

관세무역연구

제3권 제1호 (통권 제9호, 2026년 3월)

연구논문

서지민 AI 기반 통관심사 시스템의 법적 정합성과 책임구조

김대원 2026년 미국의 관세정책과 상호주의 통상정책의 변화

하영규·이창준 AI 활용이 물류성과와 공급망 지속성에 미치는 영향

홍수민 저탄소 기술 제품 무역이 메탄 배출 감축에 미치는 국가 소득그룹 별
이질적 효과 분석

조일림 미국 시장에서 한국·중국·일본의 이차전지 가치사슬 제품의 국제경쟁력 분석

박민규 독립적 청구보증의 계약 중심 지급판단 구조와 명백성 기준의 재정립



관세무역연구

Korea Customs Review

제3권 제1호·통권 제9호(2026년 3월)

Vol. 3 No.1 March 2026

한국관세무역개발원

Korea Customs and Trade Development Institute

■ 연구논문

서지민 AI 기반 통관심사 시스템의 법적 정합성과 책임구조	1
김대원 2026년 미국의 관세정책과 상호주의 통상정책의 변화	31
하영규·이창준 AI 활용이 물류성과와 공급망 지속성에 미치는 영향	53
홍수민 저탄소 기술 제품 무역이 메탄 배출 감축에 미치는 국가 소득그룹 별 이질적 효과 분석	69
조일림 미국 시장에서 한국·중국·일본의 이차전지 가치사슬 제품의 국제경쟁력 분석	99
박민규 독립적 청구보증의 계약 중심 지급판단 구조와 명백성 기준의 재정립	119

■ 부록

「관세무역연구」 투고 안내

Contents

■ ARTICLES

| Ji-Min Sur |

A Legal Study on AI-Based Customs Risk Screening and the Allocation of Responsibility · 1

| Dae-Won Kim |

2026 U.S. Tariff Policy and Changes in Reciprocal Trade Policy 31

| Young-Kyou HA · Chang-Joon Lee |

The Impact of AI Utilization on Logistics Performance and Supply Chain Sustainability · 53

| Soo-Min Hong |

Heterogeneous Effects of Low-Carbon Technology Product Trade on Methane Emission
Reductions Across National Income Groups 69

| Yi-Lin Zhao |

A Comparative Analysis of International Competitiveness along the Battery Value Chain:
Korea, China, and Japan in the U.S. Market 99

| MIN GYU PARK |

Reconceptualizing the Contract-Centered Structure of Payment Determination and the
Manifest and Clear-Fraud Standard in Independent Guarantees 119

■ APPENDIX

Submission Guidelines

AI 기반 통관심사 시스템의 법적 정합성과 책임구조

서지민*

목 차

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| I. 서 론 | IV. 우리법상의 시사점 및 개선방안 |
| II. AI기반통관심사시스템의 국내법상 쟁점 | V. 결 론 |
| III. 주요국과의 비교법적 검토 | 참고문헌 |

최근 해외직구·특송·국제우편 물동량의 구조적 증가와 불법·위해물품 반입 양상의 고도화에 대응하여, 통관행정은 인공지능(AI) 및 데이터 기반 위험관리를 통관심사 과정에 적극 도입하고 있다. 그러나 AI가 신고서·적하목록 등 대량 정보를 자동 분석하여 위험등급을 산정하고, 그 결과가 검사 강화·통관보류·추가서류 요구 등 불리한 조치로 연동되는 경우에는 기술적 효율성과 별개로 법적 정합성 문제가 전면화된다. 즉, 내부 위험평가 단계와 대외적 불이익 조치 단계(통관보류 등)의 구분, 자동화의 허용 한계와 절차적 통제, 비공개가 요청되는 위험관리 특성과 이유제시·의견제출 등 방어권 보장의 조화, 오류·편향 발생 시 책임귀속과 권리구제 및 입증구조가 핵심 쟁점으로 부상한다.

본 연구는 AI 기반 통관심사 시스템을 내부 위험평가 단계와 대외적 처분 단계로 구별하고 관련 쟁점을 (1) 위험선별의 법적 성격과 처분성, (2) 자동화의 허용 한계와 절차적 통제, (3) 책임귀속·권리구제 및 입증구조, (4) 비공개 필요성과 이유제시 의무의 조화로 체계화하여 고찰한다. 이어 EU의 EUCDM·ICS2(및 UCC 체계)와 방어권의 절차 통제 구조, 일본의 NACCS·AFR과 코드 기반 위험통지(DNL·HLD·DNU 등)를 매개로 한 정정·재평가 운영 구조를 비교·분석하여 우리 제도에 필요한 규범적 설계요소를 도출한다. 결론적으로 본 연구는 ① AI 위험평가 자체를 곧바로 처분으로 의제하기보다 최종 불이익 조치의 판단 주체는 행정청임을 분명히 하고 자동적 불이익 결정의 범위를 한정할 것, ② 위험기준의 보안을 전제하면서도 ‘범주화된 사유 제시 및 정정·재평가 절차’라는 보안조정형 이유제시를 통관보류 절차 등에 권리로써 내장할 것, ③ 오류·편향 발생 시 책임귀속과 사후심사를 가능하게 하는 기록·증거 구조를 정비할 것을 핵심 개선방향으로 제안한다.

■ 주제어 인공지능(AI), 위험관리(선별), 통관보류, 이유제시, 정정·재평가, 책임구조, EUCDM·ICS2, NACCS·AFR

* 부산대학교 무역학과 교수, E-Mail: jmsur2020@pusan.ac.kr

I. 서론

전자상거래 기반 해외직구가 통상적 소비행태로 자리 잡으면서, 세관이 처리하는 소액·다빈도 수입물품의 규모는 단기간에 급격히 확대되었다. 관세청은 2024년 한 해 해외직구를 통한 수입이 총 1억 8천만 건에 이르렀고, 이는 2022년 대비 88% 급증한 수준이라고 공식적으로 밝히고 있다.¹⁾ 세계관세기구(WCO) 역시 한국의 전자상거래 물품 반입이 2021년 6,300만 건에서 2024년 1억 8,000만 건으로 급증하였다고 소개하면서, 우편·특송 채널을 중심으로 거래 건수 자체가 크게 증가하였음을 지적한다.²⁾ 이와 같이 수입물품의 처리 건수가 폭증하는 상황에서는, 인력 중심의 전통적 선별·검사 방식만으로 신속 통관과 위해 물품 차단을 동시에 달성하기 어렵고, 데이터 분석 기반의 위험관리 강화가 사실상 불가피한 정책 선택지로 등장한다.

그러나 AI가 고위험으로 분류한 화물이라는 사실만으로 그에 따른 행정 조치의 법적 정당성이 바로 확보되는 것은 아니다. 위험선별 결과가 검사 강화, 추가서류 요구, 통관보류, 사후검증 등 국민의 권익에 불리한 결과로 연결되는 순간, 해당 행정작용은 법률유보, 적법 절차, 이유제시, 재량통제, 권리구제, 국가배상 등 행정법의 기본원칙에 따른 심사를 피할 수 없다. 통관 영역은 국민보건과 안전, 국가안보, 국제제재 이행 등 행정목적의 중대성과 신속처리의 필요성, 그리고 위험기준의 공개가 초래할 수 있는 회피 가능성 때문에 비공개 필요성이 구조적으로 강한 분야이기도 하다. 그럼에도 불이익 조치의 상대방이 어떠한 사유로 해당 조치가 취해졌는지, 어떻게 이를 다룰 수 있는지를 알 수 없는 수준으로 이유제시가 약화된다면, AI 도입은 효율성의 이름으로 절차적 권리를 잠식하는 결과에 그칠 수 있다.

그러나 처분청(관할 세관장)³⁾이 AI가 그렇게 판단하였다는 이유로 책임을 회피하는 것도, 반대로 당사자가 알고리즘이 개입하였다는 이유만으로 처분을 곧바로 위법하다고 단정하는

1) 관세청, 2025. 5. 27, 해외직구 불법물품 인공지능(AI)으로 차단한다, [보도자료]. <https://libguides.khu.ac.kr/seoul/citationNreferencing/apastyle/RefBooks>. (최종접속 2026. 2. 6.)

2) WCO News 108, 2025. 10. 26. Lim, Ju-yeon, 「The Korea Customs Service's digital innovation and e-commerce」, <https://mag.wcoomd.org/magazine/wco-news-108-issue-3-2025/korea-customs-services-e-commerce/>. (최종접속 2026. 2. 6.)

3) 본고에서 '관세당국'은 관세청 및 그 소속기관(세관)을 통칭한다. 통관보류 등 개별 통관사건에서 당사자에게 불이익을 발생시키는 조치의 처분청(대외적 조치의 명의자)은 특별한 사정이 없는 한 관할 세관장이다. '행정청'이라는 용어는 법령 문언 인용을 제외하고는 가급적 '처분청(관할 세관장)'으로 특정하여 사용한다.

것도 모두 타당하지 않다. 문제의 핵심은 다음 세 가지로 집약된다. 첫째, AI 위험선별 산출물이 통관절차에서 차지하는 법적 지위를 어떻게 설정할 것인가의 문제이다. 구체적으로는 내부 위험평가 단계와 대외적 불이익 조치 단계(통관보류 등)의 경계를 확정하여, 법률유보, 처분성, 재량통제의 관점에서 이를 어떻게 규율할 것인가가 핵심이다. 둘째, 위험기준과 탐지규칙의 전면 공개가 곤란한 통관행정의 특성을 전제하면서도, 불리한 조치에 대한 최소한의 이유제시, 의견제출, 정정 및 재평가 절차를 어떻게 제도화할 것인가의 문제이다. 이는 보안의 요청과 절차적 권리보장을 어떻게 조화시킬 것인가의 과제로 귀결된다. 셋째, AI가 행정 결정에 실질적으로 영향을 미치는 상황에서 오류, 편향, 자료 결함이 발생할 경우 그 책임이 누구에게 어떠한 법적 근거로 귀속되는지, 그리고 행정쟁송 단계에서 입증 및 기록이 어떻게 구성되어야 하는지의 문제이다. 이러한 문제의식은 자동화 및 알고리즘 기반 행정결정 일반에 관하여 국내에서 이미 축적된 법적 논의, 즉 자동적 처분의 규율과 설명 가능성, 통제 및 권리구제의 문제와도 긴밀하게 연계된다.⁴⁾

본 연구는 위 세 가지 논점을 중심으로 논의를 전개한다. II장에서는 AI 위험선별의 법적 성격과 처분성, 자동화의 허용 한계 및 절차적 통제, 책임귀속, 권리구제 및 입증구조, 비공개 필요성과 이유제시 의무의 조화를 중심으로 국내법상 쟁점을 정리한다. III장에서는 통관 위험관리 자동화가 실제 제도 설계에서 어떻게 구현되는지를 파악하기 위하여 주요국(EU·일본)의 제도와 법적 통제장치를 비교법적으로 검토한다. IV장에서는 비교법적 검토를 토대로 우리 법상 시사점과 개선방안을 제시하고, V장에서 결론을 맺는다.

II. AI 기반 통관심사 시스템의 국내법상 쟁점

본고에서 말하는 AI 기반 위험관리 시스템은 통관 단계에서 곧바로 처분을 자동 생성하는 장치라기보다, 통관을 위해 제출·수집되는 다종 데이터, 즉 수입신고서, 적하목록, 운송 및 거래 정보, 과거 위반·적발 이력 등을 토대로 위험도를 산정하고 심사·검사 대상을 선별

4) 국내 자동화 행정결정 일반에 관한 논의로는 정남철, “인공지능 시대의 도래와 디지털화에 따른 행정자동결정의 법적 쟁점,” 「공법연구」 제50권 제2호, 2021; 김중권, “인공지능시대에 자동적 처분의 법제도화(「행정기본법」 제20조)에 따른 후속 과제,” 「공법연구」 제51권 제1호, 2022; 최승필, “공행정에서 AI의 활용과 행정법적 쟁점,” 「공법연구」 제49권 제2호, 2020; 김휘식, “인공지능에 의한 행정상 자동결정에 대한 규율과 권리구제,” 「IT와 법연구」 제22권, 2021 등 참조.

하는 의사결정지원 체계로 이해하는 것이 출발점이 된다. 구체적으로 AI는 첫째, 위험점수 또는 위험등급을 산출하여 선별의 방향을 제시하고, 둘째, 그 결과가 검사 강화, 추가서류 요구, 통관보류, 사후검증 등 후속 조치의 개시 여부와 강도에 사실상 영향을 미치되, 셋째, 당사자에게 불이익한 대외적 조치를 발생시키는 행정작용은 그 최종 판단이 자동화 결과에 의해 대체되지 않도록, 세관공무원의 법적 요건 심사와 재량 행사의 범위 안에서 이루어져야 한다. 이하에서는 이와 같은 단계 구분, 즉 내부 위험평가 단계와 대외적 불이익 조치 단계의 구별을 전제로, 국내법상 규범적 통제가 미치지 못하는 영역이 어디인지, 그리고 이를 어떻게 보완해야 하는지를 처분성-절차-책임의 순서로 검토하기로 한다.

1. 위험선별의 법적 성격과 처분성

통관 AI 논의에서 가장 먼저 확정하여야 할 문제는, AI가 생성하는 위험점수와 위험등급이 그 자체로 처분인지, 아니면 처분에 이르기 위한 내부 판단자료 내지 준비행위인지이다. 통관절차는 통상 위험평가 단계, 심사·검사 선별 단계, 통관보류 등 불이익 조치 또는 수리·반출 단계로 이어지는데, AI가 직접 관여하는 것은 주로 앞의 두 단계이며, 처분상대방의 권리·의무에 직접적 법적 효과를 발생시키는 것은 마지막 단계에 집중된다.

관세법은 세관장이 일정 사유가 있는 경우 물품의 통관을 보류할 수 있도록 규정한다.⁵⁾ 통관보류는 단순한 내부관리나 사실행위가 아니라, 물품의 반출과 유통을 지연 또는 차단함으로써 즉각적인 재산상 손해를 야기할 수 있는 대외적 조치로서, 행정쟁송의 대상이 될 수 있고 실제로 법원의 사법심사를 받아 왔다.⁶⁾ 이러한 법적 구조를 전제로 하면, AI 위험평가 결과 그 자체는 원칙적으로 처분으로 보기 어렵더라도, 그 결과가 통관보류의 사실적·평가적 기초를 형성하는 방식에 따라 처분의 적법성 통제, 즉 이유제시·재량통제·입증의 문제에 직접적인 영향을 미치게 된다.

통관보류는 관세법이 정한 요건이 충족된 경우에만 허용된다. 예컨대 관세법은 수출입이 금지되는 물품의 유형으로 헌법질서 문란, 공공의 안녕질서 또는 풍속을 해치는 물품 등을 규정하고,⁸⁾ 그러한 금지물품 해당 여부의 판단은 단순한 데이터 대조가 아니라 가치와 규범

5) 관세법 제237조(통관의 보류).

6) 인천지방법원 2020. 6. 12. 선고 2020구합51192 판결(수입통관보류처분취소).

7) 통관보류 사건의 상고심 판례로, 대법원 2021. 11. 25. 선고 2021두46421 판결(수입통관보류처분취소).

에 관한 판단을 포함한다. 실제로 대법원은 풍속을 해치는 물품 해당 여부가 문제된 수입통관보류 사건에서, 관세법상 금지 물품 판단기준과 관련 법령의 체계를 전제로 법리를 전개하였다.⁹⁾ 이는 통관보류가 AI의 위험점수로 대체될 수 없는 규범적 판단을 본질적으로 포함하는 행위임을 보여준다. 통관 AI가 제공하는 위험점수는 심사의 단서가 될 수는 있어도, 그것이 곧바로 관세법상 요건의 충족을 의미하지는 않는다.

따라서 본 논문은 위험선별 결과의 법적 성격을 다음과 같이 정리한다. AI 위험평가 결과는 원칙적으로 세관 내부의 위험관리와 업무배분을 위한 내부 판단자료에 해당한다. 다만, 그 결과가 통관보류 등 대외적 조치를 실질적으로 구속하거나 자동으로 연계되는 경우에는 처분 단계에서 이유제시·절차통제·입증가능성이 충분히 확보되지 않는 한 법적 정당화를 인정하기 어렵다.

2. 자동적 처분의 허용 한계와 절차적 통제

통관 AI와 관련하여 가장 직접적으로 제기되는 법적 쟁점은 통관보류 등 불이익 조치가 AI에 의해 사실상 자동적으로 이루어지는 경우 이를 어떻게 규율할 것인가이다. 행정기본법은 행정청이 법률이 정하는 바에 따라 완전히 자동화된 시스템으로 처분을 할 수 있음을 인정하면서도, 처분에 재량이 수반되는 경우에는 자동적 처분이 허용되지 않는다는 한계를 명시한다.¹⁰⁾ 결국 자동적 처분은 기술적 구현 가능성의 문제가 아니라, 법률상 명시적 근거가 있고 재량의 여지가 없는 기속적 영역에 한하여 예외적으로 정당화되는 제도이다.

이러한 법리를 통관행정에 적용하면, 단순하고 정형화된 확인 업무, 예컨대 서류 존재 여부의 대조와 달리, 통관보류는 우려나 필요성 등 불확정 요소를 포함하고 사안별 형량이 개입될 수 있어 재량적 성격을 지닐 가능성이 높다. 실제로 관세법이 정한 통관보류 사유 자체가 보완 필요, 의무위반 우려, 국민보건 등 위해 우려, 안전성 검사 필요 등 판단요소를 포함한다는 점에서,¹¹⁾ 통관보류를 AI의 판단 결과만으로 기계적으로 연결시키는 구조는 행정기본법상 자동적 처분의 한계와 충돌할 위험이 있다. 따라서 통관 AI는 원칙적으로 의사

8) 관세법 제234조(수출입의 금지) 제1호(풍속을 해치는 물품 등).

9) 앞의 각주 4)의 판결.

10) 행정기본법 제20조.

11) 제237조(통관의 보류) 제1항 각 호.

결정지원 수단으로 운용되어야 하며, 적어도 불이의 조치 단계에서는 세관장의 실질적 검토와 판단 및 그에 따른 책임이 결합되어야 한다.

통관보류가 절차적으로 적법하게 이루어지기 위해서는 행정절차법이 요구하는 이유제시 의무가 충족되어야 한다. 행정절차법은 처분을 할 때 그 근거와 이유를 상대방에게 제시하도록 규정하며, 긴급 등의 사유로 이를 생략한 경우에도 사후에 상대방의 요청이 있으면 이를 제공하도록 한다.¹²⁾ 통관 절차에 AI가 깊이 관여할수록, 이유제시가 위험관리상 필요나 고위험 해당과 같이 형식적이고 추상적인 수준에 머무를 가능성이 커진다. 그러나 이는 처분 상대방의 방어권을 실질적으로 보장하고 행정쟁송에서 심사 가능성을 확보한다는 이유제시 본래의 취지를 형해화하는 결과를 초래한다.

다만 이유제시가 알고리즘의 내용을 공개하는 것을 의미하지는 않는다. 통관행정의 특수성을 고려할 때, 위험 판단 기준을 전면적으로 공개하면 이를 회피하거나 우회하려는 시도를 조장하여 위험관리 체계 자체의 실효성을 훼손할 수 있다. 따라서 통관 AI가 처분 과정에 결합된 경우의 이유제시는 보안상 요구와 절차적 권리를 합리적으로 조화시키는 방식으로 이루어져야 한다. 구체적으로는 처분의 법적 근거인 관세법상 보류 사유, 문제된 사유의 유형 즉 기재불일치, 서류보완 필요, 요건확인 필요 등 상대방이 정정 가능한 범주, 그리고 정정 및 추가 자료 제출과 재심사를 위한 절차와 기한을 최소한의 내용으로 제공하여야 한다. 이러한 방식은 구체적인 위험지표나 탐지 기준 등 보안상 공개가 곤란한 영역을 유지하면서도, 상대방이 자신에게 불리한 처분에 대하여 무엇을 어떻게 다룰 수 있는지를 파악할 수 있도록 하는 최소한의 제도적 장치이다.

한편 처분의 형식과 관련하여, 행정절차법은 처분을 원칙적으로 문서로 하되 일정한 요건 아래 전자문서로 할 수 있으며, 긴급하거나 경미한 사안에서는 문서 외의 방식도 허용하면서 상대방의 요청이 있으면 문서를 교부하도록 규정한다.¹³⁾ 통관 AI의 활용이 확대되어 처분의 통지와 기록이 전자적 방식으로 이루어지는 경우가 늘어날수록, 전자적 처분·통지 체계가 이유제시 의무와 유기적으로 결합하여 실질적인 권리구제로 이어질 수 있도록 제도적 기반을 갖추는 것이 필요하다.

12) 행정절차법 제23조(처분의 이유 제시).

13) 행정절차법 제24조(처분의 방식).

3. 책임귀속·권리구제 및 입증구조

통관 AI와 관련하여 누가 책임을 지는가라는 질문은 하나의 기본원칙으로 귀결된다. 통관보류 등 대외적 조치의 법적 효과를 발생시키는 주체는 어디까지나 세관장이며, AI는 법적 주체가 아니라 행정작용의 수단에 불과하다. 따라서 AI가 개입하였더라도 쟁송의 대상은 AI의 판단 결과가 아니라 세관장의 처분이고, 위법성 심사 역시 처분의 근거·요건·절차를 중심으로 이루어진다. 실제로 통관보류 사건에서 법원은 보류 처분의 위법 여부를 심사하여 왔고,¹⁴⁾ 대법원 또한 금지물품 해당성 등 법적 요건에 대한 판단을 중심으로 통관보류의 적법성에 관한 법리를 전개하였다.¹⁵⁾

한편, 2026년 1월 22일 시행된 「인공지능 기본법」은 인공지능에 대한 신뢰 기반 조성을 위한 기본적 규율 체계를 마련하면서, “고영향 인공지능”¹⁶⁾ 개념을 도입하여 생명·신체의 안전 및 기본권에 중대한 영향을 미치거나 그러한 위험을 초래할 우려가 있는 인공지능을 그 규율 대상으로 상정하고 있다. 통관 AI가 동법상 어떠한 유형으로 분류되는지에 관하여는 별론으로 하더라도, 통관보류·검사강화 등 국민의 권리와 재산에 직접적 영향을 미치는 행정작용에 AI가 결합되는 경우, 그 절차 설계에 있어 신뢰·안전·책임의 요소가 강화되어야 한다는 점은 부인하기 어렵다. 나아가 통관 AI의 절차적 설계는 행정법 내재적 논리에 의한 통제에 그치지 않고, 「인공지능 기본법」이 제시하는 ‘신뢰 기반’ 요청과의 체계정합적 정합성을 함께 확보하여야 한다는 규범적 요청에 응답하여야 한다.

