은 CBAM이 가장 느슨하게 적용되는 경우를 가정한 것으로, 모든 ETS 국가 및 이행 검토국까지 관세 부과 대상에서 제외되는 시나리오이다. ‘시나리오 2’에서는 한국을 포함한 모든 이행 검토국이 관세 부과 대상에 제외되며, ‘시나리오 3’에서는 한국이 관세 부과 대상국에 포함된다. 시나리오 2와 3의 비교를 통해 한국에 미치는 효과를 직접적으로 파악할 수 있다. 마지막 ‘시나리오 4’에서는 EU 및 연계 시스템을 가진 4개국을 제외한 전 세계 모든 국가에 탄소거래세를 부과하는 경우를 가정한 것으로 CBAM이 가장 엄격하게 적용되는 경우이며, 현실적으로 발생 가능성이 가장 높은 상황이다. 시나리오 2와 4의 비교를 통하여 ETS 이행국가(한국 포함)가 부과 대상에서 제외되었을 경우의 효과를 파악할 수 있다.

〈표 4-7〉 탄소거래세 부과 시나리오 4가지

시나리오	부과 제외 대상	한국 부과 여부
1	EU와 ETS 이행 및 이행 검토 국가	미부과
2*	EU와 ETS 이행국가	미부과
3	EU와 ETS 이행국가	부과
4*	EU	부과

주: EU에는 스위스, 노르웨이, 아이슬란드, 리히텐슈타인 포함
자료: 저자 작성

2) 우리나라 해양수산부문 파급 효과

EU CBAM의 글로벌 파급효과는 우리나라를 포함한 전 세계 국가 간의 무역을 감소시키고, 경우에 따라 무역전환이 발생하여 국가 간 차별적인 무역 영향이 발생할 것이다. 우리나라의 수출입에도 변화가 예상되는데, 시나리오 및 산업의 경쟁력에 따라 오히려 무역이 증가하는 결과도 발생할 수 있다. GTAP-E의 결과로부터 교역과 관련된 변수, 수출량, 수출가격, 수입량, 수입가격의 변화율은 파급효과의 결과인 동시에 KMI-GEM 모형에 외생변수로서 작동하기도 한다. 이에 글로벌 효과와 동일한 4가지 시나리오를 중심으로 각 시나리오에 대응하는 교역변수(수출량, 수출가격, 수입량, 수입가격)를 적용하여 우리나라에 미치는 경제적 효과를 파악하고자 하였다.

제4절 분석 결과

본 절에서는 EU의 탄소국경조정제도(CBAM)에 따른 탄소세 부과와 파급효과를 거시경제적 효과 및 우리나라 해양수산부문 효과로 구분하여 제시하고자 한다. 거시경제적 효과는 GTAP-E를 통하여 분석한 국가별 거시경제지표이며, 우리나라 해양수산부문 효과는 KMI-GEM 모형을 활용한 분석결과이다.

1. 거시경제적 효과

1) 전 세계 에너지 상품 교역 변화

EU의 탄소세 부과에 따라 전 세계 에너지 상품 교역은 감소할 것으로

예상된다. 수출 변화를 살펴보면 대부분 국가의 수출이 감소하였으나, 에너지 상품과 국가에 따라 수출 감소율은 상이하게 나타났다. EU에 대한 최대 탄소수출국으로 조사된 러시아의 경우 평균 -12.11% 감소하여 모든 국가 중 가장 크게 영향을 받을 것으로 나타났으며, 전기(-32.52%), 화학제품(-15.6%), 시멘트(-10.5%), 철강(-8.8%) 순으로 감소 폭이 클 것으로 나타났다. 이어 전체 평균 기준 벨라루스(-11.56%), 우크라이나(-9.42%), 터키(-8.35%) 등 EU 인접국의 수출 감소율이 높을 것이며, 중국(-4.37%), 한국(-2.81%), 일본(-2.73%) 등 동아시아 국가는 상대적으로 감소율이 낮을 것으로 예상된다. 우리나라는 화학제품(-3.91%), 철강(-3.2%), 종이(-3.06%) 산업의 감소율이 평균 감소율보다 높은 것으로 나타나, EU의 탄소국경세에 민감하게 반응하는 것으로 보인다. EU는 동 조치로 인하여 모든 에너지 상품의 수출이 증가(6.31%)하였으며, 알루미늄(15.08%), 석유화학(7.65%)의 증가율이 높을 것으로 추정되었다.

〈표 4-8〉 전 세계 탄소국경세 부과 대상 품목 수출액 변화율(시나리오 4 기준)

[단위: %]

국가 (탄소수출순)	종이	알루미늄	철강	석유 제품	시멘트	화학 제품	전기	평균
러시아	-6.09	-6.23	-8.8	-5.06	-10.5	-15.6	-32.52	-12.11
중국	-4.42	-5.35	-4.24	-2.61	-4.34	-6.53	-3.13	-4.37
터키	-5.1	-5.77	-5.49	-3.47	-8.37	-8.39	-21.89	-8.35
영국	-7.32	-2.64	-5.84	-4.6	0.6	-5.51	-19.86	-6.45
우크라이나	-2.11	-3.36	-11.68	-4.12	-10.72	-13.85	-20.08	-9.42
한국	-3.06	-2.69	-3.2	-1.76	-2.25	-3.91	-2.78	-2.81
인도	-4.47	-2.74	-11.64	-2.26	-10.62	-7.95	-2.95	-6.09
브라질	-3.57	-3.5	-4.77	-2.08	-3.36	-4.24	-2.23	-3.39
미국	-2.91	-3.93	-2.84	-2.85	-2.23	-5.64	-2.59	-3.28
남아공	-2.39	-4.3	-5.36	-3.14	-3.57	-4.89	-6.08	-4.25
아르헨티나	-1.68	-2.04	-1.58	-1.56	-6.38	-3.88	-1.82	-2.71

국가 (탄소수출순)	종이	알루 미늄	철강	석유 제품	시멘트	화학 제품	전기	평균
모잠비크	1.17	-22.67	-0.2	-1.68	0.35	0.76	1.30	-3.00
이집트	-3.54	-6.28	-9.28	-3.74	-4.28	-13.7	-2.04	-6.12
벨라루스	-5.39	-3.33	-11.28	-4.72	-10.3	-6.57	-39.35	-11.56
캐나다	-1.6	-3.19	-2.2	-2.08	-2.51	-4.04	-0.98	-2.37
말레이시아	-3.48	-3.62	-3.11	-1.84	-1.88	-5.25	-2.29	-3.07
일본	-2.73	-2.96	-2.36	-1.9	-2.26	-4.23	-2.64	-2.73
EU27	1.53	15.08	6.19	7.65	4.4	6.43	2.92	6.31
ROW	-3.14	-5.68	-9.35	-2.49	-1.21	-4.52	-2.31	-4.10

주: 수출 vxwfb

자료: 저자 작성

수출 감소와 함께 에너지 상품의 수입 역시 감소하였으나, 수출에 비하여 상대적으로 하락 폭은 작을 것으로 추정된다. 우크라이나(-3.22%), 모잠비크(-3.20%) 등을 제외하고는 대부분 1% 이내의 수입 감소율을 보였으며, EU의 경우 관세 부과로 인하여 수입이 -2.19% 감소할 것으로 예상된다. EU 기준 에너지 상품별로는 철강(-4.65%)의 감소율이 가장 높았으며, 시멘트(-3.26%), 종이(-2.99%) 순으로 수입이 감소할 것으로 분석된다.