그런데 이러한 규범적 요청이 실질적 의미를 가지기 위해서는 단순히 제도 설계에서 나아가 권리구제 단계에서도 그 실효성이 담보되어야 한다. AI가 개입하는 경우 권리구제의 어려움은 누구를 상대로 다투는가가 아니라, 무엇을 근거로 어떻게 다투는가에 있다. 처분이 AI의 위험판단에 의해 사실상 형성되었음에도 그 과정이 불투명하면, 당사자는 처분사유를 특정하기 어렵고 법원도 재량통제와 절차심사를 이행하기 곤란해진다. 이러한 맥락에서 행정소송법상 행정심판기록 제출명령 제도의 의미가 부각된다. 법원은 당사자의 신청이 있는 경우 재결을 행한 행정청에 행정심판기록의 제출을 명할 수 있고, 행정청은 이에 응하여

14) 앞의 각주 3)의 판결.

15) 앞의 각주 4)의 판결.

16) 고영향 인공지능이란 사람의 생명, 신체의 안전 및 기본권에 중대한 영향을 미치거나 위험을 초래할 우려가 있는 인공지능시스템을 의미한다(인공지능 기본법 제2조 제4호).

야 한다.¹⁷⁾ 그러나 통관 AI가 관여한 사건에서 행정심판기록 또는 처분기록에 AI의 위험판단 결과, 적용 모델의 버전, 입력 데이터의 범주, 담당자의 검토 여부 등이 포함되지 않는다면, 기록 제출 제도만으로는 실질적인 심사 가능성이 확보되지 않는다. 결국 AI의 도입은 기록관리와 제출 구조가 함께 갖추어지지 않는 한 권리구제의 실효성을 약화시키는 방향으로 작용할 위험이 있다.

이처럼 권리 구제의 실효성 문제는 절차적 투명성의 결여에서 비롯되는 것이지만, 그 이면에는 보다 근본적인 책임귀속의 문제가 자리하고 있다. 이 문제는 국가배상 영역에서도 동일한 방식으로 작동한다. 국가배상법은 국가 또는 지방자치단체가 공무원뿐 아니라 공무를 위탁받은 사인이 직무집행 중 고의 또는 과실로 법령을 위반하여 타인에게 손해를 입힌 경우에도 배상책임을 진다고 규정한다.¹⁸⁾ 따라서 통관 AI의 개발과 운영이 외부 업체에 위탁되거나 민간의 시스템이 결합되는 구조를 취하더라도, 이를 이유로 관세당국(처분청인 관할 세관장 등)의 책임이 희석되지는 않는다. 오히려 행정청은 AI를 사용함으로써 시스템의 적정성 검증, 오류 발생 시 시정, 인간 검토의 실질성 확보, 기록과 감사 가능성의 유지 등 한층 강화된 주의의무를 부담하게 될 가능성이 높다. 이러한 의미에서 통관 AI는 행정 효율성을 높이는 수단인 동시에 행정책임의 새로운 위험 요소가 될 수 있으며, 그 위험을 통제하는 장치가 제도 내부에 갖추어져야 한다.

4. 비공개 원칙과 이유제시 의무의 조화

통관 AI는 데이터를 기반으로 운용되며, 통관 데이터는 개인정보, 기업·거래정보, 단속정보 등 민감 정보를 포함한다. 따라서 데이터 규율은 부수적 논점이 아니라, 통관 AI가 적법 절차원칙과 양립하기 위한 전제 조건이다.

첫째, 관세법은 세관공무원이 납세의무 이행을 위해 제출된 자료나 통관 목적으로 취득한 과세정보를 타인에게 제공하거나 누설하여서는 아니 되고 목적 외의 용도로 사용하여서는 아니 된다고 규정하며, 그 예외 사유를 엄격히 한정한다.¹⁹⁾ 이는 통관 AI의 개발과 운영 전 과정에서 발생하는 데이터의 흐름, 즉 접근 권한의 범위, 외부 위탁의 한계, 데이터 반출

17) 행정소송법 제25조(행정심판기록의 제출명령).

18) 국가배상법 제2조(배상책임).

19) 관세법 제116조(비밀유지).

과 재사용 등을 통제할 법적 근거가 관세법 자체에 내재되어 있음을 의미한다. 비밀유지의 무는 단순한 주의의무에 그치는 것이 아니라, 시스템 구축 단계에서부터 접근통제·반출통제·목적 제한을 제도적으로 갖추도록 요구하는 규범으로 이해되어야 한다.

둘째, 통관 데이터에는 기업의 거래조건·물류 경로·가격 등 경영상 핵심정보가 포함될 수 있으며, 이는 공공연히 알려져 있지 아니하고 독립된 경제적 가치를 가지는 것으로서 비밀로 관리된 정보라는 법정 개념에 해당하는 영업비밀일 수 있다.²⁰⁾ 따라서 통관 AI를 운용함에 있어서는 개인정보 보호의 문제뿐 아니라, 기업정보의 보호를 실질화하기 위한 방안, 즉 최소한의 수집 원칙, 가명 및 익명 처리의 범위, 위탁업체의 재사용 금지, 접근권한 통제 등이 함께 마련되어야 한다.

셋째, 정보공개와 보안 사이의 긴장은 통관행정에서 늘 존재하는 문제이다. 정보공개법은 원칙적으로 공개를 선언하면서도 국가안전보장이나 국민의 생명·신체·재산 보호에 현저한 지장을 초래할 우려가 있는 정보는 비공개할 수 있도록 규정한다.²¹⁾ 통관 위험관리 기준은 공개될 경우 이를 우회하려는 시도를 조장할 수 있어 비공개 사유에 해당할 여지가 크다. 그러나 비공개 가능성이 이유제시 의무를 소멸시키지는 않는다. 통관 AI에서는 전면 비공개와 전면 공개 사이를 연결하는 중간 영역이 필요하며, 그 역할을 담당하는 것이 유형화된 이유제시와 재심사 절차이다. 위험판단 기준의 세부 내용은 비공개로 유지하더라도, 처분의 법적 근거와 사유의 유형, 정정 및 보완의 경로는 제공되어야만 방어권이 실질적으로 보장된다. 이는 앞서 살펴본 행정절차법상 이유제시 의무의 요청과도 부합한다.

넷째, 개인정보 규율 역시 통관 AI에서 독자적 의미를 가진다. 개인정보 보호법은 완전히 자동화된 시스템에 의한 개인정보 처리로 이루어지는 자동화된 결정이 권리·의무에 중대한 영향을 미치는 경우 거부권 및 설명 요구권 등을 인정하면서도, 행정기본법 제20조에 따른 행정청의 자동적 처분은 자동화된 결정의 적용 범위에서 제외한다고 명시한다.²²⁾ 통관 AI가 행정기본법상 자동적 처분으로 구조화되는지, 아니면 의사결정지원의 형태로 운용되는지에 따라 개인정보 보호법상 규율의 적용 범위가 달라질 수 있다. 따라서 통관 AI는 초기 설계 단계에서부터 자동적 처분 해당 여부와 불이익 조치로 전환되는 경로를 명확히 하고, 개인정보 처리의 목적·범위·대응 절차를 제도화하여야 한다. 이와 관련하여 개인정보보호

20) 부정경쟁방지 및 영업비밀보호에 관한 법률 제2조(정의) 제2호.

21) 공공기관의 정보공개에 관한 법률 제9조(비공개 대상 정보).

22) 개인정보 보호법 제37조의2(자동화된 결정에 대한 정보주체의 권리 등).

위원회가 자동화된 결정에 대한 조치 기준을 고시로 마련한 바 있어, 통관 AI의 내부통제 설계에서 실무상 참고 기준으로 활용될 수 있다.²³⁾

마지막으로, 기록관리가 갖추어지지 않으면 사후적 통제도 그 실질을 잃는다. 공공기록물 관리에 관한 법률은 주요 정책 또는 사업의 추진 과정에서 조사·검토한 내용과 그 결과를 기록물로 생산할 의무를 부과하고,²⁴⁾ 업무 수행 과정에서 생산·접수된 기록물의 등록·분류·편철 등 필요한 조치를 요구한다.²⁵⁾ 통관 AI가 주요 행정사업인 동시에 개별 처분의 사실적 기초를 형성하는 시스템이라면, 적어도 불이익 조치로 이어진 사건에서는 적용 모델의 버전, 입력 데이터의 범주, 판단 결과, 담당자의 검토 및 최종 결정의 경위가 기록으로 남아야 한다. 그렇지 않으면 감사·행정심판·소송을 통한 사후적 통제는 실질을 잃게 되고, AI의 판단 과정에 대한 설명 불가능성이 책임의 공백으로 이어질 수 있다.

III. 주요국과의 비교법적 검토

통관 위험관리의 자동화는 EU와 일본에만 존재하는 현상이 아니다. 미국 CBP는 Automated Targeting System을 집행적 선별 도구로 운용하면서 다양한 정보를 활용하여 입국 및 반입 대상을 선별하는 체계를 구축하여 왔다.²⁶⁾ 캐나다 CBSA 역시 ACI/eManifest 체계를 통해 사전 화물정보를 제출받고 위험평가 통지 등의 방식으로 당사자와의 절차적 소통을 운영한다.²⁷⁾ 호주 ABF도 Integrated Cargo System을 국경 통과 화물에 대한 위험평가 및 통제 개입의 핵심 수단으로 활용하고 있다.²⁸⁾ 이처럼 사전정보에 기반한 위험평가

23) 개인정보보호위원회 고시 「자동화된 결정에 대한 개인정보처리자의 조치 기준」.

24) 공공기록물 관리에 관한 법률 제17조(주요 기록물의 생산의무).

25) 공공기록물 관리에 관한 법률 제18조(기록물의 등록·분류·편철 등).

26) Federal Register, "Privacy Act of 1974: U.S. Customs and Border Protection Automated Targeting System (ATS) System of Records," 72 Fed. Reg. 43650 (Aug. 6, 2007), <<https://www.federalregister.gov/documents/2007/08/06/E7-15197/privacy-act-of-1974-us-customs-and-border-protection-automated-targeting-system-system-of-records>> (최종접속 2026. 2. 10).

27) Canada Border Services Agency, "Advance Commercial Information (ACI)/eManifest Highway Carrier...", <<https://www.cbsa-asfc.gc.ca/prog/manif/eccrdhi-deccerout-eng.html>> (최종접속 2026. 2. 8); 또한 CBSA, Memorandum D3-2-1(2024) 등 관련 지침 참조.

28) Australian Border Force, "Disclosing information," <<https://www.abf.gov.au/help-and-support-subsite/Pages/disclosing-information.aspx>> (최종접속 2026. 2. 10)(ICS를 이용한 화물 위험평가 언급).

와 전자적 통지는 주요 관세당국에서 이미 일반화되어 있으며, 기술적 수단의 차이에도 불구하고 대량·고빈도 행정 영역에서 위험선별 자동화가 확산되고 있다는 점은 공통적으로 확인된다.

그럼에도 본 고가 EU와 일본을 비교법적 검토의 주된 대상으로 선정한 것은, 먼저 두 국가는 통관 위험관리 자동화가 데이터 표준의 확립, 사전위험분석의 제도화, 불리한 조치에 대한 절차적 통제로 이어지는 규범적 연쇄 구조를 비교적 명료하게 보여 주기 때문이다. 또한 본 고의 핵심 문제의식인 비공개 필요성과 이유제시, 의견제출, 재평가 절차 간의 조정 문제에 대하여 구체적인 규범적 단서를 제공하는 제도적 장치가 상대적으로 분명하게 존재한다. EU는 EUCDM과 ICS2를 통해 데이터 요건의 표준화와 사전 안전·보안 위험분석을 법제화하는 한편, 불리한 결정에 앞서 당사자에게 진술 기회를 부여하는 청문권을 관세법 영역에서 규범적으로 발전시켜 왔다. 일본은 NACCS를 기반으로 AFR 등 사전신고 및 위험 통지 체계를 코드 중심으로 운용함으로써, 위험평가 결과가 통지, 정정 및 보완, 재평가라는 절차적 흐름으로 연결되는 설계 원리를 비교적 선명하게 드러낸다. 이러한 비교 분석은 우리 통관 AI 설계에서 문제가 되는 절차적 권리의 실질적 보장, 즉 유형화된 이유제시, 정정 및 재평가 경로의 제도화, 기록관리 체계의 정비 문제를 구체화하는 데 유효한 비교 기준을 제공하기 때문이다.²⁹⁾

1. EU

1) 데이터 요건 표준화

EU Customs Data Model(EUCDM)은 EU 관세법령이 요구하는 데이터 요건을 표준화하기 위한 기술적 도구로서, EU의 범유럽 통관시스템 및 각 회원국 통관시스템 개발에 단일하고 권위 있는 정보원을 제공한다. EUCDM의 핵심적 의의는 통관행정에서 데이터가 단순한 행정편의적 산물이 아니라, 법령에 의해 구조화된 규범적 대상으로 기능하게 된다는 점에 있다. EU 집행위원회는 EUCDM이 관세 신고·통지·결정 등 여러 절차에서 데이터 처리의

29) 다만 본 고는 논점의 집중과 분석의 실효성을 위하여 미국, 캐나다, 호주 등 여타 관세당국의 제도는 존재 확인 및 보조적 비교의 범위에서만 언급하고, 규범적 분석의 중심을 EU와 일본에 두었다. 이는 해당 국가들의 제도가 미비하거나 비교 가치가 없다는 의미가 아니라, 본 고가 설정한 법규범적 쟁점인 불리한 조치에서의 절차적 통제와 책임구조 문제를 가장 직접적으로 드러내는 사례를 우선적으로 채택한 방법론적 선택의 결과임을 밝혀 둔다.

일관성 확보에 기여하고, Union Customs Code(UCC)의 법적 요구사항에 부합한다는 점을 강조한다.³⁰⁾

이때 주목할 것은, 데이터 표준이 곧 결정의 자동화를 정당화하지는 않지만, 최소한 무엇이 입력되었는지와 법규상 무엇이 요구되는지를 객관화함으로써, AI 위험선별이 개입하더라도 사후적으로 판단기초를 재구성할 수 있는 토대를 제공한다는 점이다. 즉 EUCDM은 AI 논의에서 종종 간과되는 입력 통제, 다시 말해 데이터 요구의 규범화를 제도적으로 선행시키는 장치로 기능한다.

2) 사전 위험분석과 위험완화조치

EU의 대표적 사전 위험분석 체계는 Import Control System 2(ICS2)이다. EU 집행위원회는 ICS2를 사전 화물정보 시스템으로 소개하면서, EU로 반입되거나 EU를 경유하는 모든 경제사업자는 Entry Summary Declaration(ENS)을 통해 안전·보안 데이터를 제출해야 하고, 그 데이터를 기초로 안전·보안 위험분석이 이루어지며, 표적화된 통제가 가능해진다고 설명한다.³¹⁾ 또한 EU는 위험이 탐지된 경우의 위험완화조치로 추가정보 요청, 고위험 화물 스크리닝 결과 요청, 적재금지(Do Not Load) 등을 제시한다.³²⁾ 여기서 적재금지는 형식상 처분의 외형을 갖추는지 여부와 별개로, 경제사업자에게 중대한 불이익과 거래중단 효과를 초래할 수 있는 조치이다. 따라서 EU 체계는 위험분석이 실질적 통제조치로 전환되는 지점을 전제로 설계되어 있으며, 그 전환지점에서 당사자의 절차적 권리 보장문제가 핵심 쟁점으로 부상하게 된다.

3) 사전 통지와 의견제출원칙

EU 관세법은 불리한 결정에 대한 사전 절차통제를 명문으로 규정하고 있다. UCC 제22조(6)는 불리한 결정을 하기 전에 관세당국이 그 결정의 근거를 당사자에게 통지하고, 당사자에게 의견을 제출할 기회를 부여하여야 한다는 취지를 규정하며, 집행규정은 진술권(right to be heard)의 구체적 절차로서 통지 방식과 기간 산정 등의 운영규범을 보충하고

30) European Commission, EUCDM 7.0 Release: Enhancing Customs Data Efficiency across the EU(2025. 4. 7.).

31) European Commission, Import Control System 2 (ICS2).

32) European Commission, "Security".

있다. 이 구조는 우리 행정절차법상 이유제시·의견제출 제도와 기능적으로 유사하나, 관세 영역에서 불리한 결정과 진술권의 결합이 보다 직접적으로 명문화되어 있다는 점에서 비교 법적 참고 가치가 크다.

이러한 명문 규정의 배경에는 CJEU의 판례가 있다. EU에서는 관세부과 및 사후추징 등 관세절차에서 방어권 내지 진술권의 중요성이 판례를 통해 거듭 확인된다. CJEU의 Sopropé 판결(C-349/07)은 관세채무의 사후추징 절차에서 방어권 보장 원칙과 의견청취의 중요성을 확인한 대표적 사례로, EU 관세행정에서 절차적 권리의 규범적 지위를 정립하는 데 기여하였다.³³⁾ Kamino·Datema 사건(Joined Cases C-129/13, C-130/13)에서는 관세당국이 회수결정을 하기 전에 당사자의 의견을 듣지 않고 사후 이의절차에서만 청취하는 것이 방어권 침해가 될 수 있는지, 그리고 침해의 효과로서 절차상 하자가 결과에 영향을 미칠 수 있었는지가 핵심 판단 기준으로 제시되었다.³⁴⁾

이러한 판례의 흐름은 통관 AI에도 그대로 적용된다. 즉, 통관상 불리한 결정에는 절차적 권리가 결합되어야 하고, 위험분석이 실질적으로 강력한 효과를 갖는 경우 리스크 모델의 판단이 그랬다는 이유만으로 절차를 생략할 수 없으며, 적어도 당사자가 오류를 시정하거나 사정을 소명할 수 있는 통로가 확보되어야 한다.

이 부분은 우리의 통관 AI 논의와도 직결된다. AI 기반 위험선별이 불이익 조치로 전환되는 순간, 법적 쟁점은 AI의 판단이 정확하였는지 여부가 아니라, 세관이 어떤 범규상 근거에 따라, 어떤 사실기초를 들어, 당사자에게 무엇을 고지하고, 어떤 대응기회를 부여했는지에 있다. EU는 사전 통지와 의견제출 원칙을 관세법 체계 내부에 명문화했다는 점에서 비교법적 의의를 갖는다.

4) 기록 및 감사가능성

UCC 제22조(6)의 구조는 단순한 선언에 그치지 않고, 관세당국에게 사실상 기록보존과 판단의 재현가능성을 요구한다. 결정의 근거를 당사자에게 통지하려면 그 근거가 무엇이었는지 사후적으로 확인할 수 있어야 하고, 당사자가 의견을 제출하면 이를 반영·평가한 흔적이 기록으로 남아야 하기 때문이다. 이러한 구조 아래에서 위험분석이 고도화·자동화될수

33) CJEU, Case C-349/07 Sopropé.

34) CJEU, Joined Cases C-129/13 and C-130/13 Kamino/Datema.

록, 무엇이 입력되었고, 어떤 기준으로 고위험 판단이 형성되었으며, 누가 어떤 단계에서 최종 판단을 하였는지가 기록으로 남지 않으면, 권리구제와 사법심사는 실질적 심사대상을 잃고 형해화될 위험이 크다.

이러한 점에서 EU의 접근은 기술적 표준화와 제도적 절차통제의 결합이라는 구조적 특징을 갖는다. 기술적으로는 EUCDM을 통해 데이터 요구사항을 표준화하고, 제도적으로는 UCC의 절차통제를 통해 결정의 최소한의 설명가능성을 강제한다. 이 결합은 통관 AI 시대의 핵심 메시지를 제공한다. 즉, 데이터 표준화만으로는 부족하고, 위험대응과 절차통제가 하나의 체계로 결합될 때 비로소 법적 정합성이 구체화된다는 점이다.

2. 일본

1) 전자통관 인프라와 절차표준화

일본은 통관·항만·운송 절차의 전자화를 NACCS(Nippon Automated Cargo and Port Consolidated System)를 중심으로 구축하여 왔다. NACCS는 세관 및 관련 행정기관에 대한 절차와 관련 민간서비스를 온라인으로 일괄처리하는 시스템³⁵⁾으로, 수출입 신고의 대부분이 전자적으로 처리되고 신고 과정에서 환율조정·관세 계산·전자자금이체 등의 기능이 제공된다. 이러한 시스템 기반은 위험선별과 사전 통제를 데이터 기반 절차로 구현할 수 있는 물적 토대를 구성한다는 점에서 단순한 행정효율화 수단을 넘어 위험관리의 규범적 기반으로서의 의의를 갖는다.

다만 주목할 것은 일본의 접근방식이 EU의 그것과 구별된다는 점이다. EU가 EUCDM이라는 단일 데이터모델을 통해 법규상 요구사항을 표준화하는 방식을 취하는 것과 달리, 일본은 NACCS라는 절차 플랫폼을 통해 데이터의 제출·검증·통지까지 일괄 처리하도록 설계하는 방식을 채택한다. 즉 일본의 표준화는 데이터모델의 단일화보다는 메시지 기반 절차의 통합적 운영을 통해 구현된다는 점에서 EU와 구별된다.

2) 사전 신고와 위험통지체계

일본의 대표적 사전 위험관리 제도는 해상 컨테이너 화물정보 사전신고제(Advance

35) NACCS Center, "Overview of NACCS".

Filing Rules)이다. 이 제도는 일본 입항 예정 선박에 적재되는 컨테이너 화물에 관하여 선사 또는 NVOCC 등이 출항 24시간 전까지 화물정보를 전자적으로 제출하도록 하는 것을 내용으로 하며, 2014년 3월부터 시행되어 오고 있다.³⁶⁾ 일본 세관은 제출된 사전신고 정보를 위험분석한 후 필요한 경우 메시지 코드의 형태로 사전 통지를 발송한다. 화물정보 수신 후 원칙적으로 24시간 이내에 발송되는 통지의 유형은 다음과 같다. 고위험으로 식별된 경우에는 적재 포기를 권고하는 DNL이, 위험평가 완료를 위하여 정보의 추가 또는 정정을 요구하는 경우에는 HLD가, 출항 후 고위험으로 식별되어 하역 정지를 요구하는 경우에는 DNU가, 미제출 또는 기한 후 제출의 경우에는 제재 가능성 및 하역 제한과 결부된 SPD가 각각 발송된다.³⁷⁾

이 구조는 고위험 판단이 곧바로 완결된 불이익 처분으로 귀결되지 않도록 설계되어 있다는 점에서 주목할 필요가 있다. 일본은 HLD를 통해 정보의 추가·정정을 유도하고, 재평가 결과 위험이 해소된 경우 해당 통지를 취소할 수 있음을 명시하고 있다.³⁸⁾ 이는 형식적 청문 규정의 존재 여부와 무관하게, 정정기회 부여·재평가·통지 취소라는 운영구조 자체가 실질적 절차통제장치로 기능함을 의미한다.

3) 절차통제

일본의 DNL·HLD·DNU 체계는 EU의 UCC처럼 불리한 결정 전 근거 통지와 의견제출을 관세법 조문으로 정식화한 방식과는 그 성격이 다르다. 그러나 그 실질적 효과에 비추어 보면, 고위험 통지는 거래를 중단시키거나 하역을 정지시키는 방향으로 작동하고, 미이행 시에는 제재 가능성과 결부되는 구조를 취하고 있어 당사자에게 중대한 불이익을 야기할 수 있다.³⁹⁾ 따라서 일본에서 절차적 정당화의 핵심은 코드 통지의 존재 그 자체가 아니라, 그 통지가 당사자에게 보완 사항과 방법을 구체적으로 알려주고 실제로 정정과 재평가의 경로를 확보하는지 여부에 있다.

일본 관세당국 자료에 따르면, 출항시각 등록 이후에는 원칙적으로 정정이 제한되나, 세관이 위험분석 결과 통지를 발송한 경우에는 예외적으로 정정이 허용되는 구조를 취한

36) Japan Customs, "Advance Filing Rules on Maritime Container Cargo Information".

37) *Ibid.*

38) *Ibid.*

39) *Ibid.*

다.⁴⁰⁾ 즉 위험분석 통지는 절차를 종결하는 기능을 하는 것이 아니라, 일정한 경우에는 오히려 정정의 경로를 개시하는 계기로 기능한다. 이러한 구조는 다음과 같은 규범적 함의를 가진다. 첫째, 위험선별 결과가 곧바로 처분성 논쟁으로 이어지기에 앞서, 정정·보완을 통한 위험 해소라는 절차적 완충지대를 폭넓게 설정한다. 둘째, 그 완충지대는 추상적 요청이 아니라 통지·정정·재평가라는 단계적 절차를 통해 구체화된다. 셋째, 이유제시가 보안상 논리에 의해 제한될 수밖에 없는 상황에서, 일본의 방식은 전면적 공개가 어렵다면 최소한 정정 가능한 사유유형과 정정 경로를 명시하여야 한다는 실무적·규범적 시사점을 제공한다.

4) 기록 및 감사가능성

일본의 NACCS·AFR 구조는 메시지 이력, 제출·정정 시점, 처리 결과가 전자적으로 누적되는 방식으로 운영된다.⁴¹⁾ 시스템 설계 자체가 행정기록을 생성하는 방향으로 작동하는 것이다. 고위험 통지의 존재와 그 시점, 당사자의 정정 내용, 세관의 통지 취소 여부 등이 기록으로 남아야만, 사후적으로 과잉통제 여부나 정정기회 부여 여부에 관한 책임과 위법성 논증이 가능해지기 때문이다.

나아가 일본은 AFR의 규범적 배경으로 WCO SAFE Framework 등 국제기준을 원용하면서, 적재 전 전자정보 확보의 필요성과 각국의 24시간 규칙을 설명하고 있다.⁴²⁾ 이는 일본의 사전 위험통지 체계가 단순한 국내 실무관행에 그치는 것이 아니라, 국제표준을 구체적인 절차로 구현한 결과임을 보여준다.

3. 소결

EU와 일본은 모두 사전 전자정보를 기반으로 위험분석을 수행하고 그 결과를 통제조치로 전환한다는 점에서 공통적이나, 법적 정합성을 확보하는 방식에서는 차이를 보인다.

데이터 표준화의 방식에 있어, EU는 EUCDM을 통해 법규상 데이터 요구사항을 표준화·조화하고 이를 회원국 시스템 개발의 규범적 기준으로 삼는 데이터모델 중심의 설계를 취한

40) *Ibid.*

41) *Ibid.*

42) *Ibid.*

다. 반면 일본은 NACCS라는 절차 플랫폼을 중심으로 메시지 기반 절차의 통합적 표준화를 구현하는 절차플랫폼 중심의 설계를 채택한다.

위험대응의 구조에 있어, EU는 ICS2·ENS 기반 위험분석과 함께 적재금지 등 위험완화 조치의 유형을 제시하는 반면, 일본은 DNL·HLD·DNU·SPD라는 구체적 코드를 통해 위험 대응을 운영하고 특히 HLD를 통한 정정유도 및 재평가·통지취소의 절차 단계를 명시한다. EU가 조치의 유형을 제시하는 데 중점을 둔다면, 일본은 조치의 절차적 단계를 구체화하는 데 중점을 둔다고 할 수 있다.

절차적 통제의 방식에 있어, EU는 UCC 제22조(6)의 사전 통지·의견제출 원칙을 관세법 체계 내부에 명문화하고 판례법리를 통해 방어권 원칙을 강화하여 왔다. 반면 일본은 명문의 규정보다는 고위험 통지 이후의 정정기회 부여·재평가·통지 취소라는 실무구조를 통해 절차적 정당화를 구성한다. 이 차이는 우리 통관 AI 논의와 관련하여 입법론적 쟁점을 시사한다. 즉, EU와 같이 사전 의견제출권을 관세법 체계에 명문화하는 방향을 취할 것인지, 아니면 일본과 같이 정정기회와 재평가의 절차흐름을 실질적 권리로 구체화하는 방향을 취할 것인지의 문제이다. 이 선택은 이하 IV장에서 구체적으로 논의하기로 한다.

기록과 감사가능성의 측면에 있어, EU는 근거 통지 구조가 기록 보존의 필요성을 제도적으로 강제하고 EUCDM이 판단기초 재현의 토대를 제공하는 반면, 일본은 메시지 기반 절차 운영 자체가 통지·정정·처리 결과의 이력을 생성하는 방향으로 설계되어 사후 입증가능성과 책임 논증의 토대를 형성한다. 양자는 기록이 확보되지 않으면 방어권도 실질적으로 보장될 수 없다는 결론을 서로 다른 방식으로 구현하고 있다는 점에서, 우리 통관 AI의 제도 설계에 공통된 규범적 시사점을 제공한다.

〈표 1〉 EU·일본 비교

구분	EU	일본
데이터 표준	EUCDM 중심(법규상 데이터 요구를 모델링·조화)	NACCS 플랫폼 중심(전자처리·메시지 절차 표준화)
위험대응 조치	ENS 기반 위험분석 + 위험완화조치(추가정보/스크리닝/DNL 등)	DNL·HLD·DNU·SPD 코드 통지
절차 통제	UCC의 사전 통지-의견제출(right to be heard) + 판례	정정기회-재평가-통지취소
기록·감사	근거 통지 자체가 기록·재현성 요구	메시지 이력·정정 이력의 전자적 누적

IV. 우리법상의 시사점 및 개선방안

1. 시사점

1) AI 산출물의 법적 지위와 처분요건 판단의 분리

관세법은 통관 AI가 작동하더라도 불이익 조치의 법적 근거와 요건이 어디에 있는지를 명확히 한다. 통관보류는 세관장이 일정 사유가 있을 때 물품의 통관을 보류할 수 있도록 규정하고 있으며, 그 사유는 신고서 기재사항 보완 필요, 제출서류 보완 필요, 의무위반 또는 국민보건 등을 해칠 우려, 안전성 검사 필요 등으로 구성된다. 이들 사유는 단순한 데이터 불일치의 확인을 넘어 사안별 판단요소를 내포하고 있어, 통관 AI가 위험등급을 제시하더라도 그것만으로 관세법상 요건 충족이 자동으로 인정되는 구조는 규범적 정합성이 약하다. 결국 통관 AI는 관세법상 처분요건 판단을 대체하는 것이 아니라, 요건 판단을 위한 사실 확인과 의심신호의 제공으로 기능하도록 그 법적 지위를 명확히 하여야 한다는 점이 현행 관세법 체계로부터 도출되는 첫 번째 시사점이다.

2) 재량처분과 자동화의 한계

행정기본법은 완전히 자동화된 시스템으로 처분을 할 수 있음을 인정하면서도, 처분에 재량이 있는 경우에는 자동적 처분을 허용하지 않는다. 통관보류는 그 사유 구조상 우려·필요성 등 재량적 요소를 포함할 가능성이 크므로, 통관 AI를 자동적 처분의 수단으로 설계할 경우 행정기본법 체계와의 충돌 위험이 있다. 따라서 한국 제도에서 통관 AI는, 최소한 불이익 조치 단계에서 세관장의 실질적 판단과 책임이 결합되는 의사결정지원으로 위치시켜야 한다는 점이 행정기본법 제20조의 체계에서 직접 도출되는 시사점이다. 이는 단순한 윤리적 요청이 아니라, 현행 자동화 처분의 허용 범위와 한계에 관한 실정법적 요청이기도 하다.

3) 이유제시 의무와 방어권 보장

행정절차법은 처분 시 원칙적으로 당사자에게 근거와 이유를 제시하도록 하고, 예외적 상황에서도 사후 요청이 있는 경우 이유제시를 요구한다. 또한 처분의 문서주의와 전자문서 처분의 요건 및 예외를 규정하여 전자적 처리 환경에서의 절차 보장을 전제하고 있다. 통관

AI가 확대될수록 위험관리를 이유로 처분사유를 추상화하려는 실무적 유인이 생길 수 있으나, 이유제시는 방어권 보장의 핵심이며 AI가 개입하였다는 사정은 이유제시 의무를 축소하는 근거가 될 수 없다. 다만 통관의 특수성, 즉 위험지표의 공개가 우회 가능성으로 이어질 수 있다는 점을 고려하여, 전면 공개가 아닌 유형화된 이유제시의 방식으로 조절할 필요가 있다는 점이 행정절차법 체계에서 도출되는 시사점이다.

4) 권리구제의 전제로서의 사후 재현가능성

공공기록물 관리에 관한 법률은 주요 기록물의 생산의무와 등록·분류·편철 등 관리의무를 규정하고 있다. 통관 AI에 의하여 불이익 조치가 이루어진 사건에서는, 사후적으로 무엇이 입력되었고 어떤 출력이 나왔으며 누가 어떤 판단으로 조치를 하였는지를 재현할 수 있어야 한다. 그러나 현행 법령 체계만으로는 AI 운영의 로그·버전·검토 기록이 당연히 처분 기록으로 남는다고 단정하기 어렵다. 이 공백이 방지되면 행정쟁송에서의 입증 가능성이 약화되고, 결과적으로 이유제시와 권리구제는 형식에 그칠 위험이 있다. 기록의 공백은 곧 절차적 권리의 공백으로 이어진다는 점이 현행 기록관리 법제에서 도출되는 시사점이다.

2. 개선방안

1) AI 산출물의 법적 지위 명확화 및 인간 최종결정 원칙 규범화

통관 AI의 산출물은 관세법상 처분요건 판단을 대체하는 것이 아니라 내부 참고자료로서 의사결정을 지원하는 것임을 관세당국의 하위규범에 명확히 규정하여야 한다. 불이익 조치의 발동은 담당 공무원이 관세법상 요건을 재구성하여 판단하도록 하고, 그 판단과정이 기록으로 남도록 제도적으로 뒷받침되어야 한다. 이를 위해 관세당국은 AI 산출물의 활용 범위와 한계, 담당 공무원의 검토 의무, 최종 판단권한의 귀속 등을 고시·훈령·업무처리지침의 형식으로 명문화할 필요가 있다.

나아가 인공지능 기본법이 신뢰 기반을 국가적 원칙으로 제시하고 있는 만큼, 통관 AI 역시 국민의 권익 보호라는 규범 방향과 정합적으로 운용되어야 한다. 통관보류·검사 강화는 재산상 불이익과 거래중단을 야기할 수 있으므로, 통관 AI의 검증·책임·안전에 관한 운영기준을 정책지침이 아닌 구속력 있는 규범의 형식으로 마련하여야 한다. 또한 통관 AI

개발·운영이 외부 업체와 결합되는 경우라도 국가배상법상 관리·감독 의무는 그대로 유지되므로, 관세당국은 위탁계약과 내부통제 기준에서 오분류 시 시정의무, 기록 제공의무, 모델 버전관리, 보안 준수 등을 명확히 규정하여 인간 책임 원칙이 사후 분쟁에서 형해화되지 않도록 하여야 한다.

2) 유형화된 이유제시 기준의 규범화

통관행정은 위험지표·기준·임계값 등의 전면 공개가 곤란하다는 특수성이 있다. 그러나 이 특수성이 행정절차법상 이유제시 의무를 사실상 면제하는 사유가 될 수는 없다. 동법은 처분의 근거와 이유 제시를 원칙으로 하고 있으며, 통관보류와 같이 당사자에게 중대한 불이익을 주는 조치는 그만큼 이유제시의 실질성이 더욱 강하게 요구된다.

따라서 통관 AI에 적합한 방향은 전면 공개와 전면 비공개의 이분법이 아니라, 유형화된 이유제시와 정정·재평가 경로의 제도화이다. 통관보류 또는 고강도 검사 전환 등 불리한 조치를 취할 때 세관장은 최소한 다음 사항을 안내하여야 한다. 첫째, 처분의 적용 법적 근거, 둘째, 사유의 유형으로서 당사자가 무엇을 보완하면 되는지를 인식할 수 있는 범주의 언어, 셋째, 제출·정정의 방법과 기한 및 재평가 가능성이 그것이다. 여기서 사유의 유형은 위험지표 그 자체의 공개가 아니라, 당사자가 방어권을 실질적으로 행사할 수 있을 정도의 정보를 제공하는 수준이어야 한다.

공공기관의 정보공개에 관한 법률상 비공개 사유는 위험관리 기준의 상세 공개를 제한하는 근거가 될 수 있으나, 그것은 어디까지나 공개 범위의 문제이지 이유제시 자체를 부정하는 근거가 아니다. 따라서 비공개 가능한 영역을 인정하되, 그 범위 안에서 작동하는 이유제시의 최소요건을 정책지침이 아닌 규범으로 명문화하여야 한다.

3) 정정·재평가 절차의 전자통관 절차 내 제도화

통관 AI가 결합된 위험선별은 그 자체로는 내부 위험평가 단계에 해당하는 경우에도, 실제 운영에서는 검사 강화, 추가서류 요구, 통관보류 등 불리한 조치의 개시와 강도에 사실상 영향을 미친다. 그러므로 권리구제의 실효성은 사후 다툼이 가능하다는 추상적 선언이 아니라, 첫째 불리한 조치의 상대방이 무엇을 보완·정정해야 하는지 인지할 수 있는 통지 구조, 둘째 정정·보완을 제출할 수 있는 절차, 셋째 그 제출을 반영한 재평가 및 처분 변경 가능성,

넷째 위 과정이 기록으로 남아 사후 심사 및 쟁송에서 재현될 수 있는 구조로 구체화되어야 한다.

이와 관련하여 먼저 확인할 점은, 우리 관세법 자체가 이미 통관보류에 관하여 통지, 이행 요구, 소명 및 통관 요청, 30일 내 통지라는 절차적 골격을 갖추고 있다는 사실이다. 관세법 제237조는 통관보류 시 즉시 통지하도록 하고(제2항), 이행기간을 정하여 해제에 필요한 조치를 요구할 수 있으며(제3항), 통지받은 자는 소명자료 또는 이행증명자료를 제출하여 통관을 요청할 수 있고, 세관장은 그 허용 여부를 요청일로부터 30일 이내에 통지하도록 규정한다(제4항).⁴³⁾ 즉 현행법은 이미 정정·보완과 재평가가 이루어질 수 있는 절차적 기반을 마련하고 있다. 문제는 이 기반이 AI 기반 위험선별이 결합된 환경에서 방어권을 실질적으로 담보하기에 충분한 방식으로 작동하도록, 통지의 내용과 형식 및 전자통관 프로세스와의 연결이 규범적으로 정교화되어 있는지 여부이다.

특히 통관행정에서는 위험지표, 탐지규칙, 임계값 등 위험관리의 핵심 요소를 전면 공개할 경우 회피 및 우회 가능성을 높여 단속 실효성을 침해할 우려가 크다. 이는 처분기준을 공표하지 않을 수 있는 예외 사유인 공공의 안전 또는 복리를 현저히 해칠 상당한 이유와도 구조적으로 연결된다.⁴⁴⁾ 또한 관세법은 통관·과세 과정에서 취득한 자료에 대한 비밀유지의무를 부과하고 있어, 통관절차에서 생산·관리되는 데이터의 외부 제공에는 법적 한계가 존재한다.⁴⁵⁾ 그렇다고 하여 행정절차법상 이유제시의무가 사실상 소멸하는 것은 아니다. 행정절차법은 처분 시 근거와 이유의 제시를 원칙으로 하며(제23조), 처분 원인이 되는 사실과 근거 법령 등을 구체적으로 명시할 것을 요구한다.⁴⁶⁾ 결국 통관 AI가 결합된 처분에서는 보안과 절차를 조화시키는 방식의 이유제시가 요청되며, 이는 알고리즘 소스코드의 공개를 의미하지 않는다. 오히려 최소한의 절차적 요구는 다음과 같이 구성될 수 있다. 첫째, 적용 법적 근거와 해당 조문, 둘째, 문제된 사유의 유형으로서 당사자가 정정 가능한 범주에서 무엇을 보완해야 하는지 파악할 수 있는 정보, 셋째, 정정 및 추가제출의 방법과 기한, 그리고 제출 이후 재평가 및 결과 통지의 경로, 넷째, 가능한 범위에서 인간 검토의 개입 여부, 즉 최종 판단 주체가 행정청임을 분명히 하는 통지 문구 및 기록이 그것이다.

43) 관세법 제237조 제2항~제4항.

44) 행정절차법 제20조 제3항(공표 예외).

45) 관세법 제116조(비밀유지).

46) 행정절차법 제23조(처분의 이유 제시).

이러한 통지 구조는 EU가 불리한 결정에 앞서 청문권을 제도적으로 보장하고, 일본이 코드 기반 통지로 정정·보완의 경로를 개시하는 방식과 규범적 방향을 공유한다. 즉 전면 공개와 전면 비공개에 이분법을 넘어서, 구체적인 위험지표, 탐지규칙, 임계값 등 비공개 영역을 유지하면서도 당사자가 무엇을 어떻게 다루고 보완할지를 인식할 수 있도록 절차를 설계하는 것이 핵심이다.

나아가 위 개선 방향은 행정지침의 수준에서 멈추지 않고 우리 법체계 안에서 어느 조문을 어떻게 정비할 것인지가 명확하게 제시되어야 한다. 이에 본고는 다음 두 단계의 규범화 경로를 제안한다.

첫째, 단기적으로는 관세청 고시·훈령·업무처리지침 차원에서 관세법 제237조 제2항 및 제4항의 통지에 포함되어야 할 필수 기재사항을 정형화하고, 이를 전자통관 시스템에 구축한다. 구체적으로 통관보류 통지서에는 적용 조문, 보류사유의 유형, 보완·정정 안내, 이행기간 및 제출기한, 재평가 요청 및 처리기한을 표준 서식으로 포함하도록 한다. 이때 보류사유의 유형은 보안상 공개가 제한되는 위험지표를 노출하는 방식이 아니라, 정정 가능성과 방어권 행사를 가능하게 하는 범주로 구성되어야 한다.

둘째, 장기적으로는 관세법 제237조의 절차적 권리를 AI 환경에 부합하도록 강화하기 위해 법률 차원의 명문화가 필요하다. 예컨대 다음과 같은 조문 보완이 가능하다.