〈표 4-9〉 전 세계 탄소국경세 부과 대상 품목 수입액 변화율(시나리오 4 기준)

[단위: %]

국가 (탄소수출순)	종이	알루 미늄	철강	석유 제품	시멘트	화학 제품	전기	평균
러시아	0.1	-0.63	-0.47	-1.84	-1.54	-0.19	-0.93	-0.79
중국	0.13	0.42	0.43	-0.56	-0.54	-0.16	0.45	0.02
터키	-0.12	-0.3	0.36	-0.28	-0.52	-1.06	0.04	-0.27
영국	1.11	-1.51	1.1	-0.1	-0.19	0.21	1.58	0.31
우크라이나	-0.9	0.11	-8.35	-1.83	-7.24	-2.48	-1.86	-3.22
한국	-0.31	-0.55	-0.64	-1.48	-1.08	-0.74	0.28	-0.65
인도	0.25	-0.72	0.04	-0.81	-0.82	-1.2	0.46	-0.40

국가 (탄소수출순)	종이	알루 미늄	철강	석유 제품	시멘트	화학 제품	전기	평균
브라질	0.13	-0.32	0.07	-0.85	-1.03	-0.07	-0.14	-0.32
미국	-0.17	-0.28	0.18	-0.39	-0.51	0.27	-0.12	-0.15
남아공	-0.14	-2.67	0.16	-0.81	-1.99	-0.54	-0.21	-0.89
아르헨티나	-0.52	-0.99	-0.5	-0.69	-1.27	-0.34	1.17	-0.45
모잠비크	-0.39	-0.26	0.19	-0.73	-3.02	-1.32	-16.84	-3.20
이집트	-0.91	-0.26	-1.4	-0.83	-0.57	-1.53	-0.22	-0.82
벨라루스	-0.56	-1.29	-2.2	-1.29	-1.13	-2	-0.89	-1.34
캐나다	-0.6	-1.78	-0.41	-0.65	-1.61	-1.01	-0.22	-0.90
말레이시아	-0.2	-0.43	-0.13	-0.73	-0.73	-1.02	0.44	-0.40
일본	0.03	0.02	-0.12	-0.76	-0.81	-0.08	0.45	-0.18
EU27	-2.99	-0.98	-4.65	-1.9	-3.26	-1.13	-0.43	-2.19
ROW	-0.15	-1.39	-0.59	-0.49	-0.92	-0.64	0.24	-0.56

주: 수입 viwcif

자료: 저자 작성

2) 전 세계 탄소배출 변화

탄소국경조정제도의 목적이 탄소 배출을 감소시키려는 것이므로, 동 조치에 따라 전 세계 탄소배출량이 감소할 것으로 예상하는 편이 합리적이다. 분석 결과 역시, 석탄(coal), 원유(oil), 가스(gas), 석유제품(oil_pcts)과 관련하여 대부분의 국가에서 탄소 배출이 감소하였으며, 최대 수출국인 러시아는 모든 에너지원의 탄소 배출이 감소(평균 -0.80%)하는 것으로 분석된다. 국가별로는 우크라이나(-1.78%)가 가장 크게 감소할 것으로 추정되며, 이어 모잠비크(-1.54%), 벨라루스(-1.18%)의 배출량이 감소할 것으로 예상된다.

〈표 4-10〉 전 세계 탄소배출 변화율(시나리오 4 기준)

[단위: %]

국가 (탄소수출순)	석탄	원유	가스	석유제품	평균
러시아	-0.97	-0.98	-0.84	-0.61	-0.80
중국	-0.28	-0.35	-0.14	-0.04	-0.23
터키	-0.80	0.46	-0.56	0.51	-0.32
영국	-0.53	-0.76	-0.20	0.63	0.10
우크라이나	-2.82	-0.22	-0.68	-1.31	-1.78
한국	-0.23	0.06	-0.09	-0.04	-0.14
인도	-0.54	-0.87	-0.28	-0.22	-0.45
브라질	-0.57	-0.32	-0.37	-0.10	-0.19
미국	-0.13	-0.50	-0.11	0.17	-0.01
남아공	-1.07	-0.35	-1.07	-0.13	-0.91
아르헨티나	-2.48	-0.62	-0.21	0.09	-0.20
모잠비크	8.31	-4.14	-6.83	-0.19	-1.54
이집트	-4.13	0.07	-0.54	0.00	-0.27
벨라루스	-1.41	0.32	-1.63	-0.26	-1.18
캐나다	-0.48	0.05	-0.19	0.01	-0.12
말레이시아	-0.26	-0.22	-0.24	0.10	-0.10
일본	-0.12	-0.03	0.07	-0.03	-0.03
EU27	1.79	0.43	1.61	2.94	2.34
ROW	-0.60	-0.53	-0.53	0.06	-0.25

주: 석탄(coal), 원유(oil), 가스(gas), 석유제품(oil pcts) 사용에 따른 탄소 배출 변화

자료: 저자 작성

영국(0.10%), 터키(석유제품, 0.51%), EU(2.34%) 등 오히려 탄소배출이 증가하는 국가도 존재하는 것으로 나타났다. 이들 국가의 탄소배출 증가는 탄소제품에 대한 EU의 관세 부과로 에너지 수요 전환, 또는 EU의 경우 역 내에서 생산된 에너지 상품 사용이 증가하기 때문인 것으로 분석된다. 영국 등 일부 국가의 탄소배출이 증가하는 것은 EU의 탄소세 부과로 수출을 줄이고 자국 내 에너지 산업 소비를 증가시키기 때문이다.

2. 우리나라에 대한 파급영향

1) 거시경제적 효과

EU의 탄소국경세 부과가 우리나라에 미치는 영향은 다음과 같다. 먼저 거시경제적 효과를 확인하기 위하여 주요 지표들을 살펴보면, 시나리오별 실질 GDP는 -0.16~-0.18% 감소할 것으로 추정된다. 수출의 GDP 기여율 변화는 -0.32~-0.38%로 실질 GDP 감소보다 높아서, 수출의 감소가 GDP의 변화에 직접적으로 영향을 미쳤을 것으로 분석된다. 고용은 최대 -0.22%까지 감소할 것으로 예상되며, 수입에 대한 수출 가격을 나타내는 교역조건은 시나리오에 따라 큰 차이 없이 -0.05% 수준이 감소할 것으로 보인다. 수출액은 약 -1.0% 감소하며, 수출가격과 수출량 모두 하락하나, 수출량의 감소가 수출 감소를 주도하는 것으로 보인다.

부정적인 영향이 대체로 완만할 것으로 나타난 이유는 2021년 7월 EU가 발표한 CBAM 적용 분야만을 시뮬레이션 시나리오에 반영하였다는 점, 그리고 앞서 언급한 바와 같이 탄소세 분석을 위한 시뮬레이션 모형 및 추정방식과 관련이 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서 추정한 결과치는 하한선으로 해석되는 것이 바람직하다. 참고로 앞으로 EU가 CBAM 적용 범위를 확대할 것이고, 이 경우 산업 전반에 대한 영향은 더욱더 커지게 될 것이다.

〈표 4-11〉 우리나라 거시 경제적 효과 변화

[단위: %]

Description	Macros	S1	S2	S3	S4
실질 GDP(Real GDP from expenditure side)	x0gdpexp	-0.163	-0.16	-0.186	-0.184
수출의 실질 GDP 변화 기여율(Contribution to GDP)	contGDPexp	-0.326	-0.322	-0.376	-0.372
고용(Aggregate employment)	employ_i	-0.193	-0.189	-0.222	-0.22

Description	Macros	S1	S2	S3	S4
명목 GDP(Nominal GDP from expenditure side)	w0gdpexp	-0.227	-0.228	-0.252	-0.251
명목 GNE(Nominal GNE)	w0gne	-0.046	-0.049	-0.046	-0.048
교역조건(Terms of trade)	p0toft	-0.052	-0.054	-0.054	-0.056
소비자 가격(Consumer price index)	p3tot	-0.045	-0.047	-0.046	-0.046
수출액(Local currency border value of exports)	w4tot	-0.869	-0.859	-0.996	-0.987
수출 가격(Exports price index)	p4tot	-0.052	-0.054	-0.054	-0.056
수출량(Export volume index)	x4tot	-0.817	-0.805	-0.941	-0.932

자료: 저자 작성

2) 수출

EU의 관세 부과는 주로 해당 산업의 수출에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 시나리오별로 상이하나 우리나라 수출 감소 비율은 -0.83%~-0.97%가 될 것으로 추정된다. 특히 우리나라는 부과대상이지만, 다른 ETS 이행 국가는 부과 대상에서 제외되는 ‘시나리오 3’에서의 수출 감소율이 가장 높은 것으로 나타났다.

‘시나리오 4’ 기준 산업별로 살펴보면, 화학제품의 수출 감소가 -4.27%로 가장 크게 나타났으며, 1차 금속제품(-3.93%), 석탄 및 석유제품(-3.20%), 목재 및 종이, 인쇄(-3.00%), 비금속광물제품(-2.83%) 등 EU 제재 대상 산업의 수출 감소가 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 직접적인 관세 부과 대상 부문이 아님에도 수출 감소가 나타났는데, 제조임가공 및 산업용 장비수리(-2.80%), 보건 및 사회복지 서비스(-2.17%), 음식점 및 숙박서비스(-1.95%) 등 서비스업종의 수출 감소가 평균 이상으로 높게 나타났다. 해양수산업 전체 수출 역시 -0.16% 감소하는 것으로 나타났으며, 해운업(-1.61%), 항만업(-1.19%), 수산물 유통업(-0.99%)의 감소율이 높은 것으로 나타났다.

우리나라 수출 영향은 에너지 산업을 중심으로 감소율이 높고, 이와 관련된 서비스업 및 해운업과 항만업의 수출에 부정적인 영향이 발생할 것으로 보인다. 그러나 에너지 관련 산업에서 큰 폭의 수출 수요 감소가 발생함에 따라 국내에서는 중간투입 및 노동 등 생산요소가 타 산업으로 재배치되어 수출이 증가하는 산업도 발생한다. 그러나 이는 경쟁력 향상 또는 기술 발전을 수반하지 않으므로 일시적이며, 다른 외생 변수에 의하여 쉽게 상쇄되는 것이 일반적이다. 특히 노동의 산업 간 이동이 활발하지 않은 경우, 수출 증가는 미미하거나 발생하지 않을 것이다.

주목할 부문은 해양수산부문중 해운업과 항만업의 수출감소율이다. EU의 관세부과는 수출 감소에 있어 직접 영향(에너지 산업)과 간접 영향(비에너지 산업)으로 구분할 수 있는데, 다른 해양수산부문과 달리 해운업과 항만업은 직접 양향을 받는 산업에 해당하여 수출 감소율이 최대 -1.61%(해운업), -1.19%(항만업)에 달하는 것으로 나타났다. 교역 조건의 악화로 수출 가격은 하락하였으나, 대신 수출 물량이 증가한 기타 산업과는 달리, 해운·항만업은 수출 가격과 물량이 모두 하락하는 현상을 나타냄으로써, 수출 감소를 대비한 별도의 대응책 마련이 필요할 것으로 보인다.

〈표 4-12〉 우리나라 수출 변화율(V4BAS+V4MAR)

[단위: %]

구분	S1	S2	S3	S4
농산물	0.00	0.00	0.00	0.00
광산물	-0.79	-0.66	-1.32	-1.19
음식료품	0.29	0.29	0.31	0.31
섬유 및 가죽제품	0.36	0.36	0.37	0.37
목재 및 종이, 인쇄	-2.79	-2.82	-3.00	-3.00
석탄 및 석유제품	-2.94	-2.95	-3.20	-3.20
화학제품	-3.70	-3.68	-4.25	-4.27
비금속광물제품	-1.83	-1.67	-2.95	-2.83
1차 금속제품	-3.50	-3.45	-4.02	-3.93

구분	S1	S2	S3	S4
금속가공제품	0.24	0.24	0.25	0.26
컴퓨터, 전자 및 광학기기	0.08	0.09	0.08	0.08
전기장비	0.04	0.04	0.04	0.04
기계 및 장비	0.19	0.20	0.20	0.21
운송장비	0.16	0.17	0.17	0.17
기타 제조업 제품	0.38	0.38	0.38	0.38
제조임가공 및 산업용 장비 수리	-2.90	-2.85	-2.85	-2.80
전력, 가스 및 증기	0.00	0.00	0.00	0.00
수도, 폐기물처리 및 재활용 서비스	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27
건설	0.00	0.00	0.00	0.00
도소매 및 상품중개서비스	-0.87	-0.86	-1.00	-0.99
운송서비스	-0.87	-0.86	-1.01	-1.00
음식점 및 숙박서비스	-2.09	-2.12	-1.99	-1.95
정보통신 및 방송 서비스	0.26	0.26	0.28	0.28
금융 및 보험 서비스	0.23	0.23	0.26	0.26
부동산서비스	0.00	0.00	0.00	0.00
전문, 과학 및 기술 서비스	0.27	0.27	0.29	0.29
사업지원서비스	0.29	0.29	0.31	0.31
공공행정, 국방 및 사회보장	0.00	0.00	0.00	0.00
교육서비스	0.00	0.00	0.00	0.00
보건 및 사회복지 서비스	-1.63	-1.63	-2.17	-2.17
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	0.00	0.00	0.00	0.00
기타 서비스	0.00	0.00	0.00	0.00
수산물 생산업	0.37	0.37	0.37	0.37
수산물 가공업	0.25	0.25	0.25	0.25
수산물 유통업	-0.83	-0.83	-0.99	-0.99
해운업	-1.41	-1.39	-1.61	-1.61
항만업	-1.05	-0.98	-1.19	-1.19
선박 및 해양플랜트 건조수리업	0.06	0.07	0.07	0.07
해양수산 기자재 제조업	0.29	0.29	0.29	0.29
해양자원 개발 및 건설업	0.00	0.00	0.00	0.00
해양수산 레저관광업	0.48	0.48	0.48	0.48
해양수산 관련 서비스업	0.00	0.00	0.00	0.00
해양수산업 평균	-0.14	-0.13	-0.16	-0.16
전 산업 평균	-0.84	-0.83	-0.97	-0.96

자료: 저자 작성

3) 총 산출

총 산출은 해당 산업의 중간투입, 생산요소(노동, 자본, 토지), 세금 및 기타 비용의 합계로서 각 산업의 산출액을 나타낸다. 수출 수요가 감소하면, 총 산출이 감소하게 되고, 총 산출의 각 구성요소 상대 가격에 따라 투입 요소들도 부정적인 영향을 받게 된다. EU의 탄소세 부과조치는 우리나라 전 산업의 산출을 감소시키며, 해양수산업의 산출도 감소하는 것으로 나타났다. 시나리오 1(-0.152%)과 시나리오 2(-0.148%)보다 우리나라가 부과 대상에 포함되는 시나리오 3(-0.177%) 및 시나리오 4(-0.174%)에서 감소 효과가 클 수 있으며, 해양수산부문 역시 시나리오 3(-0.142%)에서 가장 감소폭이 클 것으로 예상된다.

우리나라 전체 산출 감소는 ‘시나리오 4’를 기준으로 -0.174%이며, 산업 별로는 화학제품(-1.617%), 석탄 및 석유제품(-1.401%), 1차 금속제품(-1.397%), 해운업(-0.741%), 제조임가공 및 산업용 장비 수리(-0.472%) 순으로 산출 감소가 높은 것으로 추정된다. 전체 평균보다 감소율이 높은 해양수산부문은 해운업(-0.741%), 항만업(-0.434%), 수산물 유통업(-0.192%)이 될 것으로 나타났다.

EU의 탄소세 부과 조치는 예상대로 해당 산업의 산출을 직접적으로 감소시키고, 이와 관련된 산업에 간접적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 특히 외국 수요 감소에 직접 영향을 받는 해운과 항만 등 국제무역 관련 서비스업의 부정적 영향이 전체 평균을 상회하는 것으로 나타났다. 그러나 해양수산부문 중 선박 및 해양플랜트 건조수리업(0.064%)과 기자재 제조업(0.041%)은 소폭 산출이 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 철강 등 조선 기자재 산업 원재료의 가격 하락으로 인한 원가 절감 효과가 원인일 것으로 예상된다.

〈표 4-13〉 우리나라 총 산출 변화율(x0com)

[단위: %]

구분	S1	S2	S3	S4
농산품	-0.013	-0.012	-0.013	-0.013
광산품	0.859	0.869	0.886	0.882
음식료품	-0.019	-0.018	-0.018	-0.017
섬유 및 가죽제품	0.193	0.197	0.191	0.192
목재 및 종이, 인쇄	-0.430	-0.430	-0.454	-0.454
석탄 및 석유제품	-1.293	-1.291	-1.409	-1.401
화학제품	-1.426	-1.417	-1.617	-1.617
비금속광물제품	-0.157	-0.134	-0.269	-0.255
1차 금속제품	-1.254	-1.240	-1.425	-1.397
금속가공제품	0.009	0.015	0.000	0.005
컴퓨터, 전자 및 광학기기	0.063	0.070	0.058	0.061
전기장비	0.041	0.050	0.036	0.041
기계 및 장비	0.075	0.082	0.073	0.076
운송장비	0.093	0.100	0.094	0.098
기타 제조업 제품	0.086	0.091	0.083	0.086
제조임가공 및 산업용 장비 수리	-0.445	-0.442	-0.476	-0.472
전력, 가스 및 증기	-0.326	-0.322	-0.369	-0.365
수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	-0.348	-0.343	-0.396	-0.390
건설	-0.004	-0.004	-0.005	-0.005
도소매 및 상품중개서비스	-0.169	-0.165	-0.194	-0.191
운송서비스	-0.264	-0.260	-0.307	-0.304
음식점 및 숙박서비스	-0.119	-0.120	-0.115	-0.110
정보통신 및 방송 서비스	-0.019	-0.018	-0.024	-0.023
금융 및 보험 서비스	-0.053	-0.052	-0.062	-0.060
부동산서비스	-0.021	-0.021	-0.024	-0.024
전문, 과학 및 기술 서비스	-0.111	-0.109	-0.129	-0.128
사업지원서비스	-0.041	-0.039	-0.051	-0.049
공공행정, 국방 및 사회보장	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002
교육서비스	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002
보건 및 사회복지 서비스	-0.002	-0.002	-0.004	-0.004
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	-0.013	-0.013	-0.016	-0.015
기타 서비스	-0.058	-0.057	-0.067	-0.066
수산물 생산업	-0.029	-0.029	-0.028	-0.027
수산물 가공업	0.036	0.036	0.041	0.042
수산물 유통업	-0.168	-0.165	-0.194	-0.192
해운업	-0.648	-0.638	-0.749	-0.741
항만업	-0.380	-0.374	-0.439	-0.434
선박 및 해양플랜트 건조수리업	0.061	0.066	0.061	0.064
해양수산 기자재 제조업	0.047	0.052	0.037	0.041
해양자원 개발 및 건설업	-0.035	-0.033	-0.046	-0.045
해양수산 레저관광업	-0.030	-0.029	-0.036	-0.035
해양수산 관련 서비스업	-0.061	-0.060	-0.070	-0.070
해양수산업 평균	-0.121	-0.117	-0.142	-0.140
전 산업 평균	-0.152	-0.148	-0.177	-0.174