〈표 2〉 제237조(통관의보류) 일부개정(안)

현행	개정안(일부개정)
제237조(통관의 보류) ① (생략)	제237조(통관의 보류) ① (현행과 같음)
② 세관장은 제1항에 따라 통관을 보류할 때에는 즉시 그 사실을 화주(화주의 위임을 받은 자를 포함한다) 또는 수출입 신고인에게 통지하여야 한다.	② 세관장은 제1항에 따라 통관을 보류할 때에는 즉시 그 사실을 화주(화주의 위임을 받은 자를 포함한다) 또는 수출입 신고인에게 통지하여야 한다.
〈신설〉	<u>이 경우 세관장은 대통령령으로 정하는바에 따라 통지에 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.</u>
	1. 통관보류의 법적 근거(주후 해당 조문 및 호)
	2. 통관보류 사유의 유형(정정·보완이 가능한 범주)
	3. 정정·보완을 위한 제출자료의 범주, 제출방법 및 제출기한
	4. 재평가 요청절차 및 처리기한(제4항에 따른 통관요청을 포함한다)
③ (생략)	③ (현행과 같음)
④ 제2항에 따라 통관의 보류 사실을 통지받은 자는 세관장에게 제1항 각 호의 통관 보류사유에 해당하지 아니함을 소명하는 자료 또는 제3항에 따른 세관장의 통관 보류 해제에 필요한 조치를 이행한 사실을 증명하는 자료를 제출하고 해당 물품의 통관을 요청할 수 있다. 이 경우 세관장은 해당 물품의 통관 허용 여부(허용하지	④ 제2항에 따라 통관의 보류 사실을 통지받은 자는 세관장에게 제1항 각 호의 통관 보류사유에 해당하지 아니함을 소명하는 자료 또는 제3항에 따른 세관장의 통관 보류 해제에 필요한 조치를 이행한 사실을 증명하는 자료를 제출하고 해당 물품의 통관을 요청할 수 있다.

현행	개정안(일부개정)
아니하는 경우에는 그 사유를 포함한다)를 요청받은 날부터 30일 이내에 통지하여야 한다.	〈신 설〉 세관장은 제1문에 따라 제출된 자료를 고려하여 통관 허용 여부를 재평가하여야 한다. 이 경우 세관장은 해당 물품의 통관 허용 여부(허용하지 아니하는 경우에는 그 사유를 포함한다)를 요청받은 날부터 30일 이내에 통지하여야 한다.
⑤ 〈신 설〉	⑤ 세관장은 인공지능 등 자동화된 정보처리시스템의 위험평가결과를 참조하여 제1항에 따른 통관보류를 한 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 위험평가결과, 통지 및 정정·보완·재평가결과, 인적검토 여부 등 사후심사에 필요한 기록을 작성·보존하여야 한다

〈표 3〉 제237조 2의 신설(안)

현행	개정안(신설)
제237조의 2 〈신 설〉	제237조의 2 (통관보류 등 불리한 조치의 통지·정정 및 재평가)
① 해당 없음	① 세관장은 제237조에 따라 통관을 보류하거나 그 밖에 대통령령으로 정하는 통관절차상 불리한조치(이하 "불리한조치"라 한다)를 하면서 인공지능 등 자동화된 정보처리시스템을 이용한 위험평가결과를 참조한 경우에는, 제237조 제2항 또는 관계 법령에 따른 통지에서 다음 각 호의 사항을 포함하여 통지하여야 한다. 1. 불리한 조치의 법적근거(주후 해당 조문 및 호) 2. 불리한 조치 사유의 유형(정정·보완이 가능한 범주로서 대통령령으로 정하는 기준에 따른다) 3. 정정·보완을 위한 제출자료의 범주, 제출방법 및 제출기한 4. 재평가 요청 절차 및 처리기한(제237조 제4항에 따른 통관요청을 포함한다) 5. 그 밖에 당사자의 권리구제에 필요한 사항으로서 대통령령으로 정하는 사항
② 해당 없음	② 제1항의 통지에는 위험관리의 실효성을 현저히 해할 우려가 있는 구체적 위험지표, 탐지규칙, 임계값 및 그 밖에 이에 준하는 사항은 대통령령으로 정하는 바에 따라 생략할 수 있다. 다만, 이 경우에도 당사자가 정정·보완 또는 불복을 위하여 필요한 범위에서 제1항 제2호 및 제3호에 관한 사항은 제공되어야 한다.
③ 해당 없음	③ 제1항 제3호에 따라 당사자가 자료를 제출하거나 제237조 제4항에 따라 통관을 요청한 경우, 세관장은 제출자료를 고려하여 자체없이 재평가하고 그 결과 및 사유(유형)를 제237조 제4항 후단에 따른 기간내에 통지하여야 한다.
④ 해당 없음	④ 세관장은 인공지능 등 자동화된 정보처리시스템을 이용한 위험평가결과가 불리한 조치에 영향을 미친 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 해당 위험평가결과, 적용된 절차, 인적 검토 여부 등 처분의 적법성 및 사후심사에 필요한 기록을 작성·보존하여야 한다.

이와 같은 법률적 보완은 위험기준의 전면 공개를 강제하는 것이 아니라, 통관행정의 보완 필요성을 전제하면서도 방어권이 실질적으로 작동하도록 통지, 정정, 재평가의 최소요건을 권리로서 규범화하는 효과를 가진다. 현행 관세법 제237조 제4항이 이미 소명자료 제출

및 통관 요청과 30일 내 통지 구조를 갖추고 있다는 점을 고려할 때, 법률 개정의 초점은 전면개정이 아니라 통지 내용의 정형화, 전자적 절차의 내장, 그리고 AI 결합 환경에서의 이유제시 최소요건 명문화에 두는 것이 타당하다.

4) 통관 AI 처분기록의 생산·관리 기준 마련

통관 AI에 의하여 불이익 조치가 발생한 사건에서는 적어도 다음 항목이 처분기록으로 생산·관리되어야 한다. 사건별 입력 데이터의 범주와 수집 근거, AI 출력의 내용, 적용 모델의 버전 및 주요 업데이트 이력, 인간 검토 여부와 최종 판단의 흔적, 당사자의 정정·소명 제출 및 재평가 결과가 그것이다. 이 기록이 확보되지 않으면 행정절차법상 이유제시는 형식화되고, 행정쟁송에서 세관이 처분의 적법성을 입증하거나 당사자가 위법성을 다투는 것 모두 곤란해진다.

공공기록물 관리에 관한 법률의 기록관리 의무가 통관 AI 운영기록에도 실질적으로 적용될 수 있도록, 관세당국은 AI 관련 기록의 생산·보존·열람에 관한 구체적 기준을 별도로 마련하여야 한다. 현행 법령의 일반적 기록관리 의무만으로는 AI 운영의 특수성, 즉 모델 버전 변경·로그 생성·자동화 판단 이력 등을 충분히 포괄하기 어렵다는 점에서, 통관 AI에 특화된 기록관리 기준의 수립이 요청된다.

5) 개인정보·보안 규율과 절차적 권리보장의 조화

통관 AI가 의사결정지원 형태로 운용되는 경우 개인정보 보호법상 자동화된 결정 관련 규정의 적용 여부가 문제될 수 있으므로, 처리 목적·범위·대응 절차를 초기 설계 단계부터 명확히 하여야 한다. 보안상 공개 제한이 불가피한 영역에서는 공개 범위와 이유제시의 최소요건을 규범으로 분리하여 정하고, 그 범위 안에서 당사자의 방어권이 실질적으로 작동할 수 있도록 절차를 마련하여야 한다.

나아가 개인정보보호위원회의 고시가 자동화된 결정에 대한 설명 요구 등 실무 대응을 제시하고 있는 만큼, 통관 AI 운용에 있어서도 이 고시의 취지를 반영하여 당사자의 설명 요구권이 실질적으로 보장될 수 있는 내부 절차를 갖추어야 한다. 보안의 필요와 적법절차의 요청은 상호 배제의 관계에 있지 않으며, 제도 설계를 통해 양자가 조화의 관계로 정립될 수 있다는 점이 이 영역에서 개선방안의 기본 방향이 된다.

V. 결론

AI 기반 통관심사 시스템은 통관행정의 효율성과 안전을 동시에 강화할 수 있는 유력한 수단이며, 실제로 관세당국은 특송·국제우편 분야에 AI 위험관리 시스템을 구축·적용하는 계획을 추진하고 있다. 그러나 AI가 위험등급을 산정하고 그 결과가 검사·통관보류·사후검증 등 불이익 조치로 연결되는 순간, 문제는 기술의 성능이 아니라 법치행정의 구조가 된다.

본고는 AI 위험평가 자체를 곧바로 처분으로 구성하기보다, 내부 위험평가 단계와 외부 법효과 단계, 즉 통관보류 등 처분 단계를 구분하고, 처분 단계에서의 이유제시·의견제출·기록관리·책임귀속이 법치행정의 핵심임을 논증하였다. 행정기본법의 자동적 처분 규정은 자동화를 허용하면서도 재량처분의 완전 자동화를 제한한다는 점에서, 통관보류 등 불이익 조치의 단계에는 인간의 실질적 검토와 책임이 제도적으로 확보되어야 한다. 또한 EU의 UCC 제22조(6)가 규정하는 불리한 결정 전 청문권 및 이를 구체화한 Sopropé 판결과 Kamino·Datema 판결은, 통관절차에서 절차적 권리의 보장이 위법성 판단의 중심이 될 수 있음을 보여준다. EUCDM과 ICS2는 데이터 표준화와 메시지화된 위험조치가 절차적 통제에 실질적 기반이 될 수 있음을 시사하며, 일본 NACCS·AFR의 DNL·HLD·DNU 체계는 위험평가 결과를 유형화된 상태코드로 정형화함으로써 당사자가 최소한 대응 경로를 인지하고 정정·소명의 기회를 가질 수 있도록 하는 제도 설계의 사례를 제공한다.

본 고에서 제시한 우리법상의 시사점과 개선방향을 정리하면 다음과 같이 요약된다. 첫째, 법적 근거와 한계의 명확화이다. AI 위험평가와 처분 사이의 경계를 명확히 하고, 재량이 개입되는 영역의 완전 자동화를 지양함으로써 인간 최종결정 원칙을 제도적으로 뒷받침하여야 한다. 둘째, 절차적 권리의 실질적 구현이다. 이유제시·기록관리·설명가능성을 추상적 원칙의 선언에 그치지 않고 전자통관 절차의 설계 단계에서부터 구체적으로 반영하여야 한다. 셋째, 책임과 감사 체계의 명문화이다. 대외적 책임은 행정청에 귀속시키되, 대내적으로는 AI 산출물에 대한 검증·감사·시정 체계를 구축하고, 이를 위탁계약과 내부통제 기준에 명확히 규정하여야 한다.

이러한 제도적 설계가 선행될 때, AI 통관심사는 단속의 실효성과 통관 원활화를 동시에 달성하는 적법한 행정 자동화로 자리매김할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 국문문헌

- 권은정. (2023). 자동적 처분에 대한 통제 수단으로서의 알고리즘 영향평가. *국가법연구*, 19(2), 121-148.
- 김중권. (2022). 인공지능시대에 자동적 처분의 법제도화(「행정기본법」 제20조)에 따른 후속 과제. *공법연구*, 51(1), 311-338.
- 김휘식. (2021). 인공지능에 의한 행정상 자동결정에 대한 규율과 권리구제. *IT와 법연구*, 22, 301-340.
- 이상학. (2024). 이유제시 하자에 대한 판례 입장의 비판적 검토 - 대법원 2022. 3. 31. 선고 2021두 49888 판결을 소재로 하여. *법학연구*, 65(1), 359-382.
- 정남철. (2021). 인공지능 시대의 도래와 디지털화에 따른 행정자동결정의 법적 쟁점 - 특히 행정기본법상 자동적 처분의 문제점을 중심으로. *공법연구*, 50(2), 231-252.
- 조성규. (2023). 인공지능에 기반한 자동화된 행정결정의 행정법적 쟁점. *동북아법연구*, 16(4), 149-189.
- 최승필. (2020). 공행정에서 AI의 활용과 행정법적 쟁점 - 행정작용을 중심으로. *공법연구*, 49(2), 207-242.
- 관세청. (2025. 5. 27). 관세청, 해외직구 불법물품 인공지능(AI)으로 차단한다. 보도자료.
- 개인정보보호위원회. (2024) 자동화된 결정에 대한 개인정보처리자의 조치 기준.
- 개인정보보호위원회. (2024). 자동화된 결정에 대한 정보주체의 권리 안내서.
- 사법정책연구원. (2025). 인공지능에 근거한 행정처분에 대한 사법심사이론연구.
- 정책브리핑. (2009. 12. 3.). 관세청, 통합위험관리시스템 구축 완료.
- CUIA. 전자통관시스템(UNI-PASS) 소개.

2. 외국문헌

- Australian Border Force (ABF). Disclosing information.
- Busuioc, M. (2021). Accountable Artificial Intelligence: Holding Algorithms to Account. *Public Administration Review*, 81(5), 825-836.
- Canada Border Services Agency (CBSA). Advance Commercial Information (ACI)/eManifest 관련 안내 및 지침.
- Citron, D. K. (2008). Technological Due Process. *Washington University Law Review*, 85(6), 1249-1313.
- Engstrom, D. F., & Ho, D. E. (2020). Algorithmic Accountability in the Administrative State. *Yale Journal on Regulation*, 37(3), 800-854.
- Kim, D. H., & Park, D. H. (2024). Automated decision-making in South Korea: a critical

- review of the revised Personal Information Protection Act. Humanities and Social Sciences Communications, 11, Article 974.
- Vismara, F. (2021). The Right to Be Heard in EU Customs Law. World Customs Journal, 15(2), 23-30.
- European Commission, EU Customs Data Model (EUCDM).
- European Commission, EUCDM 7.0 Release: Enhancing Customs Data Efficiency across the EU.
- European Commission, Import Control System 2 (ICS2).
- European Commission, Security.
- Federal Register. (2007). Privacy Act of 1974: U.S. Customs and Border Protection Automated Targeting System (ATS) System of Records. 72 Fed. Reg. 43650 (Aug. 6, 2007).
- Japan Customs, Advance Filing Rules on Maritime Container Cargo Information.
- Japan Customs. Advance Filing Rules on Maritime Container Cargo Information: Explanatory Materials.
- Japan Customs, Further Facilitation of Import/Export Procedures.
- NACCS Center, Overview of NACCS.
- Revenue, Right to be Heard.
- World Customs Organization. (2025), SAFE Framework of Standards to Secure and Facilitate Global Trade.
- World Customs Organization, Advance Cargo Information (ACI) Implementation Guidance.
- World Customs Organization, World Customs Organization Releases Data Model Version 4.2.0.
- World Customs Organization (WCO). (2025). The Korea Customs Service's digital innovation and e-commerce, WCO News 108, Issue 3/2025 (26 October 2025).

3. 법령

- 관세법.
- 국가배상법.
- 개인정보 보호법.
- 개인정보 보호법 시행령.
- 공공기관의 정보공개에 관한 법률.
- 공공기록물 관리에 관한 법률.
- 부정경쟁방지 및 영업비밀보호에 관한 법률.
- 인공지능 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 기본법.
- 행정기본법.
- 행정소송법.

행정절차법.

행정절차법 시행령.

Charter of Fundamental Rights of the European Union.

Commission Implementing Regulation (EU) 2015/2447.

Regulation (EU) No 952/2013 laying down the Union Customs Code.

4. 판례

대법원 2002. 5. 17. 선고 2000두8912 판결.

대법원 2004. 12. 9. 선고 2003두12707 판결.

대법원 2009. 6. 25. 선고 2008두13129 판결.

대법원 2017. 8. 29. 선고 2016두44186 판결.

대법원 2019. 1. 31. 선고 2016두65718 판결.

대법원 2020. 7. 23. 선고 2017두66602 판결.

대법원 2021. 11. 25. 선고 2021두46414 판결.

대법원 2021. 11. 25. 선고 2021두46421 판결.

인천지방법원 2008. 5. 15. 선고 2007구합5725 판결.

인천지방법원 2020. 6. 12. 선고 2020구합51192 판결.

Court of Justice of the European Union. (2008). Sopropé, C-349/07.

Court of Justice of the European Union. (2014). Kamino International Logistics BV and Datema Hellmann Worldwide Logistics BV, Joined Cases C-129/13 and C-130/13.

ABSTRACT

A Legal Study on AI-Based Customs Risk Screening and the Allocation of Responsibility

Ji-Min Sur*

This study examines how AI is used in customs screening and distinguishes clearly between two stages: (1) the internal stage where AI assesses risk, and (2) the later stage where actual legal consequences follow, such as a customs hold. It organizes the key legal questions under Korean law into four areas: whether AI screening counts as a reviewable administrative act, how much of the process can be automated and what procedural safeguards are needed, who is responsible when errors or bias occur and how evidence works in legal challenges, and how to balance the need to keep risk criteria secret with the legal duty to explain decisions.

The study also looks at how other countries handle these issues — specifically the EU’s customs data systems (EUCDM/ICS2) and the right to be heard, as well as Japan’s NACCS/AFR system, which uses code-based notifications to let parties correct or challenge risk assessments.

Based on this analysis, the study recommends three main reforms for Korea:

First, make it clear that a human official — not the AI — is ultimately responsible for any decision that harms an importer or exporter, and limit situations where the AI’s output automatically triggers a negative outcome.

Second, even when specific risk criteria must remain undisclosed, the customs process should still offer a meaningful explanation(in general terms) along with a clear path to challenge and request reassessment.

Third, improve record-keeping so that when errors or bias occur, it is still possible to conduct a proper review and hold the right party accountable — even if not everything can be disclosed.

| Keywords TO Anti-Dumping Agreement, Anti-Dumping Customs Imposition Enforcement Rules, Disposition, Self-Responsibility Principles, Proof of Evidence

* Professor, Department of International Trade, Pusan National University, jmsur2020@pusan.ac.kr

2026년 미국의 관세정책과 상호주의 통상정책의 변화

김대원*

목 차

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| I. 서 론 | IV. 상호관세와 미국 국내산업 및 소비자 비용 |
| II. 1934년 상호무역협정법과의 비교 분석 | V. 결 론 |
| III. 상호관세와 WTO 정합성 검토 | 참고문헌 |

본 논문은 미국 트럼프 2기 행정부의 관세정책을 통한 미국의 상호주의적 통상정책의 변화와 전망에 대한 것이다. 2025년 트럼프 2기 행정부의 상호관세와 위헌 판결 후 보편관세 부과는 지난 정부들의 전통적 통상정책과는 궤를 달리하는 상징적 이탈 조치로 볼 수 있다. 이것은 제2차 세계대전 이후 미국의 주도하에 구축된 다자간 무역 체제에 대한 중대한 도전으로 WTO 체제의 핵심 목적 중 하나인 안정성과 예측 가능성을 심각하게 훼손하여 위반을 넘어서 WTO 체제가 추구하는 목적 자체를 의도적으로 훼손하고 있다고도 볼 수 있다. 이러한 맥락에서 2025년~26년간의 미국 관세정책은 상호주의에 근거한 미국 통상정책의 근본적 변화 가능성을 보여주고 있고 그 시사점을 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 1934년 RTAA와 2025년 상호관세 간의 비교를 통해 역사적 배경과 제도적 내용이 달라 양자를 평면 비교할 수 없고 1995년 WTO 출범과 함께 그 이전의 상품만을 대상으로 하는 GATT 체제와는 상호적 조정의 의미가 다르다는 것이다. 둘째로 WTO 규범과의 정합성이라는 면에서도 상호관세 조치는 WTO 체제의 보편성과 비차별이라는 기초적 규범을 무시하고 여러 실체적 규범을 위반하고 있다는 것이다. 셋째로 상호관세 조치로 의도한 미국 국내산업 보호가 의도하는 만큼 이루어지지 않고 있다는 것이다. 마지막으로 상호관세 조치의 시행 과정을 보면 제도적 결함뿐만 아니라 트럼프 대통령의 예측 불가능한 개인적 심리에 통상정책이 좌지우지 되고 있는 점이 반복되고 있는 불안정한 상황이 계속되고 있다는 것으로 이는 미국뿐만 아니라 국제통상체제의 불안정을 높이고 있다는 것이다.

| 주제어 상호 및 보편관세, 상호주의, 1934년 RTAA, 미국 국내산업과 소비자 비용, 통상체제의 불안정성

* 서울시립대학교 법학전문대학원 교수, 법학박사, E-mail: dwkim@uos.ac.kr

I. 서론

1. 문제의 제기

2025년 4월 미국 트럼프 2기 행정부의 국제비상경제권한법(International Emergency Economic Powers Act, IEEPA) (50 U.S.C. 1701 et seq.)에 근거한 상호관세 부과는 국제적으로 유럽연합(EU), 중국 등의 보복 조치로 이어지면서 기존 세계무역기구(WTO)하의 MFN 관세를 무력화시킨 “지각변동”과도 같은 사건이었다 (Mavroidis. 2025). 하지만 이러한 상호관세 조치는 국내적으로 합헌성에 대한 제소로 2026년 2월 20일 대법원이 위헌으로 판결하면서¹⁾ 다른 근거의 추가조치 시행이 예고되었고, 2월 25일 현재 무역법 제122조 (Section 122 of the Trade Act of 1974)에 근거한 10% 보편관세가 공지되었다.²⁾ 사실 트럼프 대통령은 이미 1기 임기 동안 WTO 규범을 도외시하는 일련의 일방적 관세 조치를 취했는데, 특히 국가안보를 이유로 하는 조치들은 WTO 규범과 불일치한다는 WTO 패널의 판단을 받기도 하였다.³⁾ 또한 2020년 1월 서명된 미중간의 1단계 무역협정은⁴⁾ 미국의 무역적자를 소련식의 ‘관리 무역’을 통해 해결하려고 함으로써 미국이 WTO 다자체제를 고려하지 않았다고도 비판받았다 (Hufbauer.2020).

한편, 2025년 4월 이전 트럼프의 상호관세는 특정 국가(예: 중국)나 제품(예: 철강 및 알루미늄)을 겨냥하면서 국내 산업 보호나 타국의 정책 변화 압박을 위해 부과된 임시적 조치였으나 4월 2일 대통령 행정명령으로 발표된⁵⁾ 미국의 상호관세는 일부 예외를 제외하고 모든 교역 상대국가와 모든 제품에 적용되는 전면적 조치로 계획되었다. 모든 국가에 대해

1) 미국내 소송 및 분석에 대해서는, Ben Budner, The Questionable Legality of IEEPA Tariffs: Does the Major Questions Doctrine Apply?, 104 Tex. L. Rev. 211 (2025), pp. 235-246; 대법원 판결문은 Learning Resources, Inc. v. Trump, 607 U.S.__(2026) 참조; 위헌판결 후 추가 조치에 관해서는, The White House, Fact Sheet: President Donald J. Trump Imposes a Temporary Import Duty to Address Fundamental International Payment Problems (2026.2.20.) 참조.