자료: 저자 작성

4) 고용

탄소국경세가 우리나라 고용에 미치는 영향은 전반적으로 부정적이며, 해양수산부문의 고용 역시 감소하는 것으로 나타났다. 4가지 시나리오 중 한국이 부과대상에서 제외되는 시나리오 1(-0.193%)과 시나리오 2(-0.189%)보다 한국이 부과대상에 포함되는 시나리오 3과 4(-0.222%)에서 부정적인 영향이 더 클 것으로 분석되었다. 해양수산부문에 한정하여 본다면, 시나리오 4(-0.231%)보다 ETS 이행국가 중 한국만 부과하는 시나리오 3(-0.235%)에서 고용 감소 영향이 더 클 수 있다. 이는 충격(shock)이 한국에게 집중되기 때문이며, 시나리오 3보다는 시나리오 4가 현실성이 더 높다.

‘시나리오 4’ 기준 우리나라 고용 변화는 전체 평균 -0.222% 감소하는 것으로 나타났으며, 해양수산부문은 -0.231% 감소하는 것으로 나타났다. 산업별로는 석탄 및 석유제품(-2.482%)의 고용 감소가 가장 두드러졌으며, 이어 화학제품(-2.132%), 1차 금속제품(-2.041%), 해운업(-1.470%), 전력, 가스 및 증기(-0.867%) 순으로 감소율이 높을 것으로 나타났다. 에너지 산업 중심으로 고용 감소가 높게 나타났으나, 해운업(-1.470%)과 항만업(-0.633%) 역시 전체 평균 감소율(-0.222%)보다 높아서 해양수산부문 중 가장 높은 고용 감소율을 보일 것으로 전망된다. 다른 해양수산부문 고용의 경우, 수산물 유통업(-0.204%)이 해양수산부문 중 3순위 고용 감소율을 나타냈으며, 다른 부문은 -0.1% 미만으로 추정되었다.

EU의 CBAM에 따라 에너지 산업의 수출 수요가 감소하면서, 이와 함께 국내 고용이 감소할 것으로 예상된다. 특히 철강, 석유화학제품 등 EU의 직접 관세 부과 대상이 되는 부문의 수출 감소에 따라 고용 감소율이 높게 나타나며, 교역 물량 감소에 따라 관련 업종까지 파급효과가 나타나게 된다. 우리나라의 시적 지표에 따르면 수출가격의 감소율보다 수출량 감소율이 높을 것으로 나타났는데, 이는 마진(Margin) 부문에 해당하는 해운업과 항만업의 고용에 상대적으로 큰 영향을 미치게 될 것을 시사한다.

〈표 4-14〉 우리나라 고용 변화(Employ)

[단위: %]

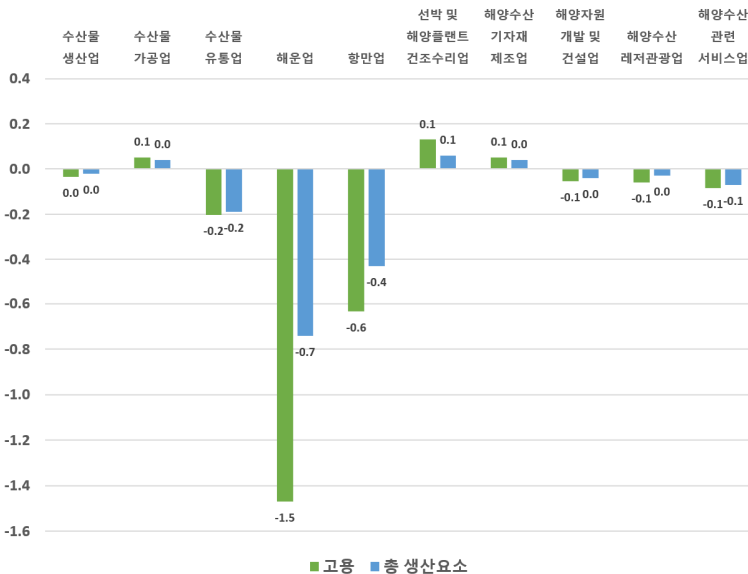
구분	S1	S2	S3	S4
농산품	-0.021	-0.021	-0.022	-0.021
광산품	1.272	1.288	1.312	1.305
음식료품	-0.023	-0.023	-0.022	-0.021
섬유 및 가죽제품	0.234	0.240	0.232	0.232
목재 및 종이, 인쇄	-0.562	-0.563	-0.596	-0.595
석탄 및 석유제품	-2.291	-2.288	-2.494	-2.482
화학제품	-1.881	-1.870	-2.133	-2.132
비금속광물제품	-0.216	-0.185	-0.370	-0.349
1차 금속제품	-1.834	-1.812	-2.081	-2.041
금속가공제품	0.010	0.017	0.000	0.005
컴퓨터, 전자 및 광학기기	0.103	0.114	0.096	0.101
전기장비	0.060	0.071	0.052	0.059
기계 및 장비	0.092	0.100	0.089	0.093
운송장비	0.154	0.165	0.155	0.162
기타 제조업 제품	0.087	0.093	0.084	0.088
제조임가공 및 산업용 장비 수리	-0.456	-0.453	-0.488	-0.482
전력, 가스 및 증기	-0.774	-0.765	-0.877	-0.867
수도, 폐기물처리 및 재활용 서비스	-0.567	-0.561	-0.644	-0.636
건설	-0.004	-0.004	-0.005	-0.005
도소매 및 상품중개서비스	-0.208	-0.203	-0.239	-0.236
운송서비스	-0.414	-0.406	-0.480	-0.475
음식점 및 숙박서비스	-0.142	-0.143	-0.136	-0.131
정보통신 및 방송 서비스	-0.027	-0.025	-0.035	-0.034
금융 및 보험 서비스	-0.058	-0.057	-0.068	-0.066
부동산서비스	-0.044	-0.043	-0.049	-0.048
전문, 과학 및 기술 서비스	-0.124	-0.120	-0.144	-0.142
사업지원서비스	-0.051	-0.049	-0.064	-0.062
공공행정, 국방 및 사회보장	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
교육서비스	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
보건 및 사회복지 서비스	-0.003	-0.003	-0.005	-0.005
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	-0.020	-0.019	-0.024	-0.023
기타 서비스	-0.066	-0.065	-0.076	-0.075
수산물 생산업	-0.039	-0.039	-0.037	-0.035
수산물 가공업	0.045	0.045	0.051	0.052
수산물 유통업	-0.180	-0.177	-0.207	-0.204
해운업	-1.285	-1.266	-1.485	-1.470
항만업	-0.555	-0.547	-0.640	-0.633
선박 및 해양플랜트 건조수리업	0.125	0.134	0.125	0.130
해양수산 기자재 제조업	0.057	0.065	0.047	0.051
해양자원 개발 및 건설업	-0.042	-0.039	-0.054	-0.053
해양수산 레저관광업	-0.053	-0.051	-0.062	-0.060
해양수산 관련 서비스업	-0.074	-0.073	-0.085	-0.084
해양수산업 평균	-0.200	-0.195	-0.235	-0.231
전 산업 평균	-0.193	-0.189	-0.222	-0.222

자료: 저자 작성

KMI-GEM 모형 내에서 고용은 총 생산요소 중 하나의 생산요소이며, 총 생산요소는 고용, 자본, 토지, 기타 생산비용으로 구성된다. 총 수요의 감소에 따라 총 생산요소 수요 역시 감소하게 되며, 각 생산요소의 감소율은 생산요소 탄성치(SIGMA1PRIM)에 의하여 결정된다.

아래 고용과 총 생산요소 수요 변화를 비교한 그림을 살펴보면, 전반적으로 총 생산요소보다 고용 변화의 폭이 더욱 큰 것을 알 수 있다. 다만, 해운업과 항만업의 고용 감소율은 다른 산업의 감소율에 비하여 더욱 크게, 이는 총 생산요소 중 고용을 다른 생산요소로 대체할 가능성이 크다(고용의 상대 가격이 높다)는 것을 의미한다. 즉, EU의 관세 조치로 인한 생산요소 감소의 직접적인 영향도 존재하지만, 생산요소 중 고용의 민감도가 크다는 것은 해운·항만업의 노동 경쟁력 향상이 필요하다는 것을 의미한다.

〈그림 4-5〉 고용과 총 생산요소 수요 변화 비교



자료: 저자 작성

05

결론 및 시사점

제1절 요약 및 시사점

1. 요약

본 연구는 글로벌 환경 변화가 우리나라 해양수산부문에 미칠 파급영향을 추정하기 위한 일반균형분석모형 KMI-GEM의 개선을 목적으로 수행하였다. 이를 위해 분석모형의 행동 가이드라인으로 기능하는 아밍턴 탄성치의 중요성을 제시하고, 선행연구를 통해 분석 방법론을 검토하여, 해양수산 부문별 탄성치를 추정하였다. 또한 개선된 모형을 활용하여 시물레이션 분석을 예시적으로 수행하였다.

가장 먼저 CGE 모형에서 아밍턴 탄성치와 관련한 이론적 배경과 탄성치의 기능을 검토함으로써 연구 목적의 타당성을 확인하였다. CGE 모형이 널리 활용되고 있음에도 대부분 기존의 추정치를 그대로 사용하거나, 국가별로 동일한 결괏값을 사용하고 있음을 확인하고, 이에 실증 분석을 통한 탄성치 도출이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다. 다양한 분석 방법론이 시도되었으며, 일률적인 방법론을 적용하기보다 분석 대상의 특성에 따라

적절한 방법론을 활용하는 것이 필요하다는 점을 인식하게 되었다. 특히, 해양수산부문은 제조업과 서비스업이 통합되어 있는 영역으로 각 산업의 특성에 맞는 모형을 선별적으로 활용해야 하는 것을 확인할 수 있었다.

우리나라 CGE 행동계수 추정을 위해 제2장에서 구체적인 아밍턴 대체 탄성치 추정 방법론을 검토하였으며, 여기에는 수입가격 방식, 무역비용 방식, 연립 방정식 시스템, 마크업 방식, 최대 엔트로피 방식, 시계열모형, 패널모형 등 총 7가지 방법론의 특징과 장단점을 포함하였다. KMI-GEM과의 정합성, 가용 데이터, 산업 특성을 고려하여 해양수산업 대분류별 아밍턴 대체 탄성치를 추정하였으며, 각 부문별 탄성치는 제3장에서 구체적으로 선행연구, 분석방법, 분석결과 순서로 제시하였다. 추정된 탄성치는 GTAP의 아밍턴 탄성치보다 비교적 낮은 경향을 보였으며, 수산물 유통업과 같이 부문에 따라 서비스의 수입이 불가한 부문의 탄성치는 '0'으로 설정하였다.

이어 최근 국제적으로 논란이 되고 있는 탄소국경조정제도에 대하여 살펴보고, 이러한 글로벌 외부 효과가 우리나라 해양수산부문에 미치는 파급효과를 추정하였다. EU의 탄소국경조정제도는 EU로 수입되는 상품의 탄소배출량에 따라 국경세를 부과하는 것이 주요 내용이며, 해양수산부문에 있어 해운 및 항만 분야에 영향을 미칠 가능성이 제기되었다. 특히 EU의 조치가 갖는 국제통상적인 특성으로 인하여 KMI-GEM 모형뿐만 아니라, 다국가 모형인 GTAP-E를 활용하여 연계 분석을 시도하였다.

우리나라 및 기타 국가들의 탄소세 부과 여부에 따라 총 4가지 시나리오를 구성하였으며, 부과세율은 탄소배출량을 관세상당치(ad valorem)로 산출한 UNCTAD(2021)의 자료를 활용하였다. 분석 결과, 전 세계적으로 에너지 상품의 교역은 감소하며, 우리나라 역시 -2.81% 수준으로 수출이 감소할 것으로 추정되었다. 이어 실질 GDP, 총 수출, 고용 부문에도 부정적

인 효과가 나타날 것이며, 해양수산부문에서는 해운업과 항만업에 가장 큰 영향이 나타날 것으로 분석되었다.

2. 시사점 및 활용 방안

본 연구결과의 결과물인 KMI-GEM 모형은 해양수산부문 관련 우리나라 정책 및 세계 주요국들의 관련 정책에 대한 파급효과를 분석하는 데에 사용할 수 있다. 무엇보다 우리나라 해양수산 10개 부문의 개별적인 아밍턴 탄성치를 활용하면, 기존 선행연구에서 수행한 연구결과보다 현실적인 파급효과를 도출하는 데 기여할 것으로 보인다.

우선 우리나라 정책의 파급효과는 해양수산업과 기타 산업 간의 관계로부터 도출할 수 있다. 본 연구에서도 수행한 EU의 탄소국경조정제도는 해양수산뿐만 아니라, 우리나라 전 부문에서 대응책을 마련해야 하는 국가적 과제로 평가된다. 따라서 해양수산부문만의 정책 효과를 분석하는 것은 일부의 관점에서만 전체를 평가하는 모양이 될 수 있다. KMI-GEM 모형은 해양수산부문 10개, 기타 산업 32개로 세분화된 일반균형분석모형으로, 탄소국경조정제도와 같이 우리나라 전 부문에 걸친 파급효과를 분석하는 데에 특화된 분석 도구이다. 이를 활용하면 타 산업 부문을 고려하지 않은 기존 연구 방식에 비해 현실적인 분석 결과와 해양수산부문 정책 대안을 마련할 수 있을 것으로 예상된다.

또한 해양수산부문이 가지는 ‘국제적’ 속성에 관하여 제1장에서 기술하였듯, 해양수산업은 다른 산업에 비해 미국, EU, 중국 등 주요국들의 경제 정책에 영향을 받는 예민한 산업이다. 경우에 따라 우리나라의 경제 정책이 타 산업에 영향을 미치기보다 영향을 받는다는 ‘소국 가정’을 통하여 경제 전망을 하는 것이 합리적일 수도 있다. 그리하여 글로벌 경제 효과의

분석과 해당 파급효과를 가정한 우리나라의 해양수산 경제정책이 수립될 필요가 있다. KMI-GEM 모형은 외국을 포함하지 않고 있으나, 수출입 가격 및 수량, 관세율 변화 등을 통하여 글로벌 효과를 국내에 반영시킬 수 있으며, 이에 따른 국내 경제 전반의 영향을 분석할 수 있는 기능을 갖추고 있다. 1개 외국을 특정하여 외생 변수로 삼을 수는 없으나, 이는 글로벌 경제 효과 분석 모형과의 연계를 통해 간접적으로 영향 계측이 가능하며, 본 연구 4장에서도 이러한 연구 방법론을 활용하여 분석 결과를 도출하였다.

본 연구에서 분석을 시도한 탄소국경조정제도는 다양한 분석 대상 중 하나일 뿐이며, 사실상 우리나라 모든 경제주체들의 행동 변화를 KMI-GEM 모형에서 고려할 수 있다. 산업연관표를 기초 데이터로 활용하고, 이를 수요와 공급 방정식에 반영하는 절차를 거치며, 필요에 따라 탄성치와 각 방정식의 독립 변수를 변경할 수 있는 장점을 가지고 있으므로 모형의 확장성이 넓다고 할 수 있다. 우리나라 해양수산부문을 세부화하고 각 산업의 고유 탄성치를 반영한 동 모형은 향후 국내 및 글로벌 파급효과를 분석하고, 대응책을 마련하는 데 유용한 도구가 될 수 있을 것으로 기대한다.

제2절 KMI-GEM 모형 구축 로드맵

본 연구는 KMI-GEM 모형 구축 연구로 2020년 제안한 구축 로드맵에 따라 연구를 수행하였다. KMI-GEM 모형은 1국가 일반균형분석모형으로서 ORANI-G를 기초로 하고 있으며, 지속적인 모형의 세분화 및 방정식의 고도화가 필요한 모형이다. 따라서 우리나라 산업연관표로부터 보다 적합한 기준으로 SAM을 구축하고자 하였으며, 해양수산부문의 세부 탄성치를 도출하였다. 또한 글로벌 영향이 국내에 미치는 파급 경로를 상정하기 위

하여 글로벌 모형인 GTAP와 연계를 시도하였으며, 결과적으로 탄소세 부과에 따른 해양수산부문의 영향 평가가 가능하다는 것을 확인하였다.