2) 미국 세관국경보호국(CBP), CSMS # 67844987 - “Imposing Temporary Section 122 Duties” (2026.2.23.)

3) WTO Panel Report, WT/DS544,552,555,564/R (2022년). 관련 분석에 대해서는 L. Aldo & B. Marco. “The WTO Condemns Trump’s Tariffs on Steel and Aluminium, but Biden Condemns the WTO”. Journal of World Trade 58:1 (2024) 참조.

4) 협정문은 https://ustr.gov/sites/default/files/files/agreements/phase%20one%20agreement/Economic_And_Trade_Agreement_Between_The_United_States_And_China_Text.pdf 참조.

5) US Executive Order of the President, “Regulating Imports With a Reciprocal Tariff To Rectify Trade Practices That Contribute to Large and Persistent Annual United States Goods Trade Deficits” (2025.04.02.) (이하 ‘EO 14257’) 참조.

기본 관세율 10% (기존 관세율에 추가 적용)를 부과하며, 양자 간 무역 수지에 따라 국가별로 인상되고, 동 관세는 국가별뿐만 아니라 제품별로도 차등 적용되어 수출국이 미국에 대해 적용하는 관세 또는 비관세 장벽이나 왜곡 정도를 기준으로 책정될 예정이었다. 이후 몇 달간 미국은 초기 대규모 관세 인상 중 상당수를 철회하고 우리나라를 비롯한 다수 국가들과 이른바 ‘기본합의’ (framework agreements)에 이르는 일련의 협상을 진행했지만 일관성 없고 즉흥적인 관세 조치발표로 많은 우려를 자아내고 있다.⁶⁾

〈표 1〉 미국의 IEEPA 상호관세(E.O. 14257) 주요 내용

대상국가	대세계 (캐나다 및 멕시코 제외)
대상제품	대부분 제품 (1962년 무역확장법 제232조 조치 대상 품목 및 E.O. 14257 부록 II에 적시된 기타 품목 제외)
부과내용	10% 대세계 관세 부과 (2025.4.5.부터 시행) 10%~41%의 국가별 세율 부과 (2025.7.31. 새로운 국가별 관세율(개정된 E.O. 14326의 부록 1) 공표 및 2025.8.7.부터 시행)
주요 국가 합의 결과	
한국	2025.8.1. 15%로 적용 2025.11.13. 공동성명 발표 MFN 세율 또는 FTA 세율이 15% 이상인 한국산 제품의 추가관세율은 0%, 15% 미만인 한국산 제품의 추
EU	2025.8.21. 공동성명 발표 (2025.9.1.부터 시행) MFN 세율이 15% 이상인 EU산 제품의 추가관세율은 0%, 15% 미만인 EU산 제품의 추가 종가세율 합계는 15% 특정 EU 제품에 대한 면제

출처 : 미국 의회조사국(Congressional Research Service), 2026

6) 대표적으로 유럽연합(EU)의 경우를 보면 미국은 2025년 2월 26일에 EU 수출품에 25% 관세 부과 계획을 예고하였고 4월 2일 60여 개국 대상의 상호관세를 발표했으며, 해당 국가들의 대미 무역수지에 따라 최대 50%에 달하는 관세를 부과 계획이었다. 이 국제경제비상권한법(IEEPA)에 따른 관세에 따르면, EU산 수입품에 대한 미국의 상호 관세율은 20%로 설정될 예정이었고 5월 23일 트럼프 대통령은 6월 1일부터 EU에 대해 50%의 보복 관세를 부과하겠다고 발표했다. 5월 25일에는 이 관세 발효일을 7월 9일로 연기한다고 밝혔다가 7월 12일 트럼프 대통령은 EU에 대한 보복 관세율을 8월 1일까지 30%로 설정하겠다고 발표했다. 하지만 7월 27일 협상 타결이(틴베리 합의) 되어 15% 관세 부과가 결정되었다. 하지만 2026년 2월 20일 미국 대법원의 IEEPA 관세 위헌 판결 후 트럼프 대통령이 법적 근거를 바꾸어 무역법 122조에 따라 15%의 보편관세를 부과하였고 EU 의회는 관세 합의의 명확성과 안정성을 이유로 틴베리 합의의 비준을 현재 보류한 상태이다. 참고로 IEEPA와 122조는, 그 근거 (국가비상사태 vs. 대규모 국제수지 적자)나 시한의 존재(122조는 150일 한정), 122조하의 조치는 국가별 차등 관세가 불가하다는 점 등에서 차이가 있다.

2. 상호관세의 의의

2025년 EO 14257에 따르면 미국의 상호관세란 “모든 교역 상대국으로부터의 모든 수입품에 대해 국제무역의 흐름을 재조정하기 위해 부과하는 추가적 종가세”를 의미한다.⁷⁾ 일단 여기서 ‘국제무역의 흐름을 재조정’한다는 것은 미국과 여타 교역국간의 ‘무역관계의 비대칭성’과 관련되고 이러한 비대칭성은 여타 교역국과의 관세율의 비상호적 차이뿐만 아니라, 비관세 장벽도 포함하는 것으로 설명된다.⁸⁾ 통상에서의 상호성 또는 상호주의(reciprocity)란 무역 관계에서 균형을 유지하는 것을 의미하며, 이는 국내 시장 접근이 해외 시장 접근과 교환되고 상호 합의된 공정한 무역 규칙이 수립되는 것을 의미한다(Rhodes, 1993). 따라서 불균형하거나 공정하다고 인식되는 규칙을 위반하는 경우 균형을 회복하기 위한 보복 조치를 촉발할 수 있는데 EO 14257 전문에서도 “미국 상품 무역의 대규모 및 지속적인 연간 적자는 상당 부분 양자 무역 관계에서의 상호성 부족으로 인해 발생[하고] 이러한 상황은 미국 제조업체들이 해외 시장에서 제품을 판매하기 어렵게 만드는 불균등한 관세율과 비관세 장벽으로 입증”되어 상호관세가 필요하다고 기술하고 있다. 결국 이러한 비대칭적 불균형의 누적 효과로 미국내 제조업체의 확장 기회는 축소되고 결과적으로 제조업 일자리 감소, 제조 역량 약화, 방위산업 분야를 포함한 산업 기반의 위축을 가져와 미국 경제 및 국가 안보 위해를 미치는 상황이 발생하고 있어 IEEPA 등에 근거하여 상호관세를 부과하게 되었다는 것이다. 이 점은 상호주의의 비판론자들의 우려와도 맥락을 같이하는데 양자관계에서 균형되고 공정한 무역이란 과도한 주관적 기대를 벗어나기 힘들고 또한 국내 보호주의적 압박 때문에 쉽사리 남용될 여지가 크다는 것인데 (Rhodes, 1993), 2025년 미국의 상호관세 조치를 통해서도 자의적인 보복조치로서의 위험성을 인식할 수 있다.

국제관계에서 상호주의는 본질적으로 다중적 범주를 갖는데, 먼저 특정적 상호주의(specific reciprocity) 범주로 “엄격히 규정된 순서 안에서 지정된 파트너들이 동등한 가치

7) EO 14257, 제2조 참조 (“It is the policy of the United States to rebalance global trade flows by imposing an additional ad valorem duty on all imports from all trading partners except as otherwise provided herein.”).

8) EO 14257, id., 제1조: 특히 동조에서는 비관세 장벽에는 기술적 무역 장벽, 비과학적 위생 및 식물위생 규정, 불충분한 지식재산권 보호, 억제된 국내 소비(예: 임금 억제), 취약한 노동·환경·기타 규제 기준 및 보호, 부패 등이 포함된다고 설명한다.

의 물품을 교환하는 상황”을 지칭하는 경우로 경제학과 게임 이론에서 상호성의 전형적인 의미로 조건부 최혜국 대우가 이에 해당한다 (Keohane, 1986). 또한 동등성의 정의가 다소 느슨하고 일반적으로 수용되는 행동 기준을 포함하여 기대되는 행위가 신축적으로 조정될 수 있는 확산적 상호주의(diffuse reciprocity) 범주가 있는데 무조건적 최혜국 대우를 예시로 들 수 있다 (Keohane, 1986). 상호주의적 측면에서 미국 통상정책은 국제 체제의 변화와 자국 이익 우선에 따라 특정적 또는 확산적 상호주의를 활용하며 상호주의의 내용을 반복적으로 재조정해왔다.

EO 14257의 전문에서 나타나 있듯이 트럼프 행정부는 ‘공정한’ 무역을 위해서는 상호주의가 필요하다고 1기와 2기 모두에서 반복적으로 주장해왔다. 이 경우의 상호주의는 ‘특정적 상호주의’ 범주에 해당하는 것으로 모든 무역 규모와 무역 조건이 “서로 거울처럼 똑같이 반영되어야 한다” 의미의 엄격한 상호주의로 미국이 주요 교역국 모두와 무역 적자를 기록하고 있고 이는 불공정 무역의 증거로 그 불균형을 바로잡기 위해 징벌적 무역 제재를 부과해야 한다는 것이다 (Chow & Sheldon, 2021). 하지만 후술하는 바와 같이 2025년 트럼프 대통령의 상호관세는 미국도 회원국인 GATT/WTO 서문에서 언급하는 “상호 호혜적인”(mutually advantageous) 상호성을 충족시키지 못하고 WTO 회원국 간의 상이한 경제 발전 수준을 고려하여 개발도상국을 배려하는 최소한의 정치적 의무도 도외시켰다는 비판에서 자유로울 수 없을 것이다.

본 논문은 상호관세의 국제통상적 의미를 미국 통상정책과 연결하여 분석하고 시사점을 분석하고자 한다. I장에서 검토한 상호관세의 의의와 특징을 바탕으로 II장에서는 미국 통상정책에서 상호주의적 분기점을 이룬 1934년 상호무역협정법(RTAA)의 내용과 시사점을 살펴본다. III장에서는 2025년 상호관세의 다자주의와의 정합성을 검토하면서 실증적인 불합치 점들을 판단하고자 한다. IV장에서는 또 다른 상호관세의 정책적 근거였던 미국내 산업 보호의 실증적 평가를 하고 V장에서는 이상의 논의를 바탕으로 상호관세의 미국 통상정책적 측면의 전망과 WTO 다자 체제적 맥락의 시사점으로 결론을 제시한다.

II. 1934년 상호무역협정법과의 비교 분석

1. 의의

상호관세에 관한 EO 14257의 전문에서 역사적 배경으로 언급된 1934년 상호무역협정법(Reciprocal Trade Agreement Act: RTAA)은 상호주의와 관련하여 미국 통상정책의 중요 변환점이기 때문에 전제적으로 분석될 필요가 있다. RTAA는 대통령에게 특정 범위 내에서 외국과 상호 무역 양보를 하는 상호 조약을 체결할 권한을 부여하는 것을 주된 골자로 하는 법으로 고관세로 악명높았던 1930년 스무트-홀리법(Smoot-Hawley Tariff Act)을 수정한 것이다. 따라서 스무트-홀리 관세법의 개정안으로 운영된 1934년 RTAA는 미국 무역정책의 결정적 전환점을 마련했으며, 관세 설정 권한을 의회에서 행정부로 이관함으로써 보다 유연하고 목표 지향적인 무역 협상을 가능하게 했다 (Schnietz, 2000). 원래 미국은 헌법상 통상과 관세의 부과 및 징수 권한을 의회에 부여하고 있는데 스무트-홀리법에 따른 고관세와 수출부진 등의 부작용을 타개하기 위한 RTAA 이후 의회가 대통령에게 무역 협정 협상 권한을 주기적으로 위임해 왔으며, 그 일환으로 미국 관세율 변경을 선포할 수 있는 권한(무역촉진권한, TPA)을 부여해 왔다. 예를 들어, 2015년 the Bipartisan Congressional Trade Priorities and Accountability Act (TPA-2015) 제103조(a)항은 대통령이 미국의 대외 무역에 “과도한 부담과 제한”을 가한다고 판단하는 “관세 또는 기타 수입 제한”을 축소하기 위해 외국과 무역협정을 체결하고, 의회의 추가 조치 없이 미국 관세율에 대한 제한적 변경을 공포할 수 있는 권한을 부여하였다⁹⁾: TPA-2015는 2021년 7월 1일 만료되어 향후 의회 조치 없이 무역협정 내 관세 변경을 승인할 지 여부를 의회가 검토할 수 있도록 하고 있다.¹⁰⁾

9) 19 U.S. Code § 4202

10) CRS (미국 의회조사국), Presidential Authority to Address Tariff Barriers in Trade Agreements under Trade Promotion Authority (TPA) (2025.9.19.), p.1; 2020년 12월, 1기 트럼프 대통령은 TPA-2015 제103조(a)항에 따른 선포 권한을 행사하여 유럽연합(EU)과의 관세 장벽 관련 무역협정을 시행하였다.

2. RTAA의 주요 내용

RTAA는 그 당시 국무장관이었던 코델 헬(Cordell Hull)이 주도한 것으로 그 핵심 원칙이 1947년 GATT와 연이은 WTO의 핵심 내용을 이루고 있어 현재 다자체제, 특히 관세와 상호주의의 체계적 의미를 이해하는 데 매우 중요하다 (Dam. 2004). 먼저, 시대적 상황으로 1930년대는 스무트-홀리법에 대한 반발로 많은 국가들이 미국 수출품에 대해 관세 인상을 통해 보복하였고 (정재환. 2010), 1932년 오타와 협정에서 영국 연방이 제국 우대(Imperial Preference) 정책을 공식화하여 미국 수출에 심각한 타격을 입혔다는 것이다. 둘째로 헬에 의한 RTAA는 따라서 관세 인하를 통한 자유무역과 국제 평화 증진의 필요성의 산물이라는 것이다. 특히, 헬 장관이 무역제재와 특정 외국 산업을 파괴하는 수출보조금, 그리고 그 당시 제국 우대 조치로, 영국과 그 식민지, 영연방 국가들이 서로에게 타국보다 유리한 대우의 불공평성에 대한 강한 비판을 보면 통상에 대한 비차별 원칙의 추구를 볼 수 있고 이것이 GATT 체제에 이어지고 있다는 점이다(Dam. 2004). 셋째로 헬의 원래 의도는 일방적 관세 인하였지만 정치적으로 현실적이지 않고 오직 외국 관세 인하를 통한 수출 시장 확대 전망만이 국내 관세 인하로 이어질 수 있어 상호주의를 채택하였다는 것이다.

추가로 1934년 RTAA는 관세협상과 관련하여 미국 의회의 '사전 승인 절차'를 포함했다는 점이 중요한데 이후 무역촉진권한(TPA)의 시초가 되었다 (Koh. 1992). 이러한 사전승인 절차는 수출 산업이 수입 경쟁 산업과 최소한 잠재적으로 동등한 발언권을 부여하였다는 의미가 있다. 헬 접근법의 또 다른 중요한 측면은 양자 협정에 '무조건적' 최혜국 대우 조항을 포함시킨 것이었다: 비록 제1차 세계대전 이전에는 무조건 또는 일반적 최혜국 대우가 널리 사용되었지만, 이후 한동안 조건부 최혜국 대우를 채택하였는데, 조건부 최혜국 대우는 정치선동으로는 효과가 있지만 실질적 효과가 없었다: 왜냐하면, 무엇보다도 고관세의 보호주의 정책과 수십 개국에 수천 가지 상품에 이를 각각 적용하여 산정해야 하는 무거운 행정적 부담 때문에도 효과가 없었다 (Dam. 2004). 따라서 그 당시 일반적 최혜국 대우로의 전환이 관세를 자체가 높은 보호주의 정책하에서는 별다른 성과를 거두지 못하였다고 한다 (Snyder. 1940). 미국의 경우도 1922년 무역법에서 무조건적 MFN이 채택되었지만 이 법안이 의회를 통과한 것은 아마도 평균 관세율의 인상으로 정치적 지지층을 확보할 수 있었기 때문이라 한다 (Dam. 2004).

3. 상호관세 조치와의 비교 분석

따라서 RTAA과 비교할 때 2025년 트럼프 대통령의 상호관세 정책은 다음과 같은 2가지 상징적 변화를 나타낸다고 평가할 수 있다. 먼저, 통상과 관련해서는 그간 미국의 WTO 체제에서의 핵심적 역할을 포기하고 국가안보를 내세운 경제 안보(economic security) 우선의 일방적 압박 전략으로 변화하고 있다는 것이다. 이것은 2019년 1기 때와 같이 다자간 상호주의에서 일방적 압박주의로의 전환을 가속화한 미국 통상 전략의 핵심적 변화이며 2차 대전 이후 미국의 주류적 경제 외교 정책 전환으로 평가된다 (Drezner, 2019). 통상규범적 측면에서는 양허관세의 설정과 지속적 인하 및 그 보호원칙인 비차별원칙의 견지로 대변되는 GATT/WTO 규범의 심각한 훼손과 이에 따른 다자통상체제의 空洞化를 의미한다 (Badaw, 2026).

관련하여 트럼프 대통령은 자신의 ‘미국 우선주의’ 무역 정책이 미국 경제의 ‘황금시대’라 불리는 시대로 회귀하는 것인데 이는 “1870년부터 1913년 사이에 [미국이] 가장 부유했다”는 언급에서도¹¹⁾ 나타난다. 그 당시 미국의 급속한 산업 발전은 높은 관세로 보호받았으며, 이는 정부 재정의 주요 원천이었고, 최소한의 정부 규제, 법인세 부재, 높은 수익성, 급속한 기업 성장에 기반해 부가 축적되었으나 소득과 부의 극심한 불평등이 동반된 시기로 평가된다 (White, 2017). 이러한 목표와 일관되게, 2025년 미국 우선 정책도 관세를 통해 더 많은 정부 세수를 확보하여 법인세 감면을 지원함으로써 기업 수익성을 더욱 증대시키려 한다.¹²⁾ 결국 이에 따르면 상호관세 정책은, 국가 간 교역을 양측 모두에게 이익이 되는 것으로 보아서는 안 되며 제로섬 게임으로 간주해야 한다는 중상주의적 사상에 기반을 두고 있다는 점을 (Reinert, 2023) 알 수 있다. 트럼프 대통령도 이런 맥락에서 지난 수십 년간 미국이 자유주의적 국제 질서에서 손해를 보고 있고 무역 적자를 경제 약세의 신호로 해석하면서 미국이 체결한 각종 FTA의 재협상을 추진하였다: 2016년에는 북미자유무역협정 (NAFTA)을 “역사상 체결된 최악의 무역 협정”이라고 표현하며 새로운 USMCA를 체결했고

¹¹⁾ W. Weissert (2025) ‘Trump has touted Gilded Age tariffs, an era which saw industrial growth with poverty’, March 10, PBS News. (<https://www.pbs.org/newshour/politics/trump-has-touted-gilded-age-tariffs-an-era-whichsaw-industrial-growth-together-with-poverty>).

¹²⁾ E. York & A. Durante (2025) ‘How Much Revenue Can Tariffs Really Raise for the Federal April 10, Tax Foundation, Washington (<https://taxfoundation.org/research/all/federal/universal-tariff-revenue-estimates/>)

2019년에는 관세를 “미국 역사상 가장 위대한 협상 도구”라고 규정하기도 했다.¹³⁾

둘째로 경제외교의 전반적 접근과 관련해서도 트럼프식의 경제 외교 접근법은 전후 미국 무역 정통론과의 근본적 단절을 반영했다: 즉, 이전 행정부들이 상호 양보를 기반으로 한 다자적 틀 내에서 무역 자유화를 추구했던 반면, 트럼프의 비전은 양자적 거래주의, 제로섬 경쟁, 경제적 강압의 전략적 활용을 강조했다 (Mollah. 2025). 이러한 비전은 트럼프 2기 행정부에서 더욱 구체화되어 법적 제도적 뒷받침을 통해 국제통상체제의 구조적 변화를 기획하고 있고 이러한 변화는 2차대전 이후 축적되어 온 자유주의적 국제 경제 질서의 구조적 긴장까지 초래하고 있다. 이러한 맥락에서 상호관세 조치는 일종의 ‘패권 안정 가설’ (hegemonic stability theory) 맥락에서도 살펴볼 수 있다 (Webb & Krasner. 1989). 이 이론은 자유주의적 국제 경제 질서가 미국의 리더십에 의존하여 운영되었다는 것으로 2025년 미국의 상호관세 조치는 패권적 책임에서 후퇴하고 이전에 구축에 기여했던 구조를 해체하는 신호로 해석될 수 있을 것이다. 또한 이것은 미국의 다자주의에 대한 회의론과 양자간 협상 및 상호관세 선호에서 보듯이 이전의 협력적 자유주의에서 벗어나 거래 중심의 분화된 세계 질서로 이동하는 현재의 추세를 보여준다고도 할 수 있다 (Krishnakumar. 2018).

III. 상호관세와 WTO 정합성 검토

미국의 상호관세 조치는 “기존의 다자간 무역 체제를 고려하지 않고 한 국가가 다른 국가에 대해 일방적으로 채택한 조치”라는 의미로 WTO 체제하의 일방적 무역 조치라고 볼 수 있다 (Kong. 2018). WTO는 분쟁해결양해(DSU) 제23.1조에 따라 DSU에 의하지 않은 일방적 시정 조치를 허용하지 않기 때문에 WTO 의무를 준수하거나 분쟁해결기구(DSB)가 승인한 대응조치는 가능하고 일반 국제법상 정당화될 수 있으나 DSB의 승인 없는 타 회원국의 대응조치 또한 위법한 조치로 판단된다. 따라서 미국 상호관세 조치와 WTO 규범과의 정합성을 구체적으로 검토할 필요가 있다.

¹³⁾ Bloomberg (2019.3.4.), ‘Evidence Grows that Trump’s Trade Wars are Hitting U.S. Economy’ (<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019>).