KMI-GEM의 총 42개 산업 중 해양수산부문 10개 산업에 대한 실증분석을 수행하였지만, 나머지 32개 산업에 대해서는 기존 GTAP 탄성치를 활용했다. 그리고 다국가 모형과의 연계가 하나의 모형에서 이루어진 것이 아니고, 분석의 결과 값을 다시 외생변수화하는 간접적인 방식으로 분석을 했으므로 향후 연구에서는 방법론을 개선시킬 필요가 있다.

〈표 5-1〉 KMI-GEM 구축 로드맵(안)

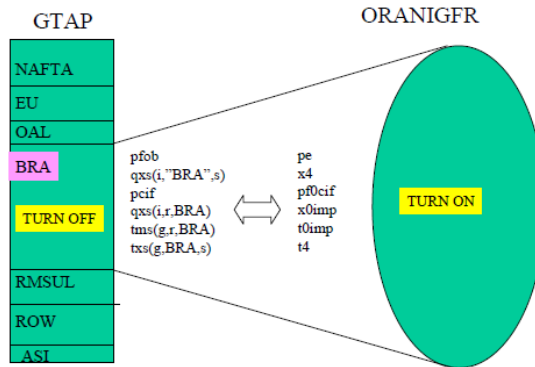
구분	2020년	2021년	2022년	2023년 이후
1국가모형	• ORANI-G 시범 모형 설계, 구축	• 모형 고도화 • 산업별 탄성치	• 다국가 모형 연계 • 글로벌 정책효과 시뮬레이션	• 해양수산부문 산업의 세분화 • 동태(Dynamic) 모형 개발 구축
다국가 모형	-	• 다국가 모형 종류 • 연계 가능성 검토		• 한국은행 2020년 산업연관표 반영
의 의	• 해양수산부문 중심의 국내 최초 1국 CGE 시범 모형 구축	• 우리나라 해양·수산 특성을 반영한 CGE 모형 SAM 구축	• 포괄적 글로벌 경제 효과 반영을 위한 1국-다국가 모형 제시	• 산업별 데이터 베이스 및 매개변수 업데이트

자료: 저자 작성

앞서 언급한 연구의 한계점을 개선하기 위해 KMI-GEM 로드맵의 3단계에 해당하는 3차년도에는 1국-다국 연계 모형의 실용화를 추진할 계획이다. 2022년은 서론에서 언급한 다양한 국제통상 현안들이 해양수산부문에 영향을 미칠 것이므로, 이에 대한 신속한 영향 평가 및 정책적 대응 방안이 요구될 것이다. 이때 글로벌 경제 효과를 외생변수화할 수 있는 유용한 도구인 글로벌 CGE 모형과 KMI-GEM 간 연계를 강화시켜야 할 것이다. 본 연구에서 수행한 간접적인 연계와 함께 단일한 모형 내에서 시뮬레이션이

이루어진다면 보다 직관적으로 결과를 해석할 수 있을 것으로 예상된다. 이와 관련해서는 Horridge(2014)의 연구를 참고하여 다국가-1국 일반균형 연계 모형 구축을 시도하고자 한다.

〈그림 5-1〉 다국가-1국가 모형의 연계 개요



자료: Horridge(2014), p. 15.

이와 함께 중장기적으로 KMI-GEM 부문의 세분화가 필요하다. 현재 총 42개 중 10개의 해양수산부문을 가지고 있으나, 미국(500개)이나 호주(140개) 등 1국 일반균형모형을 활용하고 있는 주요국에 비하면 충분히 세분화되어 있지 않는 상황이다. 해양, 수산, 해운, 항만 각 부문에서 글로벌 경제 효과에 따라 반응하고, 정책 방향을 수립할 수 있는 수준이 되기 위해서는 우리나라 산업 구조에 맞도록 해양수산부문이 구체적으로 묘사되어야 한다. 반면, 농업이나 제조업, 서비스업 등 주요 분석 대상이 아닌 부문은 통합(Aggregation)을 하여 보다 정확한 분석 결과를 도출할 수 있도록 해야 한다. 불필요한 부문이 과도하게 많으면 모형 분석 결과의 정확성이 떨어지고, 데이터 정확성 검증에 시간이 소요되며, 무엇보다 잘못된 오류로 인하여 모형의 운용에 많은 어려움이 뒤따르기 때문이다. 총 42개의 우리나라

라 산업 구분을 수요에 맞도록 세분화 및 통합할 필요가 있을 것이다.

또한 1국 모형이 가지는 장점을 활용한 지역별(Regional) 모형 구축을 추진할 필요가 있다. 해양수산 각 부문은 지역에 따라 생산 품목과 고용인원이 다르기 때문에 동일한 외부 효과에도 상이한 영향이 나타날 수 있다. 특히 수산업, 조선업, 항만업 등과 같이 해당 지역의 경제에 상당한 비중을 차지하는 산업의 경우, 우리나라 거시경제 충격에 비하여 해당 지역에 미치는 영향은 상대적으로 더욱 클 수밖에 없다. 이에 지역별 1국 모형 개발을 추진하여 우리나라 전체 산업뿐만 아니라 해당 지역을 대상으로 하는 지역별 정책 개발 역시 중요할 것이다. 미국의 일반균형분석모형 USAGE는 동적 CGE 1국 모형으로 50개 주를 구분할 수 있으며, 외생 변수에 따른 지역별 차등화된 효과를 제시할 수 있는 것으로 알려져 있다.

동태균형분석 모형의 개발, 최신 산업연관표의 반영 등 중장기적으로 추진되어야 할 사항이 다양하며, 1국 일반균형모형으로서 KMI-GEM은 개선 여지가 많이 남아 있는 상황이다. 해양수산부문이 우리나라 주요 산업으로 성장하고, 제조업, 농업과 차별화된 정책 대응 방안을 마련하기 위해서는 해양수산부문 고유의 특성을 반영할 수 있는 모형을 개발하는 노력이 지속적으로 이뤄져야 할 것이다.

참고문헌

국내 문헌

- 강동관·문석웅·이해춘(2012), “CGE 모형을 이용한 외국인력 도입의 경제적 효과”, 이
민정책연구원, 위킹페이퍼 시리즈, No. 2012 - 05.
- 김태형·정인교(1996), “한국의 소규모 자유무역지대 설립의 경제적 妥當性에 관한 연
구”, 대외경제정책연구원 연구보고서, 96-15.
- 김봉태·박혜진·배기환·권오민·강한애·기해경(2017), “FTA체결 이후 수입수산물의 유
통 · 소비 현황과 과제”, 한국해양수산개발원 연구개발적립금사업보고서, 2
017-07.
- 남상호(2016), “복지지출 정책효과 분석을 위한 CGE 모형의 개발 현황과 과제”, 한국
재정학회 추계학술대회 발표자료.
- 박형진(2001), “한국 산업·무역 CGE 모형: 모형구축을 위한 예비적 고찰”, 산업연구원
보고서.
- 산업연구원(2021), “EU 탄소국경조정제도 입법안의 주요 내용과 시사점”, I-Kiet 산
업경제이슈, 제119호 2021-18. 산업연구원
- 손양훈·신동천(1997), “환율변동이 에너지 산업에 미치는 영향”, 경제학연구, 제45집
제1호, 한국경제학회, pp. 123~139.
- 유필화, 박유식(2002), 가격탄력성을 이용한 세분시장의 가격차별화 전략: 해운서비
스를 중심으로, 마케팅연구, 17(2), pp.87-112
- 이명현·성명재(2002), “조세정책 효과분석을 위한 모형개발: 외부불경제 유발 재화의
소비세율 인상 효과분석”, 조세연구원.

-
- 이민규 · 고병욱 · 최건우(2013), “해운 · 항만 정책의 연산일반균형 모형 연구”, 기본 연구 2013-05, 한국해양수산개발원.
- 이춘수·양승룡(2013), “수정된 글로벌 시뮬레이션 모형(modified Global Simulation model)을 이용한 한미 FTA가 한국 쇠고기 시장에 미친 영향 분석”, 2012 한국 농업경제학회 동계학술대회.
- 문석웅(1999), 산업별 국내재/수입재간 대체탄력성에 관한 연구: CGE 모형에 의한 업데이트 시뮬레이션 기법의 응용, 경제학연구 47권 4호, 한국경제학회, p. 47-81.
- 민경택. (2015). 목제품 시장에서 국산품과 수입품의 아밍턴 대체 탄성치 추정. 한국임학회지, Vol, 104(2), 254-260.
- 박승록(2020). STATA를 이용한 응용계량경제학, 박영사.
- 정인교(2002), “한·일 FTA의 경제적 효과와 정책시사점,”대외경제정책연구원, 연구 보고서 01-04.
- 정인교·이경희(2001), “한·칠레 자유무역협정의 추진배경, 경제적 효과 및 정책적 시사점”, 대외경제정책연구원 연구보고서 00-07.
- 정철·박순찬·박인원·김민성·곽소영·정민철(2017), “원산지 누적 조항의 무역비용 추정과 경제적 효과”, 대외경제정책연구원, 연구보고서 17-12.
- 조경엽·송원근(2009), “FTA의 경제적 효과 분석을 위한 KERI-CGE 모형 개발 연구 -한 EU FTA 분석을 중심으로-”, 한국경제연구원, 연구보고서 09-01.
- 조경엽(2005), “조세정책 평가 모형 개발을 위한 연구”, 국회예산정책처.
- 최건우 · 김찬호 · 김용규(2016), “컨테이너 하역요율 하락은 소비자잉여를 증가시켰는가?”, 한국항만경제학회지, 제32집 제3호, 2016, pp. 109-122.
- 통계청, 통계정책국 통계기준과. 『해양수산업특수분류 개정 결과보고』, 2018.
- 한국조세연구원(2003), “관세율 체계 개선을 위한 연구: 국제비교 및 일반균형모형의 응용”, 2003. 한국조세연구원.
- 한국은행(2021), 조사통계월보 제75권 제7호, 2021.
- 해양수산부(2020), 『해양수산업통계조사 통계정보보고서』, 해양수산부.
- KOTRA(2021), “EU 탄소국경조정제도(CBAM) 주요 내용 및 영향”, Global Market Report 21-027.

국외 문헌

- Ahmad and Riker(2019), A Method for Estimating the Elasticity of Substitution and Import Sensitivity by Industry, U.S. International Trade Commission.
- Ahmad, Saad, Ahmad, Christopher Montgomery, and Samantha Schreiber(2020), "A Comparison of Armington Elasticity Estimates in the Trade Literature", USITC Working Paper 2020-04-A.
- Alaouze, C.M., (1977). Estimates of the elasticity of substitution between imported and domestically produced goods classified at the input-output level of aggregation.
- Centre of Policy Studies/IMPACT Project Working Paper o-13/1977, Victoria University. Centre of Policy Studies/IMPACT Centre, Melbourne.
- Anderson, James E., and Eric van Wincoop, "Trade Costs," *Journal of Economic Literature* 42 (2004), 691-751.
- Annabi, Nabil, John Cockburn & Bernard Decaluwé(2006), "Functional Forms and Parametrization of CGE Models", MPIA Working Paper 2006-04.
- Armington, Paul(1969), "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production", *IMF Staff Papers* 16, 159-176.
- Arrow, Kenneth J., and Gérard Debreu(1954), "Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy", *Econometrica* 22 (3): 265 - 290.
- Bajžík, Josef, Tomas Havranek, Zuzana Irsova, & Jiri Schwarz(2020), "Estimating the Armington elasticity: The importance of study design and publication bias", *Journal of International Economics* 127.
- Balistreri, Edward J., and Thomas F. Rutherford, "Computing General Equilibrium Theories of Monopolistic Competition and Heterogeneous Firms," in Peter B. Dixon, and Dale W. Jorgenson, eds., *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*, vol 1B (Amsterdam: Elsevier, 2013).
- Ballard, Charles L. and Johnson, Marianne(2016), *Temporary Equilibrium: A History of Applied General-Equilibrium Analysis* (June 14, 2016). *History of Political Economy* 48 (Suppl 2). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=280>

5040 or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2805040>.

- Ballard, Charles L., John B. Shoven, and John Whalley(1985), "General Equilibrium Computations of the Marginal Welfare Costs of Taxes in the United States," *American Economic Review* 75 (1): 128-138.
- Bilgic, A., King, S., Lusby, A., & Schreiner, D. F. (2002). Estimates of US regional commodity trade elasticities of substitution. *Journal of Regional Analysis & Policy*, 32(2), 79-98.
- Broda, C., J. Greenfield and D. Weinstein(2006), "From Groundnuts to Globalization: A Structural Estimate of Trade and Growth", (University of Chicago and Columbia University).
- Broda Christian , Weinstein David E.(2006), Globalization and the gains from variety, *Quarterly Journal of Economics*, 121(2), pp. 541-586
- Burniaux, J. and Truong, T. 2002. "GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model." GTAP Technical Papers 923. Purdue University.
- Caliendo, L., & Parro, F. (2015). Estimates of the Trade and Welfare Effects of NAFTA. *The Review of Economic Studies*, 82(1), 1-44.
- Cheng, F., (2001), "An armington model of the U.S. demand for scallops". *Electronic Theses and Dissertations*. 539. <http://digitalcommons.library.umaine.edu/etd/539>
- David Hummels, Volodymyr Lugovskyy, Alexandre Skiba, The trade reducing effects of market power in international shipping, *Journal of Development Economics*, pp. 84-97.
- Dekle, Robert, Jonathan Eaton, and Samuel Kortum, "Global Rebalancing with Gravity: Measuring the Burden of Adjustment," *IMF Staff Papers* 55 (2008), 511-540.
- Delahaye, E. and Milot, C.(2020), "Measuring the UK Economy's Armington Elasticities", Working Paper Presented at the 23rd GTAP Conference, May 17 2020.
- Dixit, A. and J. Stiglitz, J.(1977), "Monopolistic Competition and Optimum Product Variety", *The American Economic Review* 67, 297-308.
- Dixon Peter B., Parmenter, Brian R., Sutton, John M. and Vincent, David P. (1982),

- Orani: A Multisectoral Model of the Australian Economy. Contributions to Economic Analysis (142). Amsterdam: North-Holland. ISBN 0-444-86294-3.
- Dixon Peter B., Parmenter, Brian R.; Ryland, G. J.; Sutton, John M.(1977), Orani, A Multisectoral Model of the Australian Economy: Current Specifications and Illustrations of Use for Policy Analysis. First Progress Report of the IMPA CT Project, Vol. 2. Canberra: Australian Government Publishing Service.
- Dixon, Peter B(2006), "Evidence-based Trade Policy Decision Making in Australia and the Development of Computable General Equilibrium Modelling", Center of Policy Studies Working Paper, Monash University.
- Dixon, Peter B., and B.R. Parmenter(1996), "Computable General Equilibrium Modeling for Policy Analysis and Forecasting", in Hans M. Amman, David A. Kendrick and John Rust (eds.), Handbook of Computational Economics, Volume 1. Amsterdam: North Holland: 3 – 85.
- Dixon, Peter B., and Dale W. Jorgenson (eds.)(2012), Handbook of Computable General Equilibrium Modeling. Amsterdam: North-Holland.
- Dixon, Peter B., and Maureen T. Rimmer(2010), "Johansen's Contribution to CGE Modeling: Originator and Guiding Light for 50 Years", Working Paper, Center of Policy Studies, Monash University, General Paper No. G-203.
- Dixon, Peter B., B.R. Parmenter, John Sutton, and D.P. Vincent(1982), ORANI: A Multisectoral Model of the Australian Economy. Amsterdam: North-Holland.
- Engle, R.F. and C.W.J. Granger, 1987, Cointegration and error correction representation, estimation, and testing, *Econometrica*, 55, 251–276.
- Engler, P., Tervala, J., (2018). Welfare effects of TTIP in a DSGE model. *Econ. Model.* 70, 230–238.
- Erkel-Rousse, H., & Mirza, D. (2002). Import price elasticities: reconsidering the evidence. *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne d'économie*, 35(2), 282–306.
- Ezekial Limmer(1955), "The Elasticity of Demand for Railroad Transportation of Florida Produce, *Journal of Farm Economics*", Vol. 37, No. 3 (Aug., 1955), pp.

452-460.