1. GATT 제1조 (최혜국대우 원칙) 위반

국제통상법상 비차별 원칙은 원산지나 수입품 또는 국산품인지의 여부와 상관없이 모든 동종 상품에 대해 불리하지 않은 대우를 해야 한다는 원칙으로, WTO 다자무역체제의 초석을 이루며 공정하고 예측가능한 통상관계를 보장하는 데 기여하고 있다. 비차별원칙은 최혜국 대우와 내국민 대우로 이루어지고 이 중 최혜국 대우 원칙은 WTO 회원국은 타국을 원산지로 하거나 행선지로 하는 상품 간에 차별 하지 않도록 요구하고 있다. GATT 제1.1조는 최혜국 대우 심사는 (1) 문제되는 조치가 다른 모든 회원국의 영토를 원산지로 하거나 행선지로 하는 상품에 '혜택'을 부여하였는지, 둘째로 관련된 상품이 동종상품인지, 셋째로 관련된 모든 상품에게 문제되는 혜택이 즉각적이고 무조건적으로 제공되었는지에 대한 심사를 규정하고 있다.

미국의 상호관세의 경우 동종상품에 대해 회원국별로 10%에서 50%에 이르는 추가 관세를 부과하고 있는데 이러한 차별적 조치는 GATT 제1조 제1항에 명시된 최혜국 대우 의무와 명백히 상충된다.

2. GATT 제2.1조 (관세 양허) 위반

GATT 제2조 제1항 (a)호는 각 회원국은 타 회원국의 무역에 대해 GATT 협정에 부속된 해당 양허표의 관련 부분에서 제공하는 것보다 불리한 대우를 해서는 안 된다고 규정하고 있는데 동 양허표는 GATT 협정의 불가분한 일부이므로 미국은 이를 준수할 법적 의무가 있으며 일방적으로 관세를 인상할 수 없어 미국의 상호관세는 GATT 제2.1조 위반이다.

3. GATT 제28조 (양허 수정 조건) 위반

GATT 제28조 제1항은 회원국이 양허표상 양허를 수정 또는 철회하려면 해당 양허를 최초 협상한 당사국, 계약 당사국이 주요 공급 이익을 가진 것으로 판단한 기타 당사국과 협상하여 합의를 도출한 후, 상당한 이익을 가진 것으로 간주되는 당사국과 협의한 후에야 가능하다고 규정한다. 그러나 미국이 상호관세를 채택함에 있어서는 어떤 계약 당사국과도 협상

을 진행하지 않았으며, 수정 전 보장된 상호적·상호 이익적 양허의 총체적 수준을 유지하기 위한 보상도 제공하지 않았다. 또한 미국의 조치는 특정 품목에 대한 표적 조정이 아닌 사실상 모든 제품에 걸친 광범위한 인상이었기에, 제28조 제2항이 예정한 것과 같은 다른 제품에 대한 보상적 감축을 제공하는 것은 사실상 불가능했다. 또한 제28.3조(a)호는 합의 없이도 수정이 가능하도록 허용하지만, 동시에 영향을 받는 당사자들—원래 협상 파트너 및 주요 공급자나 상당한 이해관계를 가진 자들—에게 6개월 이내에 실질적으로 동등한 양허를 철회할 권리를 부여하며, 이러한 철회는 서면 통보 30일 후에 효력을 발생한다. 따라서 미국의 보복 관세에 대한 타 회원국의 대응 조치는 WTO 규칙에 부합되고 제28조는 특정 관세 양보의 수정을 규율하기 위해 마련된 것이지, 미국이 일방적으로 부과한 유형의 전면적 관세 인상을 다루기 위한 것이 아니다.

4. GATT 제11조 (수량 제한 금지) 위반

미국의 상호관세는 기존 관세에 추가로 부과되어 일반 관세를 넘어서는 제한으로 작용한다는 점에서 GATT 제11조에 따른 수량 제한에 관한 일반적 금지 규정도 위반한다.

5. GATT 제36.8조 (개발도상국에 대한 비상호성) 위반

GATT 제36조 제8항은 선진 계약 당사국이 저개발 계약 당사국의 무역에 영향을 미치는 관세 및 기타 장벽을 감축하거나 철폐하기 위한 협상에서 이행한 약속에 대해 상호성을 기대해서는 안 된다고 규정하고 있다. 물론 제36.8조가 법적 의무인지에 대한 논란은 있으나 미국이 부과한 상호관세는 WTO 체제 내에서 개발도상 회원국에 대한 특별 및 차별적 대우라는 기준에는 위배된다.

6. GATT 제20조 (일반예외) 요건 미충족

2018년 미국의 1974년 무역법 제301조에 따라 USTR이 중국의 강제 기술이전 등을 이유로 중국산 특정 수입품에 대해 상호관세와 같은 추가 관세 조치에 대해 중국이 제소한

WTO 분쟁에서 중국은 미국의 추가관세 조치가 GATT 제1.1조 (MFN) 및 제2.1조 (a)와 (b) 위반 주장을 제기하였고, 미국은 문제의 조치가 GATT 제20조(a) 따라 정당화된다고 항변하였다. WTO 패널은 미국의 추가 관세 조치는 GATT 제1조와 제2조 위반이며¹⁴⁾ 또한 GATT 제20조(a)의 ‘공중도덕’ (public moral) 예외에 해당하지 않는다고 판단하였다.¹⁵⁾ 미국은 조치의 이유가 된 중국의 행위, 즉 중국기업에 이익을 주기 위해 강압과 속임수로 미국기업의 지식재산권, 영업비밀, 기술 등을 부적절하게 획득하는 행위는 미국의 ‘불공정 경쟁관행’(unfair competitive practices)에 해당되며, 따라서 GATT 제20조(a)의 공중도덕에 포함된다고 주장하였다. 이에 대해 중국은 어떤 행위를 국내법에서 형사 처벌한다고 하여 그것이 공중도덕에 해당하는 증거가 될 수 없다고 반박했다.

패널은 우선 예외 조항의 적용 범위를 결정하는 기존 접근법을¹⁶⁾ 요약하면서 이전 상소기구 및 패널 보고서가 일관되게, ‘공중도덕’이라는 용어는 “옳고 그름의 행동(즉, 사회적 가치)과 관련된 생활 습관의 집합체로서, 특정 공동체나 국가에 속하거나 영향을 미치거나 관련된 것”으로 정의한 것으로 요약하였다.¹⁷⁾ 결론적으로 패널은 GATT 제20조(a)에서 ‘공중도덕’의 한계를 구체적으로 정의하지 않고, 지식재산권이나 기술 등을 불공정하게 취득하는 것에 대한 미국의 대응조치는 GATT 20조(a)의 공중도덕에는 해당하지만 미국의 조치가 목표 달성에 필요성 요건을 충족시키지 못한다고 결론지었다.

7. GATT 제21조 (안보 예외) 요건 미충족

미국의 상호관세에 관한 행정명령 EO 14257은 미국의 지속적인 상품 무역 적자를 근거로 이러한 적자가 경제 및 국가 안보에 위협을 초래한다고 주장하면서 비상사태 선포 및 보복 관세 부과를 정당화하였다. 만약 보복적 상호관세가 위에서 논의한 GATT/WTO 규칙과 불일치하는 것으로 판단될 경우 미국은 제20조와 함께 GATT 제21조를 원용할 가능성

14) WTO 패널보고서, WT/DS543/R (US-Tariff Measures), paras. 8.1-8.2.

15) WT/DS543/R, id., paras. 7.236-7.238 & 8.1.

16) 대표적인 WTO 상소기구 보고서로 WT/DS2/AB/R (‘US-Gasoline’), p. 22 (“제20조에 따른 정당화가 해당 조치에 적용되기 위해서는, 문제의 조치가 제20조에 열거된 특정 예외 사항 (a)항부터 (j)항까지 중 하나에 해당할 뿐만 아니라 제20조의 두문 조항이 부과하는 요건도 충족해야 한다. 즉, 분석은 두 단계로 이루어진다: 첫째, 제20조 [각 항]에 따른 조치의 성격 규정을 근거로 한 잠정적 정당화; 둘째, 동일한 조치를 제20조 두문 조항에 따라 추가로 평가하는 것이다”).

17) WT/DS543/R, para. 7.115.

이 높다. 2018년 트럼프 1기 행정부에서 국가안보를 이유로 1962년 무역확장법 제232조 (19 USC § 1862)에 근거하여 수입 철강제품에 대해 추가 관세로 수입을 제한한 조치에 대한 미국의 GATT 제21조(b)(iii)항에 근거한 항변에 대해 WTO 패널은 당사자들이 제출한 증거와 주장에 근거하여 해당 조치가 “전쟁 시 또는 국제 관계상 기타 비상시”에 취해진 것으로 볼 수 없고 따라서 GATT 제1.1조(MFN), 제2.1조(관세양허), 그리고 제11.1조(수량 제한 금지) 등의 위반에 대해 국가안보 사유로 정당화 되지 않는다고 판시하였다.¹⁸⁾ 특히, 패널은 “국제 관계상의 기타 비상사태”가 반드시 전쟁과 동일한 중대성을 지닐 필요는 없으나, 그 영향 측면에서 국제 관계에 미치는 심각성이 비교 가능해야 한다고 판단하면서 특히 미국이 제출한 글로벌 과잉 생산 능력에 관한 증거를 검토 후, 미국이 주장한 상황이 국제적 긴장이나 심각성의 요구 수준에 미치지 못해 그러한 예외에 해당하지 않는다고 결론지었다.¹⁹⁾

IV. 상호관세와 미국 국내산업 및 소비자 비용

상호관세의 국제정치통상적 맥락과 함께 분석을 위해 중요한 요소는 상호관세의 미국 국내적 비용 문제이다. 왜냐하면 많은 경우 상호주의라는 수사(修辭)는 경제적 개념이라기보다 정치인들이 유권자들의 보호주의적 정서에 호소하기 위한 수단에 불과할 수 있기 때문이다: 즉, 2025년 상호관세 조치는 세계화와 무역 불평등에 환멸을 느끼는 유권자들의 불만이 라는 정치적 압력에 대한 대응일 수 있기 때문이다 (Mollah. 2025). 상호관세 부과시 경제적 ‘공정성’을 전면에 내세운 것으로 봐도 정치적 결정이 종종 선거 기간 동안은 과감하고 눈에 띄는 보호무역 조치를 취하도록 부추기고 미국의 경우도 역사적으로 중간 선거와 대통령 선거 연도 모두에서 경제 주권과 국가 생산량을 우선시해왔다 (Mollah. 2025). 상호관세는 그러한 맥락에서 국내 제조업 및 전통 산업 부문을 대표하는 많은 영향력 있는 로비 단체들의 지지를 받았다 (Ehrlich. 2008) 특히 정치적 포퓰리즘이 확장됨에 따라 특히 미국의 주요 산업 주에서 상호관세는 복잡한 경제 문제를 “공정성”과 “통제권 회복”이라는 강력한 감정적 구호로 되면서 지금까지의 자유주의적 무역질서가 의지했던 비교우위론이나 국제적

¹⁸⁾ WTO 패널보고서, WT/DS544,(552,556,564)/R, para. 7.149.

¹⁹⁾ WTO 패널보고서, WT/DS544,(552,556,564)/R, para. 7.137-163.

상호 의존성보다는 정체성과 주권 문제로 무역 정책을 전략적으로 재정립하는 것이었다 (Donnelly, 2024).

이것은 상호관세로 대표되는 미국의 현재 통상정책의 기류가 정책적 근거로서 실증적 경제 지표나 상호 협상이 아닌 보복적인 정치적 수사 기반의 '보복적' 논리에 의해 추진됨을 시사한다. 이러한 방식은 국내 일부 지지세력을 얻을 수 있지만 미국 경제에 미치는 장기적 영향은 부정적일 것으로 예상된다. 현실에서 관세 부과로 인해 의류, 전자제품, 자동차 부품 등 수입품의 가격이 상승하여 국내 소비자의 부담이 가중되고 있고 특히 상호관세가 베트남 등의 저가 소비재 수출국을 포함하고 있기 때문에 그 영향은 중하위 소득 미국 가정에 불균형적으로 미칠 것이다.²⁰⁾ 또한 팬데믹 이후 회복 과정에서 주요 문제인 인플레이션은 자발적 비용 증가로 인해 악화될 수 있고 이러한 인플레이션 압박은 연방준비제도(Fed)의 금리 인상으로 연결되어 차입자, 특히 주택 및 신용 의존 산업 종사자들에게 부담을 가중시킬 것이다 (Jacobs et al. 2025). 이러한 경제 전반의 높은 투입 비용은 국제 공급망에 의존하는 미국 산업에 타격을 주어 글로벌 시장에서의 경쟁력을 약화시킬 가능성 또한 매우 높다. 또한 트럼프 대통령의 주된 지지 기반인 농업 부문 또한 여러 간접적 영향을 경험하고 있는데 농민 및 기타 생산자들은 보복 관세가 직접적으로 그들을 겨냥하지는 않더라도 보복 조치에 매우 취약하다.²¹⁾ 일반적으로 중국이나 유럽연합과 같은 국가들이 콩, 옥수수, 육류에 관세를 부과하는 방식으로 보복할 경우, 수출 시장에 의존하는 미국 농촌 지역에 불균형적으로 부정적인 영향을 미친다고 분석된다 (Grant et al. 2019).

²⁰⁾ The Daily Star. (2024). 'Bangladesh, Vietnam overtake India in low-cost manufacturing' (<https://www.thedailystar.net/business/news/bangladesh-vietnam-overtake-india-low-cost-manufacturing-wb-3696826>).

²¹⁾ 예를 들어 2025년 3월 10일 발효된 중국의 미국산 닭고기, 면화, 옥수수, 밀에 대한 15%의 보복관세, Trade Compliance Resources Hub, (<https://www.tradecomplianceresourcehub.com/2026/02/22/tariff-2-0-tariff-tracker/>) 참조.

V. 결론 : 시사점

2025년 트럼프 상호관세는 한편으로는 오바마 1기에서 시작되어 트럼프 1기 및 바이든 행정부로 이어진 미국 조야의 추가적 무역 자유화 억제 정책의 연장선상에 있지만 다른 한편으로는 트럼프 2기 행정부의 지난 정부들의 전통적 통상정책과는 궤를 달리하는 상징적 이탈 조치로 볼 수 있다 (Dunoff & Pollack, 2025). 이것은 제2차 세계대전 이후 미국의 주도하에 구축된 다자간 무역 체제에 대한 중대한 도전으로 WTO 체제의 핵심 목적 중 하나인 생산자, 무역업자, 소비자에 대한 “안정성과 예측 가능성 (security and predictability)”을 심각하게 훼손하여 위반을 넘어서 “국제통상법이 추구하는 목적 자체를 의도적으로 훼손하고 있다”는 점이다.²²⁾

따라서 상호관세가 미국 통상정책의 근본적 변화 가능성을 보여주고 있다는 전제하면서 다음의 시사점을 생각할 수 있다. 먼저, 1934년 RTAA와 2025년 상호관세간의 비교에서 알 수 있듯이 양자의 차이점으로 가장 중요한 것으로 (1) 배경적인 역사적 상황이 다르다는 것이다. RTAA 당시는 현재의 GATT/WTO와 같은 다자통상체제는 없었고 과세 대상 수입품의 평균 관세율은 1932년 59.1%의 고관세로 미국 경제가 침체기를 겪고 있었다; 하지만 2025년 상호관세 시행 전까지 미국 경제는 다자통상체제의 핵심 국가로 무역자유화의 호황기 혜택을 누리며 평균 MFN관세율이 3%대였다는 것이다. 또한 (2) 상호관세와 최혜국대우 원칙과의 관계로 1930년대처럼 관세율이 높은 국가들이 협정을 통해 고관세를 양보하지 않으면서 기존 협정에서 발생하는 이익을 공유하라는 주장은 현실성도 떨어져서 관세 혜택이 수반되지 않은 최혜국 대우 부여는 관세 협정으로서의 실효성이 부족하다는 것으로 상호적 관세 인하가 아닌 인상 협상은 역사상 전례를 찾기 어렵고 실익을 거두기 힘들 수 있다는 것이다.

둘째로 1995년 WTO 출범과 함께 그 이전의 상품만을 대상으로 하는 GATT체제와는 상호적 조정의 의미가 다르고 추가적 교역대상이 된 서비스나 지재권 교역에서는 각국의 보호주의 메커니즘이 특정 서비스 산업에 대한 국내 규제에 있다는 점이다. 즉, 전통적인 상품 관세 협상에서는 국가들이 수출업자들에게 유리한 상품에 대한 양보를 얻어내면서 수입경

²²⁾ N. Lamp, What President Trump's "Reciprocal" Tariffs Mean for International (Trade) Law, EJIL: TALK! (2025) (<https://www.ejiltalk.org/what-president-trumps-reciprocal-tariffs-mean-for-internationaltrade-law> 참조).

쟁 상품에 대해 양보하는 식의 상호주의가 작동할 수 있으나 순수한 서비스의 부문별 협상에서는 이러한 상호주의가 작동되기 힘들다는 것이다.

셋째로 WTO 규범과의 정합성이라는 면에서도 상호관세 조치는 WTO 체제의 보편성과 비차별이라는 기초적 규범을 무시하고 여러 실체적 규범을 위반하고 있다는 것이다. 이것은 미국이 WTO의 다자주의, 비차별, 시장 접근 원칙을 사실상 폐기하고, ‘관리 무역’을 수용하며 수치적 결과에 집중하는 거래 중심적 접근 방식을 채택했다고도 평가할 수 있다 (Dunoff & Pollack, 2025).

넷째로 상호관세 조치로 의도한 미국 국내산업 보호가 의도하는 만큼 이루어지지 않고 있다는 것으로 관세 부담을 보면 결과적으로 2026년 2월 현재 2025년 한 해 동안 미국 수입품에 대한 평균 관세율은 2.6%에서 13%로 상승했으며 2025년 11월까지의 수입 데이터를 활용 분석해보면 관세로 인한 경제적 부담의 거의 90%가 미국 기업과 소비자에게 돌아간 것으로 나타났다는 것이다.²³⁾

마지막으로 상호관세 조치의 시행 과정을 보면 제도적 결함 뿐만 아니라 트럼프 대통령의 예측 불가능한 개인적 심리에 통상정책이 좌지우지 되고 있는 점이 반복되고 있다는 것이다. 예를 들어 2018년 미국-멕시코-캐나다 협정(USMCA) 체결 당시 USMCA를 “미국이 체결한 역대 최고이자 가장 중요한 무역 협정”이라며 “모두에게 유익하다”고 찬양했지만 2025년 3월 4일 USMCA 조항을 직접 위반하는 캐나다와 멕시코 수출품에 대한 관세를 발표하였고 며칠 후에는 USMCA 규칙에 기반한 예외 조항 적용을 약속하는 행태를 보이며 국제 합의를 좀비(zombie)로 만드는 행태가²⁴⁾ 반복되고 있다. 이것은 트럼프 대통령이 무역의 증가가 상호 이익이 된다는 기초적 개념을 거부하면서 그 빈자리를 개인의 심리적 선택에 맡기는 행태가 반복되고 있고 기존의 상호적 무역장벽 완화가 아니라 관세라는 수단으로 미국 산업 재건, 국가 안보 보호, 세수 증대, 무역과 무관한 지정학적 목표 추진에 남용되고 있다는 것이다 (Dunoff & Pollack, 2025).

²³⁾ M. Amiti et.al., ‘Who Is Paying for the 2025 U.S. Tariffs?’, Federal Reserve Bank of New York Liberty Street Economics, February 12, 2026, <https://doi.org/10.59576/lse.20260212> (<https://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/2026/02/who-is-paying-for-the-2025-u-s-tariffs/>)

²⁴⁾ J. Gray, ‘The Coming Age of Zombie Internationalism’, GOOD AUTHORITY (2025.03.10.) (<https://goodauthority.org/news/the-coming-age-of-zombie-internationalism>).

‘좀비 국제주의’의 상징적 조치인 상호관세의 행로는 미국 국내적으로는 위헌 판결로 일단 그 기세가 꺾였지만 국제법과 WTO 체제하의 글로벌 거버넌스의 훼손이나 붕괴로까지 진행될 가능성이 있다. 또한 미국 국내법상 문제이기는 하지만 대법원의 IEEPA 위헌판정 전 각국과 체결한 무역협정의 법적 근거가 없어진 상태에서 무역대표부(USTR)가 “2026년 통상정책의제와 2025년 연례보고서”를 통해 1974년 무역법 122조나 301조를 활용한 보완 조치를 예고한 점도 통상정책의 안정성과 관련하여 논란이다.

역사적으로 국제 협력 또는 국제 규범의 강화는 느리고 우여곡절을 겪는 변화였지만 2025년 이후 미국 관세정책의 난맥상은 2차대전 이후 국제통상체제의 변곡점이라는 점에서 주의깊게 지켜볼 수 밖에 없고 그만큼 미국 통상정책도 안개속이라 판단된다.