- European Commission(2021), "Carbon Border Adjustment Mechanism: Questions and Answers", European Commission Questions and answers. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661 (접속일: 2021. 9. 1.)
- Feenstra, R.(1994), "New Product Varieties and the Measurement of International Prices", *American Economic Review* 84(1), 157-177.
- Feenstra, R., Luck, P., Obstfeld, M. and Russ, K.(2018), In Search of the Armington Elasticity, *The Review of Economics and Statistics* 100: 135150.
- Fossati, Amedeo, and Wolfgang Wiegard(2002), "Introduction", In Amedeo Fossati and Wolfgang Wiegard (eds.), *Policy Evaluation with Computable General Equilibrium Models*. New York: Routledge: xvii – xxiii.
- Gallaway, M. P., McDaniel, C. A., & Rivera, S. A. (2003). Short-run and long-run industry-level estimates of U . S . Armington elasticities. 14, 49-68.
- Gibson, K. (2003). Armington elasticities for South Africa: Long-and short-run industry level estimates. TIPS Working Paper 12.
- Harberger, Arnold C.(1962), "The Incidence of the Corporate Income Tax," *Journal of Political Economy* 70 (3): 215 – 240.
- Head, K., Ries, J., & Head, J. R. (n.d.). 2001), Increasing Returns Versus National Product Differentiation as an Explanation for the Pattern of US-Canada Trade. *American Economic Review*.
- Hertel, Thomas W.(ed.)(1997), *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*. Cambridge, UK, New York, and Melbourne: Cambridge University Press.
- Hertel, T., Hummels, D., Ivanic, M. and Keeney, R. (2007). How Content can we be of CGE-based Assessments of Free Trade Agreements?, *Economic Modelling* 24: 611635.
- Hillberry, Russell and David Hummels. (2013). "Trade Elasticity Parameters for a Computable General Equilibrium Model." In Peter B. Dixon and Dale W. Jorgenson, eds., *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*, vol 1B. Amsterdam: Elsevier.

- Houthakker, H. and S. Magee(1969), "Income and Price Elasticities in World Trade", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 51, No. 2 111-125.
- Horridge M.(2014), Linking GTAP to National Models: Some Highlight and a Practical Approach. GTAP Resources: GTAP Resource Center.
- ISIC(2021), International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC), Rev.4, p43
- Johansen, L.,(1960), "A Multi-Sectoral Study of Economic Growth." Amsterdam: North-Holland.
- Kapuscinski, Cezary A. & Warr, Peter G.,(1999), "Estimation of Armington elasticities: an application to the Philippines," *Economic Modelling*, Elsevier, vol. 16 (2), pages 257-278, April.
- Karen Ann Olson(1974), "Estimating the Elasticity of Demand for Rail Transportation of South Dakota Wheat", *South Dakota State University*, pp. 1-83.
- Krugman, Paul R.(1979), "Increasing Returns, Monopolistic Competition, and International Trade", *Journal of International Economics* 9(4), 469-479.
- Krugman, Paul R.(1980), "Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade", *American Economic Review* 70, 950-959.
- Krugman, Paul R.(1981), "Intraindustry Specialization and the Gains from Trade", *Journal of Political Economy* 89, 959-973.
- Krzyzaniak, Marian, and Richard A. Musgrave(1968), "Incidence of the Corporation Income Tax in U.S. Manufacturing: Comment," *American Economic Review* 58 (5): 1358 - 1360.
- Leamer, E. E. (1981). Is it a demand curve, or is it a supply curve? Partial identification through inequality constraints. *The Review of Economics and Statistics*, 319-327.
- Leontief, Wassily W.(1936), "Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States," *Review of Economics and Statistics* 18 (3): 105 - 125.
- Lim B, Yoo J, Hong K, Cheong I. Impacts of Reverse Global Value Chain (GVC) Factors on Global Trade and Energy Market. *Energies*. 2021; 14(12):3417. <https://doi.org/10.3390/en14123417>

oi.org/10.3390/en14123417

- Liu, K., Yamazaki, M. and Koike, A. (2020), "Estimation of Armington elasticities for trade-policy analysis", *Journal of Chinese Economic and Foreign Trade Studies*, Vol. 13 No. 1, pp. 21-35. <https://doi.org/10.1108/JCEFTS-12-2019-0066>
- McDaniel, Christine A. and Balistreri, Edward J., A Discussion on Armington Trade Substitution Elasticities (January 2002). USITC Office of Economics Working Paper No. 2002-01-A, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=296510> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.296510>.
- Mittelhammer, R., G. Judge and D. Miller (2000), *Econometric Foundations*, Cambridge University Press, 756 pages plus CDROM.
- Melitz, M.(2003), "The Impact of Trade on Intra-industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity", *Econometrica* 71, 1695-1725.
- Ogundej, A. A., Jooste, A., & Uchezuba, D. (2010). Econometric estimation of Armington elasticities for selected agricultural products in South Africa: pricing models. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 13 (2), 123-234.
- Olekseyuk, Z.(2015), "The EU-Ukraine Deep and Comprehensive Free Trade Agreement and the Importance of FDI", *EcoMod* 2015 8391, *EcoMod*.
- Posner, M.V.(1961), "International Trade and Technical Change", *Oxford Economic Papers*, 13, pp: 323-41.
- Reinert, K. A., & Roland-Holst, D. W. (1992). Armington elasticities for United States manufacturing sectors. *Journal of Policy Modeling*, 14(5), 631-639.
- Sauquet, A., Lecocq, F., Delacote, P., Cauria, S., Barkaoui, A., & Garcia, S. (2011). Estimating Armington elasticities for sawnwood and application to the French Forest Sector Model. *Resource and Energy Economics*, 33(4), 771-781.
- Scarf, H.,(1967) "On the Computation of Equilibrium Prices" In Fellner, W. J. ed. *Ten Economic Studies in the Tradition from Irving Fischer*, New York, Wiley Press.
- Scarf, H.,(1973), "The Computation of Economic Equilibria", New Haven and London

- n, Yale University Press.
- Schürenberg-Frosch, H. (2015). We could not care less about armington elasticities— but should we? a meta-sensitivity analysis of the influence of armington elasticity misspecification on simulation results. A Meta-Sensitivity Analysis of the Influence of Armington Elasticity Misspecification on Simulation Results (November 25, 2015). Ruhr Economic Paper, 594.
- Shoven, J. B. and Whalley J.,(1972), "A General Equilibrium Calculation of the Effects of Differential Taxation of Income from Capital In the U. S", *Journal of Public Economics* 1, 281–321.
- Soderbery, A. (2018). Trade elasticities, heterogeneity, and optimal tariffs. *Journal of International Economics*, 114, 44–62.
- Stern, Robert M., Jonathan Francis, and Bruce Schumacher, *Price Elasticities in International Trade: An Annotated Bibliography* (London: Macmillan, 1976).
- Tourinho, O. A. F., Kume, H., & Pedroso, A. C. de S. (2003). Elasticidades de Armington para o Brasil-1986-2002: novas estimativas.
- Truong P. Truong & Claudia Kemfert & Jean-Marc Burniaux, (2007). "GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model with Emission Trading," Discussion Papers of DIW Berlin 668, DIW Berlin, German Institute for Economic Research.
- USITC(2004), "Revised Armington Elasticities of Substitution for the USITC Model and the Concordance for Constructing a Consistent Set for the GTAP Model", Office of Economic Research Note, No. 2004-01-A.
- UNCTAD(2021), "A European Union Carbon Border Adjustment Mechanism: Implications for developing countries", UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT.
- Verdoorn, P.J.(1960), "The Intra-Block Trade of Benelux", In: E.A.G. Rabinson(ed.), *Economic Consequences of the Size of Nations*. Macmillan London.
- Walras, Léon. 1899(1954), *Éléments d'économie politique pure*. Translated into English as *Elements of Pure Economics*, translated by William Jaffé. London: Allen and Unwin.

-
- Welsch, Heinz, 2008. "Armington elasticities for energy policy modeling: Evidence from four European countries," *Energy Economics*, Elsevier, vol. 30(5), pages 2252-2264, September.
- Wunderlich, A.C. & A. Kohler(2018), "Using empirical Armington and demand elasticities in computable equilibrium models: An illustration with the CAPRI model", *Economic Modelling* Volume 75, November 2018, Pages 70-80. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.06.006>
- Zeraatkish S.Y., Rashidi F., Rashidi D. (2018), Estimate of Armington substitution elasticity for fishery products in Iran, *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 17(3) 603-612 2018 DOI: 10.22092/ijfs.2018.116681

인터넷 자료

- 통계청(2015), 경제총조사.
- 한국은행(2019), 기업체경영분석.
- 나이스평가정보(2019), 기업 재무제표.
- e-나라지표. https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1265 (검색일: 2021. 9. 29.)
- GTAP(2021), GTAP Data Bases: Two Concordances. <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/contribute/concordinfo.asp> (검색일: 2021. 10. 10)
- UNFCCC(2021), Intended Nationally Determined Contributions (INDCs) <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/indcs#eq-2> (검색일: 2021. 9. 20.)
- World Bank(2021), Carbon Pricing Dashboard. <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/> (검색일: 2021. 8. 30.)

일반사업 2021-11-5

해양수산부문 정책효과 분석을 위한 KMI-GEM 구축(2)

인쇄 2021년 12월 29일

발행 2021년 12월 31일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주 소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 애드원플러스 (070-4390-3850)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

비 매 품