참고문헌

- 정재환. (2010). 미국 호혜통상협정법 성립에 따른 통상정책전환의 성격과 의미에 관한 연구. 국제상학, 25(3).
- A. Grant et al. (2019) The 2018-2019 Trade Conflict: A One-Year Assessment and Impacts on U.S. Agricultural Exports, The Magazine of Food, Farm, and Resource Issues.
- A. Hoda. (2021). WTO reform: Issues in special and differential treatment (S&DT). Working Paper, No. 406, Indian Council for Research on International Economic Relations.
- A. Mollah. (2025). Reciprocal Tariffs and Global Trade Dynamics: Reassessing U.S. 2025 Trade Policy Through an International Political Economy Lens. Academic Journal of Interdisciplinary Studies, 14(5).
- B. Budner. (2025). The Questionable Legality of IEEPA Tariffs: Does the Major Questions Doctrine Apply?. Texas Law Review, 104(1).
- C. Rhodes. (1993). Reciprocity, U.S. trade policy, and the GATT regime. Cornell University Press.
- D. Chow & I. Sheldon. (2021). Is Strict Reciprocity Required for Fair Trade?. Vanderbilt Law Review, 52(1).
- D. Drezner. (2019). Economic Statecraft in the Age of Trump. The Washington Quarterly, 42(3), 7-24.
- G. Hufbauer. (2020). Managed trade: Centerpiece of US-China phase one deal. Peterson Institute for International Economics(PIIE), Trade and Investment Policy Watch. Available at (<https://www.piie.com/blogs/trade-and-investment-policy-watch/managed-trade-centerpiece-us-china-phase-one-deal>).
- H. Badaw. (2026). From Reciprocity to Retaliation: The Trump Doctrine and the Transformation of U.S. Trade Policy in a Fragmented Global Order. Indian Strategic Studies Forum.
- H. Koh. (1992). The Fast Track and United States Trade Policy, Brooklyn J. Int'L L, 18(1).
- J. Dunoff & M. Pollack. (2025). The Trump Administration's Trade Policy and the International Trading System. The American Journal of International Law, 119(4).
- K. Dam. (2004). Cordell Hull, the Reciprocal Trade Agreement Act, and the WTO. John M. Olin Program in Law and Economics Working Paper, 228.
- K. Reinert. (2023). The Lure of Economic Nationalism : Beyond Zero Sum (Anthem Press).
- K. Schnietz. (2000). The Institutional Foundation of U.S. Trade Policy: Revisiting Explanations for the 1934 Reciprocal Trade Agreements Act. Journal of policy History, 12(4).

- L. Aldo & B. Marco. (2024). The WTO Condemns Trump's Tariffs on Steel and Aluminium, but Biden Condemns the WTO. *Journal of World Trade*, 58(1).
- M. Jacobs et al.(2025). Post-Pandemic Inflation and Compensatory Changes, Race and Social Problems.
- M. Webb & S. Krasner. (1989). Hegemonic stability theory: An empirical assessment. *Review of International Studies*, 15(2).
- P. Mavroidis. (2025). Reciprocal Tariffs in the Quest for Balanced Trade: A Zero-Sum Game for the WTO, RQDI. Available at (<https://id.erudit.org/iderudit/1121448ar>).
- Q. Kong. (2018). An Analysis of the Legality of WTO and Unilateral Trade Measures. *Journal of International Economic Law*.
- R. Keohane. (1986). Reciprocity in International Relations. *International Organization*, 40(1).
- R. Snyder. (1940). The Most Favored Nation Clause and Recent Trade Practices. *Political Science Quarterly*, 55(1).
- R. White. (2017). *The Republic for Which it Stands: The United States during Reconstruction and the Gilded Age, 1865-1896*, Oxford University Press.
- S. Donnelly. (2024). Political party competition and varieties of US economic nationalism: Trade wars, industrial policy and EU-US relations. *Journal of European Public Policy*, 31(1).
- S. Ehrlich. (2008). The Tariff and the Lobbyist: Political Institutions, Interest Group Politics, and U.S. Trade Policy. *International Studies Quarterly*.
- S. Krishnakumar. (2018). United States and Its Challenge to Multilateralism in the Global Economy. *India Quarterly*, 74(4).

ABSTRACT

2026 U.S. Tariff Policy and Changes in Reciprocal Trade Policy

Dae-Won Kim*

This Article examines the changes and prospects of the United States' reciprocal trade policy through the tariff policies of the second Trump administration. The initial imposition of reciprocal tariffs and subsequent universal tariffs followed by the unconstitutional ruling in 2026 can be seen as a symbolic departure from the traditional trade policies of previous administrations. This represents a significant challenge to the multilateral trading system established under U.S. leadership after World War II. It severely undermines the stability and predictability—core objectives of the WTO system—and can be seen as intentionally damaging the very purpose the WTO system. In this context, the U.S. tariff policy for 2025-26 demonstrates a fundamental shift in U.S. trade policy based on reciprocity. Its implications can be summarized as follows: First, Comparing the 1934 RTAA and the 2025 reciprocal tariffs reveals that their historical backgrounds and institutional content differ, making a direct comparison impossible. Furthermore, the meaning of mutual adjustment differs from that under the 1947 GATT system, which only covered goods. In the additional trade areas of services and intellectual property rights, each country's protectionist mechanisms reside in domestic regulations targeting specific service industries. Second, regarding consistency with WTO norms, the mutual tariff measures disregard the foundational norms of universality and non-discrimination within the WTO system and violate several substantive rules. This can also be assessed as the United States effectively abandoning the WTO's principles of multilateralism, non-discrimination, and market access, embracing managed trade. Third, the intended protection of U.S. domestic industries through these tariffs has not materialized as expected. Examining the tariff burden reveals that, as of February 2026, nearly 90% of the economic burden from tariffs has ultimately fallen on U.S. businesses and consumers.

Finally, the implementation process of the reciprocal tariff measures reveals an ongoing unstable situation where trade policy is repeatedly swayed not only by institutional flaws but also by President Trump's unpredictable personal whims. This

* Professor, Law School. Seoul City University, dwkim@uos.ac.kr

is heightening instability not only within the United States but also in the international trading system.

| **Keywords** Reciprocal and Universal Tariffs, Reciprocity, 1934 Reciprocal Trade Agreement Act, U.S. Domestic Industries' and Consumers' Costs, Instability of Global Trading System.

AI 활용이 물류성과와 공급망 지속성에 미치는 영향

하영규*, 이창준**

목 차

- | | |
|-----------|-------------|
| I. 서론 | IV. 실증분석 |
| II. 선행연구 | V. 결론 및 시사점 |
| III. 가설설정 | 참고문헌 |

본 연구는 인공지능(AI) 활용이 물류성과를 매개로 공급망 지속가능성에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였다. AI 활용에 대한 독립변수는 AI 기반 데이터 분석 및 의사결정, AI 기반 수요예측 및 재고관리, AI 기반 자동화의 세 가지로 설정하였다. 설문조사를 통해 수집한 자료를 바탕으로 구조방정식 모형을 적용한 결과, 모든 AI 활용 요인은 물류성과에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 물류성과는 총 물류비용, 리드타임, 주문 완성률, 재고 회전율 및 물류 운영 능력 측면에서 개선 효과를 보였으며 공급망 지속가능성에 유의미한 영향을 미치는 핵심 변수로 확인되었다. 그리고 물류성과는 AI 활용과 공급망 지속가능성 간의 관계를 매개하는 중요한 역할을 수행하는 것으로 나타났다. 본 연구는 AI 활용이 공급망의 장기적 안정성과 지속가능성을 제고하는 메커니즘을 규명함으로써 학문적·실무적 시사점을 제공한다.

| 주제어 AI, 물류성과, 공급망 지속가능성, AI 활용

* 주저자, 중앙대학교 무역물류학과 박사, E-Mail: tender5k@naver.com

** 교신저자, 울산대학교 경영학부 조교수, E-Mail : cleee0825@ulsan.ac.kr

I. 서론

글로벌 공급망은 신기술의 등장, 지정학적 갈등, 정책 변화, 시장 수요의 급격한 변동 등 다양한 내·외부 요인에 의해 지속적인 불확실성에 노출되어 있다. 이러한 환경 변화는 공급망 전반에 걸쳐 물류 변동성을 유발하며 기업의 운영 안정성과 성과에 직접적인 영향을 미친다. 특히, 물류 활동은 공급망 내에서 자원의 흐름을 실제로 구현하는 핵심 기능으로서 외부 충격에 가장 민감하게 반응하는 영역 중 하나로 인식되고 있다(Lee and Ha, 2025).

공급망 환경이 복잡해질수록 기업은 수많은 의사결정을 반복적으로 수행해야 하며 각 의사결정의 조합에 따라 비용 구조, 운영 성과, 효율성은 크게 달라진다. 동일한 자원과 조건을 보유한 기업이라 하더라도 어떤 정보를 기반으로 어떠한 결정을 내리는지에 따라 물류비용, 리드타임, 서비스 수준에서 상이한 결과가 나타난다(Mohammed and Mandal, 2023). 이는 공급망 성과가 단순한 운영 능력의 문제가 아니라 의사결정의 질과 시의성에 의해 좌우된다(Culot et al., 2024).

그러나 기존의 공급망 관리 방식은 복잡하고 빠르게 변화하는 환경을 충분히 반영하는데 한계를 지닌다. 제한된 데이터, 단절된 정보 흐름, 경험에 의존한 판단은 위기 상황에서 의사결정 지연이나 오류로 이어질 가능성이 크다. 특히, 내·외부 위기가 동시에 발생하는 상황에서는 물류 운영 전반을 종합적으로 고려한 최적의 선택을 도출하기 어렵다. 이러한 한계는 단기적인 물류성과 저하 뿐만 아니라 공급망의 장기적인 안정성과 지속가능성까지 위협할 수 있다.

최근 인공지능(AI) 기술의 발전은 이러한 문제를 해결할 수 있는 대안으로 주목받고 있다. AI는 대규모 데이터를 실시간으로 수집·분석하여 수요 변화, 재고 수준, 설비 상태, 외부 환경 변화를 감지하고 물류 운영 전반에서 더욱 합리적인 의사결정을 지원한다. AI 기반 데이터 분석을 통한 의사결정 고도화, 수요예측과 재고관리, 자동화 기술의 도입은 물류성과를 개선할 뿐만 아니라 불확실한 환경에서도 공급망이 유연하게 대응할 수 있는 기반을 제공한다(Teixeira et al., 2025). 이러한 과정 속에서 물류성과는 AI 활용과 공급망 지속가능성을 연결하는 핵심 매개 역할을 수행한다.

이에 본 연구는 AI 활용이 물류성과를 통해 공급망 지속가능성에 어떠한 영향을 미치는지를 실증적으로 분석하고자 한다. 학문적으로는 AI 활용과 공급망 지속가능성 간의 관계를

물류성과라는 운영적 메커니즘을 통해 규명함으로써 기존 연구를 확장한다는 의의를 지닌다. 실무적으로는 기업이 AI 도입을 통해 어떠한 영역에서 우선적으로 성과를 창출하고 장기적인 공급망 안정성을 확보할 수 있는지에 대한 시사점을 제공한다. 더 나아가 정책적 관점에서는 디지털 전환과 AI 기반 물류 혁신을 촉진하기 위한 제도적·전략적 방향을 제시하는 데 기여할 것으로 기대된다.

II. 선행연구

최근 공급망 환경은 불확실성과 복잡성이 심화됨에 따라 데이터 기반 의사결정 역량의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 특히, 인공지능(AI)을 활용한 운영 역량은 물류 활동의 효율성과 정확성을 제고하는 핵심 수단으로 주목받고 있다. 본 연구는 AI 기반 공급망 운영 역량을 AI 기반 데이터 분석 및 의사결정 역량, AI 기반 수요예측 및 재고관리 역량, AI 기반 자동화 역량의 세 가지 하위 차원으로 구분한다. 선행연구들은 이러한 AI 활용 역량이 물류 성과를 개선하고 나아가 공급망의 장기적 안정성과 지속가능성 확보에 기여할 수 있음을 시사한다. 이에 본 장에서는 각 구성요소에 대한 이론적 논의를 검토하고 AI가 긍정적 영향을 미칠 수 있는 물류성과 및 공급망 지속가능성과의 관계를 살펴보고자 한다.

1. AI 기반 공급망 운영 역량

AI 기반 데이터 분석은 공급망 의사결정 환경을 근본적으로 변화시키는 요소로 평가된다. 선행연구들은 AI가 많은 양의 구조화·비구조화 데이터를 통합 분석함으로써 기존 시스템에서 파악하기 어려웠던 패턴과 인과관계를 도출할 수 있다고 주장한다. 이는 공급망 관리자가 보다 정확하고 신속한 판단을 내릴 수 있도록 지원한다(Shlash, et al., 2024).

특히, 물류 영역에서 AI 기반 데이터 분석은 경로 최적화, 운송 계획 수립, 자원 배분 효율화에 기여하는 것으로 나타났다. 예측 유지보수 기능을 활용한 설비 고장 사전 감지는 운영 중단 위험을 감소시키고 물류 운영의 안정성을 향상시킨다. 이러한 분석 기반 의사결정은 불확실한 환경에서 물류성과를 유지·개선하는 데 중요한 역할을 수행한다(Belu and Marinoiu, 2025).

나아가, AI 기반 데이터 분석이 의사결정의 질을 향상시킴으로써 물류성과에 간접적인 영향을 미친다. 경험과 직관에 의존하던 기존 방식과 달리, 데이터 기반 의사결정은 오류 가능성을 낮추고 대응 속도를 높이며 이는 결과적으로 공급망 전반의 효율성과 지속가능성을 강화하는 요인으로 작용한다(Younis et al., 2022)

AI 기반 수요예측과 재고관리는 공급망 불확실성이 확대되는 환경에서 핵심적인 운영 도구로 주목받고 있다. 기존의 통계적 예측기법과 달리 AI는 대규모 데이터를 활용하여 비선형적 수요 패턴과 외부 환경 변화를 반영할 수 있다는 점에서 예측 정확성을 향상시킬 수 있다(Ivanov et al., 2019).

재고관리 측면에서도 AI 활용은 과잉재고 및 재고 부족 문제를 완화하는 데 기여하는 것으로 나타났다. AI는 실시간 수요 정보와 재고 수준을 연계하여 적정재고 수준을 산출함으로써 재고 회전율을 개선하고 보관 비용을 절감할 수 있으며 공급 불확실성 하에서도 안정적인 재고 운영을 가능하게 한다(Bergsma et al., 2025).

또한, AI 기반 수요예측 결과는 단순한 운영 지표를 넘어 의사결정 지원 도구로 활용된다. 예측 정확도의 향상은 생산 계획, 조달 전략, 물류 운영 전반의 의사결정 품질을 제고하며 이는 물류성과 개선으로 이어진다. 이러한 관점에서 AI 기반 수요예측 및 재고관리는 물류성과를 매개로 공급망 성과와 지속가능성에 영향을 미치는 핵심 요인으로 간주될 수 있다(Bhavikatta, 2025).

AI 기반 자동화는 물류 운영의 효율성과 정확성을 제고하는 핵심 기술로 인식되고 있다. 로봇, 자동 분류 시스템, 무인 운송 장비 등은 반복적이고 표준화된 작업을 대체함으로써 작업 시간을 단축하고 인력 의존도를 낮춘다(Alam et al., 2026).

비용 측면에서도 AI 기반 자동화는 물류비 절감에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 인건비 절감뿐만 아니라 작업 오류 감소, 처리 속도 향상은 운영 비용 전반의 효율화를 가능하게 한다. 특히, 대규모 물류 센터를 중심으로 자동화 도입 효과가 뚜렷하게 나타난다는 연구 결과가 다수 제시되고 있다(Sodiya et al., 2024).

더 나아가 AI 기반 자동화는 물류 운영의 안정성과 예측 가능성을 높이는 역할을 수행한다. 표준화된 자동화 프로세스는 외부 환경 변화에도 일관된 성과를 유지할 수 있도록 지원하며 이는 물류성과의 지속적인 개선으로 이어진다. 이러한 관점에서 자동화는 공급망 지속가능성 확보를 위한 기반 기술로 평가된다.

2. 물류성과와 공급망 지속가능성

물류성과는 공급망 운영 효율성을 평가하는 핵심 지표로서 총 물류비용, 리드타임, 주문 완성률, 재고 회전율, 물류 운영 능력 등 다양한 요소를 포함하는 기업 경쟁력의 직접적인 원천이자 공급망 성과를 설명하는 중요한 선행 요인으로 간주된다(Lee and Ha, 2025).

AI 기술의 도입은 물류성과를 구성하는 각 요소에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고된다. 수요예측 정확성 향상은 재고 회전율을 개선하고 자동화와 경로 최적화는 리드타임 단축과 비용 절감을 가능하게 한다. 이러한 성과는 단기적인 운영 개선을 넘어 중장기적인 공급망 안정성으로 확장된다(김수효, 2024).

즉, AI 활용은 물류성과를 통해 그 효과가 구체화되며 이는 공급망 지속가능성에 간접적으로 영향을 미친다. 따라서, 물류성과는 본 연구 모형에서 핵심적인 연결 고리로 기능한다.

공급망 지속가능성은 단순한 환경적 개념을 넘어 외부 충격 속에서도 공급망이 장기적으로 안정적인 운영을 유지할 수 있는 능력을 의미한다. 최근 연구들은 지속가능성을 효율성, 회복력, 관계 지속성의 통합 개념으로 정의하고 있다. 특히, 불확실성이 확대되는 환경에서 지속가능성의 중요성은 더욱 강조되고 있다(이창준, 하영규, 2025).

공급망 지속가능성은 거래사 간 협업, 정보 공유, 유연한 대응 체계에 의해 강화된다. 외부 환경 변화에 대해 자유롭게 소통하고 공동 대응할 수 있는 관계 구조는 공급망의 붕괴 위험을 감소시킨다. 이러한 관계적 요소는 지속가능성의 핵심 구성 요소로 인식되고 있다(Kim, 2025).

최근에는 기술 활용이 공급망 지속가능성 확보에 기여할 수 있다는 논의가 확산되고 있다. AI 기반 물류 운영은 성과 개선을 통해 거래 관계의 안정성과 미래 생존 가능성을 높인다. 이와 같은 맥락에서 본 연구는 AI 활용이 물류성과를 매개로 공급망 지속가능성에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고자 한다.

III. 가설설정

1. AI 기반 데이터 분석 및 의사결정과 물류성과

물류 운영은 운송 경로 선정, 설비 유지보수, 자원 배분 등 복합적인 의사결정을 포함하며 이러한 결정의 품질은 물류성과에 직접적인 영향을 미친다. 특히, 공급망 내외부의 불확실성이 증가함에 따라 제한된 정보에 기반한 의사결정은 비용 증가와 운영 리스크를 초래할 가능성이 높다.

AI 기반 데이터 분석 및 의사결정은 다양한 물류 데이터를 통합적으로 분석하여 운영 전반의 가시성을 제고한다. 선행연구에서는 AI 분석 도구가 물류 경로 최적화, 예측 유지보수, 설비 가동률 개선에 기여하며 이를 통해 운영 중단 위험을 사전에 감소시킨다고 주장한다. 또한, AI는 의사결정자의 판단을 보조함으로써 결정의 정확성과 일관성을 향상시키는 역할을 수행한다(Soori et al., 2026).

이와 같은 AI 기반 데이터 분석 역량은 물류 운영 효율성 향상, 리드타임 감소, 물류 운영 능력 강화를 통해 전반적인 물류성과 개선으로 이어질 가능성이 크다. 따라서, 본 연구는 AI 기반 데이터 분석 및 의사결정이 물류성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이라는 가설을 설정한다(김동구, 정홍열, 2025).

가설 1. AI 기반 데이터 분석 및 의사결정은 물류성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

2. AI 기반 수요예측 및 재고관리와 물류성과

최근 공급망 환경은 수요 변동성 확대와 공급 불확실성 증가로 인해 재고 관리의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 부정확한 수요예측은 재고 과잉이나 재고 부족을 초래하여 물류비용 증가, 서비스 수준 저하, 운영 비효율로 이어질 수 있다. 이에 따라, 기업들은 기존의 경험 중심 재고관리 방식에서 벗어나 데이터 기반의 정교한 수요예측과 재고 운영 체계를 요구받고 있다(나진성, 2025).

AI 기반 수요예측 및 재고관리는 대규모 과거 데이터와 실시간 데이터를 동시에 분석하여 수요 패턴을 보다 정밀하게 예측할 수 있도록 한다. 선행연구에 따르면 AI 활용은 예측

오차를 감소시키고 재고 회전율을 개선하며 적정재고 수준 유지를 통해 물류 운영의 안정성을 높이는 것으로 보고되고 있다. 특히, AI는 외부 환경 변화와 계절성, 시장 트렌드 등을 반영함으로써 기존 통계적 기법 대비 우수한 성과를 나타낸다(Amosu et al., 2024).

이러한 특성은 AI 기반 수요예측과 재고관리가 물류비용 절감, 리드타임 단축, 주문 완성을 향상 등 핵심 물류성과를 개선할 가능성을 시사한다. 따라서, 본 연구는 AI 기반 수요예측 및 재고관리가 물류성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이라는 가설을 설정한다.

가설2. AI 기반 수요예측 및 재고관리는 물류성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3. AI 기반 자동화와 물류성과

물류 운영은 반복적이고 노동 집약적인 작업이 많은 분야로, 인력 비용 상승과 인력 확보의 어려움이 지속적으로 제기되고 있다. 이러한 환경에서 물류 자동화는 작업 효율성과 정확성을 동시에 확보하기 위한 핵심 전략으로 인식되고 있다(김영민, 2021).

AI 기반 자동화 시스템은 로봇, 자동화 설비, 지능형 제어 시스템을 통해 반복 작업을 신속하고 정확하게 수행할 수 있도록 한다. 선행연구에 따르면 AI 기반 자동화는 작업 시간 단축, 인력 비용 절감, 오류 감소에 기여하며 물류 프로세스의 안정성과 일관성을 강화하는 것으로 나타났다. 또한, 자동화는 작업자 의존도를 낮추어 운영 리스크를 완화하는 효과를 가진다(Ferreira and Reis, 2023).

이러한 효과는 총 물류비용 절감, 주문 완성을 향상, 재고 회전율 증가 등 주요 물류성과 지표 개선으로 이어질 수 있다. 이에 본 연구는 AI 기반 자동화가 물류성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이라는 가설을 설정한다.

가설 3. AI 기반 자동화는 물류성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

4. 물류성과와 공급망 지속가능성

공급망 지속가능성은 단기적인 비용 절감뿐 아니라 장기적인 생존 가능성과 안정적 거래 관계 유지를 포함하는 개념이다. 물류 운영의 비효율성은 비용 증가와 서비스 저하를 초래하여 거래 관계 약화와 공급망 불안정으로 이어질 수 있다(박은실, 최도영, 2022).

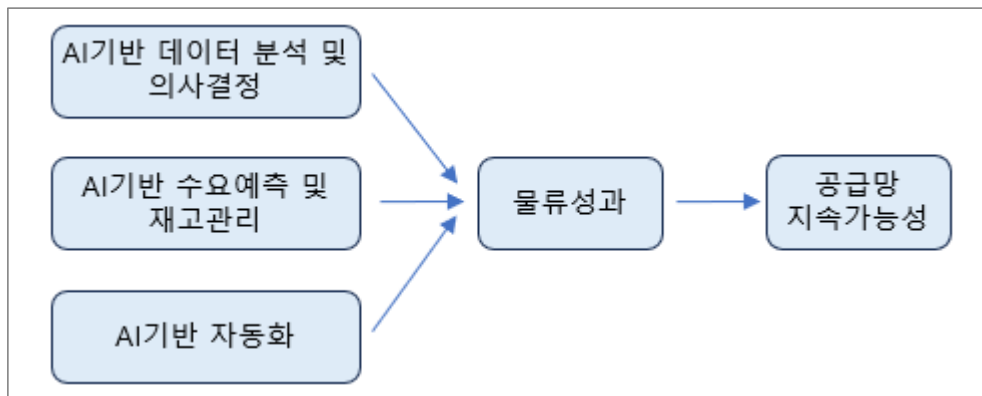
선행연구에서는 물류성과가 우수할수록 거래사의 신뢰가 강화되고 외부 환경 변화에도 계약관계를 유지할 가능성이 높아진다고 주장한다. 특히, 물류비용 절감, 안정적인 리드타임, 높은 주문 완성률은 공급망 참여자 간 협업과 정보 공유를 촉진하는 핵심 요인으로 작용한다(김초연 외, 2025).

따라서, 물류성과의 개선은 공급망의 회복력과 장기적 지속가능성을 강화하는 기반이 된다. 이에 본 연구는 물류성과가 공급망 지속가능성에 정(+)의 영향을 미칠 것이라는 가설을 설정한다.

가설 4. 물류성과는 공급망 지속가능성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

그림1은 위의 가설을 바탕으로 연구모형을 제시한다.

〈그림 1〉 연구모형



자료: 저자 직접 작성

IV. 실증분석

1. 측정모형 분석

본 연구는 4개의 가설을 검증하기 위해, 국내 기업 내 공급망관리 관련 부서 종사자들을 대상으로 설문을 진행했다. 설문조사지를 배포하기에 앞서 설문 내용의 타당성을 확보하고자, 공급망관리를 전공하는 교수 2인으로부터 설문 문항들에 대한 조언을 받았다. 이후 설문조사지는 설문조사 대행업체인 '엔트러스트 서베이'를 통해 배포되었다. 설문조사 기간은

2025년 11월 마지막 주부터 12월 첫째 주까지이며, 총 2092부를 회수하였다. 그리고 조사 조건 탈락 응답자, 중도 포기 응답자, 불량 응답자를 제외한 총 210명의 유효 응답자를 확보할 수 있었다. 이후 본 연구는 이들을 토대로 SPSS 18.0과 AMOS 18.0을 사용하여 구조방정식모형(Structural Equation Modeling) 분석을 실시하였다. 먼저 측정모형의 타당성과 신뢰성을 검증하기 위해 확인적 요인분석(Confirmatory Factor Analysis)을 수행하였다.

측정모형의 신뢰성을 검증하기 위해 Cronbach's α 계수를 산출한 결과, AI기반 데이터 분석 및 의사결정(.796), AI기반 수요예측과 재고관리(.882), AI기반 자동화(.769), 물류성과(.715), 지속가능성(.818)으로 나타나 모든 변수가 0.7 이상의 값을 보여 Hair et al.(2010)이 제시한 권장 기준을 충족시킴을 알 수 있었다.

집중타당성 검증을 위해 평균분산추출(AVE)과 개념신뢰도(CR)를 확인하였다. AVE는 AI기반 데이터 분석 및 의사결정(.689), AI기반 수요예측과 재고관리(.823), AI기반 자동화(.739), 물류성과(.679), 지속가능성(.678)으로 모두 0.5 이상의 기준을 충족하였다. 개념신뢰도는 AI기반 데이터 분석 및 의사결정(.829), AI기반 수요예측과 재고관리(.956), AI기반 자동화(.867), 물류성과(.904), 지속가능성(.900)으로 모두 0.7 이상을 나타내어 집중타당성이 확보되었다(Hair et al., 2010).

〈표 1〉 측정모형의 확인적 요인분석 결과

경로			표준화 계수	비표준화 계수	S.E.	C.R.	AVE	개념 신뢰도	Cronbach's α
A1	←	AI기반 데이터 분석 및 의사결정	.684	1.000			.689	.829	.796
A2	←	AI기반 데이터 분석 및 의사결정	.641	.922	.094	9.831***			
A3	←	AI기반 데이터 분석 및 의사결정	.654	1.013	.101	10.006***			
A4	←	AI기반 데이터 분석 및 의사결정	.704	.996	.093	10.671***			
I1	←	AI기반 수요예측 및 재고관리	.782	1.000			.823	.956	.882
I2	←	AI기반 수요예측 및 재고관리	.628	.927	.088	10.473***			
I3	←	AI기반 수요예측 및 재고관리	.704	.916	.077	11.823***			
I4	←	AI기반 수요예측 및 재고관리	.692	.884	.076	11.606***			

경로			표준화 계수	비표준화 계수	S.E.	C.R.	AVE	개념 신뢰도	Cronbach's α
J1	←	SI기반 자동화	.698	1.000			.739	.867	.769
J2	←	SI기반 자동화	.668	.973	.094	10.351***			
J3	←	SI기반 자동화	.707	1.013	.093	10.895***			
J4	←	SI기반 자동화	.755	1.070	.093	11.535***			
F1	←	물류성과	.687	1.000			.679	.904	.715
F2	←	물류성과	.602	.945	.101	9.316***			
F3	←	물류성과	.591	.851	.093	9.159***			
F4	←	물류성과	.650	1.019	.102	9.984***			
F5	←	물류성과	.633	.922	.095	9.757***			
G1	←	지속가능성	.501	1.000			.678	.900	.818
G2	←	지속가능성	.560	1.241	.183	6.787***			
G3	←	지속가능성	.588	1.294	.185	6.980***			
G4	←	지속가능성	.618	1.349	.188	7.178***			
G5	←	지속가능성	.633	1.456	.200	7.269***			
G6	←	지속가능성	.633	1.374	.189	7.268***			

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

판별타당성은 각 변수의 AVE 값이 변수 간 상관계수의 제곱값보다 큰지를 확인하는 방법으로 검증하였다. 분석 결과, 모든 변수의 AVE 제곱근 값이 다른 변수들과의 상관계수보다 크게 나타나 판별타당성이 확보되었다.

〈표 2〉 판별타당성 분석 결과

	SI기반 데이터 분석 및 의사결정(1)	SI기반 수요예측과 재고관리(2)	SI기반 자동화(3)	물류성과(4)	지속가능성(5)
(1)	0.690				
(2)	0.604	0.823			
(3)	0.579	0.637	0.739		
(4)	0.446	0.500	0.506	0.879	
(5)	0.422	0.409	0.475	0.519	0.678

주: 대각선을 제외하고 상관계수의 제곱 값을 의미함

측정모형의 적합도를 평가한 결과, $\chi^2=706.057(df=262, p<.001)$, $Q=2.695$, $GFI=.968$, $RMR=.025$, $RMSEA=.072$, $AGFI=.936$, $TLI=.960$, $NFI=.920$, $CFI=.977$, $IFI=.979$ 로 나타났다. RMSEA는 0.08 이하, GFI, CFI, TLI는 0.9 이상으로 측정모형의 적합도가 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다(Hair et al., 2010).

〈표 3〉 측정모형 적합도

적합도 지수	절대 적합도 지수						상대 적합도 지수			
	χ^2 (df) 값(p)	Q	GFI	RMR	RMSEA	AGFI	TLI	NFI	CFI	IFI
연구 모형	706.057(262) (p<.001)	2.695	.968	.025	.072	.936	.960	.920	.977	.979

2. 구조모형 분석 및 가설검증

측정모형의 신뢰성과 타당성이 확보됨에 따라 구조모형 분석을 통해 연구가설을 검증하였다. 구조모형의 적합도 지수는 $\chi^2=941.239(df=326, p<.001)$, $Q=2.887$, $GFI=.902$, $RMR=.023$, $RMSEA=.065$, $AGFI=.889$, $TLI=.943$, $NFI=.920$, $CFI=.923$, $IFI=.928$ 로 나타났다. RMSEA가 0.08 이하이고 대부분의 적합도 지수가 권장 기준을 충족하여 구조모형이 적합한 것으로 판단되었다(Hair et al., 2010).

〈표 4〉 구조모형 적합도

적합도 지수	절대 적합도 지수						상대 적합도 지수			
	χ^2 (df) 값(p)	Q	GFI	RMR	RMSEA	AGFI	TLI	NFI	CFI	IFI
연구 모형	941.239(326) (p<.001)	2.887	.902	.023	.065	.889	.943	.920	.923	.928

구조모형 분석을 통한 가설검증 결과는 다음과 같다. 첫째, AI기반 데이터 분석 및 의사결정이 물류성과에 미치는 영향(H1)은 표준화계수 .586(C.R.=7.256, $p<.001$)으로 통계적으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 1은 채택되었다. 둘째, AI기반 수요예측과 재고관리가 물류성과에 미치는 영향(H2)은 표준화계수 .355(C.R.=5.150, $p<.001$)로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되어 가설 2는 채택되었다. 셋째, AI기반 자동화가 물류성과에 미치는 영향(H3)은 표준화계수 .429(C.R.=5.735, $p<.001$)로 통계적으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 3은 채택되었다. 마지막으로 물류성과가 공급망 지속가능성에 미치는 영향(H4)은 표준화계수 .848(C.R.=6.259, $p<.001$)로 매우 강한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되어 가설 4는 채택되었다.

〈표 5〉 가설검증 결과

경로	표준화계수	비표준화계수	S.E.	C.R.	P	채택여부
H1	.586	.387	.053	7.256***	.000	채택
H2	.355	.256	.050	5.150***	.000	채택
H3	.429	.330	.058	5.735***	.000	채택
H4	.848	.702	.112	6.259***	.000	채택

V. 결론 및 시사점

1. 결론

본 연구는 AI 활용이 물류성과를 매개로 공급망 지속가능성에 어떠한 구조적 영향을 미치는지를 실증적으로 분석하였다. 분석 결과, AI 기반 수요예측 및 재고관리, AI 기반 데이터 분석 및 의사결정, AI 기반 자동화는 모두 물류성과에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으며 물류성과는 공급망 지속가능성을 강화하는 핵심 매개 요인으로 확인되었다.

이러한 결과는 AI 활용과 공급망 지속가능성 간의 관계가 직접적으로 연결되기보다 물류 운영 성과라는 운영적 성과 메커니즘을 통해 간접적으로 형성된다는 점을 보여준다. 즉, AI는 기술 그 자체로 공급망의 지속가능성을 보장하는 것이 아니라, 운영 효율성, 비용 절감, 리드타임 단축, 서비스 수준 향상과 같은 물류성과를 개선함으로써 공급망의 안정성과 관계 지속성에 영향을 미치는 구조적 경로를 가진다.

또한, 본 연구는 AI 활용을 단일 기술 도입이 아닌 수요예측 및 재고관리, 데이터 분석 및 의사결정, 자동화라는 다차원적 운영 역량으로 구분하여 분석함으로써 AI 기반 운영 역량이 물류 시스템 전반의 성과 형성 과정에 미치는 구체적 작동 메커니즘을 규명하였다. 이는 공급망 지속가능성을 관계적·규범적 개념으로만 설명해온 기존 접근이 아닌 운영 성과 기반의 구조적 성과 개념으로 확장하여 이해할 필요가 있음을 보여준다.

종합하면, 본 연구는 AI 활용 → 물류성과 → 공급망 지속가능성으로 이어지는 인과 구조를 실증적으로 규명함으로써 AI 기반 운영 역량이 공급망의 단기적 운영 성과와 장기적 안정성 간의 연결 고리를 형성한다는 점을 확인하였다. 이러한 결과는 디지털 전환 환경에서 공급망 지속가능성을 이해하는 이론적 관점을 운영 성과 중심으로 재정립할 필요성을 제기한다.

2. 시사점 및 한계점

본 연구의 분석 결과는 AI 활용이 물류성과를 매개로 공급망 지속가능성을 강화한다는 점을 실증적으로 보여준다. 이는 AI 도입을 단순한 기술 채택이나 운영 자동화의 문제로 접근하기보다 물류 운영 성과 개선과 연계된 전략적 관리 과제로 이해할 필요가 있음을 시사한다. 즉, AI 기술의 효과는 기술 자체에 내재된 것이 아니라 이를 통해 수요예측 정확성 향상, 재고 최적화, 리드타임 단축, 의사결정 품질 개선 등 구체적인 물류성과를 창출할 때 비로소 공급망 차원의 안정성과 관계 지속성으로 확장될 수 있다.

따라서 기업은 AI를 개별 시스템 단위로 도입하기보다는 물류 운영 전반의 프로세스와 연계된 통합적 활용 전략을 수립해야 한다. 특히, 데이터 분석 역량과 자동화 시스템을 운영 의사결정 구조에 내재화함으로써 성과 변동성을 줄이고 운영의 일관성을 확보하는 것이 중요하다. 이러한 접근은 복잡성과 불확실성이 증가하는 환경에서 공급망의 회복력과 안정성을 강화하는 기반이 될 수 있다.

또한, 본 연구는 AI 활용을 수요예측 및 재고관리, 데이터 분석 및 의사결정, 자동화라는 다차원적 운영 역량으로 구분함으로써 디지털 기술이 성과로 연결되는 구체적 경로를 제시하였다. 이는 향후 공급망 관리 연구에서 AI를 단일 변수로 다루기보다 운영 기능별 활용 수준과 성과 간의 연계 구조를 보다 정교하게 분석할 필요성을 제기한다. 나아가 AI 기반 운영 역량을 조직의 핵심 자원 및 동적 역량 관점에서 재해석함으로써 디지털 전환과 공급망 성과 간의 이론적 연결을 심화할 수 있을 것이다.

한편, 본 연구는 설문조사를 바탕으로 연구를 하였기에 응답자의 주관적 인식이 분석 결과에 반영되었을 가능성이 있다. 향후 연구에서는 실제 운영 데이터나 재무 지표를 활용한 객관적 성과 분석을 통해 결과의 타당성을 보완할 필요가 있다. 또한, 본 연구는 횡단면 자료를 활용하였으므로 AI 활용 효과의 장기적 지속성이나 시간에 따른 변화 양상을 충분히 검증하지 못하였다. 향후 종단 연구를 통해 인과관계의 동태적 구조를 분석한다면 보다 정교한 설명이 가능할 것이다. 더불어 산업 특성이나 기업 규모에 따른 차이를 충분히 반영하지 못한 한계가 있으므로 후속 연구에서는 다집단 분석이나 산업별 비교 연구를 통해 일반화 가능성을 확대할 필요가 있다.

참고문헌

- 김동구, 정홍열. (2025). 인공지능(AI) 기술의 발전과 해운물류산업의 활용 방안에 관한 연구. *경영권설턴트연구*, 25(2), 209-224.
- 김수효. (2024). 물류 성과 향상을 위한 신뢰, 정보 공유, 몰입 수준 그리고 공급사슬 민첩성의 역할. *물류학회지*, 34(4), 61-74.
- 김영민. (2021). 물류기업의 물류로봇 사용의도 및 물류성과에 관한 연구. *무역연구*, 17(3), 529-545.
- 김초연, 하병천, 김수효. (2025). 동적역량과 공급사슬관리에 대한 실증연구. *경영학연구*, 54(3), 601-618.
- 나진성. (2025). AI 기반 공급망 관리 동향 분석: 연구 논문 텍스트 분석을 중심으로. *한국SCM학회지*, 3, 77-86.
- 박은실, 최도영. (2022). 지속가능 공급망 활동이 공급망 참여 기업의 성과에 미치는 영향에 관한 연구 -공급사 및 구매사의 성과창출 과정을 중심으로-. *디지털융복합연구*, 20(1), 107-117.
- 이창준, 하영규. (2025). 빅데이터의 활용이 공급망 회복탄력성과 지속가능성에 미치는 영향- S-O-R 모델을 적용하여 -. *물류학회지*, 35(5), 79-94.
- Alam, M. M., Ugli, R. A. N., Tanha, K. J., and Jun, T. (2026). AI-enhanced Digital Twin systems for warehouse logistics optimization: A review of challenges with solutions and future directions, *ICT Express*.
- Amosu, O. R., Kumar, P., Ogunsuji, Y. M., Oni, S., and Favoraja, O. (2024). AI-driven demand forecasting: Enhancing inventory management and customer satisfaction. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(2), 708-719.
- Belu, M. G., & Marinoiu, A. M. (2025). AI-Enabled Supply Chain Management: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 17(5), 2092.
- Bergsma, R., Ruijt, C.D., Bhulai, S.(2025). A systematic review of machine learning approaches in inventory control optimization. *Operations Research Perspectives*, 15, 100367.
- Bhavikatta, N. B. (2025). AI-Driven Inventory Optimization in Supply Chains: A Comprehensive Review on Reducing Stockouts and Mitigating Overstock Risks. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(7), 1-13.
- Culot, G., Podrecca, M., and Nassimbeni, G. (2024). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review of empirical studies and research directions. *Computers in Industry*, 162, 14132.
- Ferreira, B., and Reis, J. (2023). A Systematic Literature Review on the Application of Automation in Logistics. *Logistics*, 7(4), 80.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

- Ivanov, D., Dolgui, A., and Sokolov, B. (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, 57(3), 829-846.
- Kim, S. (2025). The Critical Role of Trust, Information Sharing, and Agility in Advancing Sustainable Supply Chain Performance in Korea. *Sage Open*.
- Lee, C. J., and Ha, Y. K. (2025). Impact of Disruptive Innovations on supply chain coordination, robustness, and logistics performance: A study of Korean automotive industry. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 18(1), 113-122.
- Mohammed, I., and Mandel, J. (2023). The Impact of Lead Time Variability on Supply Chain Management. *International Journal of Supply Chain Management*, 2(4), 41-55.
- Shlash, A. A., Khanfar, I. A. A., Al-Oraini, B., Vasudevan, A., Mohammad, S. I., & Fei, Z. (2024). Predictive analytics on artificial intelligence in supply chain optimization. *Data and Metadata*, 3, 395.
- Sodiya, E. O., Umoga, U. J., Amoo, O. O., and Atadoga, A. (2024). AI-driven warehouse automation: A comprehensive review of systems. *GSC Advanced Research and Reviews*, 18(02), 272-282.
- Soori, M., Jough, F. K. G., Dastres, R., and Arezoo, B. (2026). AI-based decision support systems in Industry 4.0, a review. *Journal of Economy and Technology*, 4, 206-225.
- Teixeira, A. R.,erreira, J. V., and Ramos, A. L. (2025). Intelligent Supply Chain Management: A Systematic Literature Review on Artificial Intelligence Contributions. *Information*, 16(5), 399.
- Younis, H., Sundarakani, B., & Alsharairi, M. (2022). Applications of artificial intelligence and machine learning within supply chains: systematic review and future research directions. *Journal of Modelling in Management*, 17(3), 916-940.

ABSTRACT

The Impact of AI Utilization on Logistics Performance and Supply Chain Sustainability

Young-Kyou HA*·Chang-Joon Lee**

This study empirically examines the impact of artificial intelligence (AI) utilization on supply chain sustainability, with logistics performance serving as a mediating variable. AI utilization is conceptualized across three dimensions: AI-based demand forecasting and inventory management, AI-based data analytics and decision-making, and AI-based automation. Using survey data and applying a structural equation modeling approach, the results indicate that all dimensions of AI utilization have a significant positive effect on logistics performance. Furthermore, logistics performance—reflected in total logistics costs, lead time, order fulfillment rate, inventory turnover, and logistics operational capability—was identified as a key determinant of supply chain sustainability. The findings also reveal that logistics performance plays a significant mediating role in the relationship between AI utilization and supply chain sustainability. By elucidating the mechanism through which AI contributes to the long-term stability and sustainability of supply chains, this study offers meaningful academic and managerial implications.

| **Keywords** Artificial Intelligence (AI), Logistics Performance, Supply Chain Sustainability, AI Utilization

* First author, Doctor, Department of International Trade and Logistics, Chung-Ang University, tender5k@naver.com

** Corresponding author, Assistant Professor, College of Business Administration, University of Ulsan, cleee0825@ulsan.ac.kr

저탄소 기술 제품 무역이 메탄 배출 감축에 미치는 국가 소득그룹 별 이질적 효과 분석

홍수민*

목 차

- | | |
|-------------------|--------------|
| I. 서 론 | IV. 실증 분석 결과 |
| II. 문헌 연구 | V. 결 론 |
| III. 방법론 및 사용 데이터 | 참고문헌 |

본 연구는 기후변화에 단기적으로 강한 영향을 미치는 메탄(CH_4) 배출량을 대상으로, 저탄소 기술 제품 무역의 국가 소득그룹에 따른 이질적 효과를 이원 고정효과(Two-way Fixed Effects) 모형을 통해 분석하였다. 분석 결과, 1기 시차를 적용한 저탄소 기술 무역 변수의 경우, 수출량과 무역 총량은 메탄 배출에 음(-)의 효과를 나타냈지만, 수입량 변화율은 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보였다. 소득그룹별 상호작용 분석 결과, 저탄소 기술 무역의 배출 감축 효과는 국가의 소득수준에 따라 이질적으로 나타났으며, 이는 강건성 모형에서도 일관되게 나타나 기술 흡수 역량의 차이가 감축 효과에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구는 무역 채널을 통한 기술 확산이라는 구체적 경로에 초점을 맞추어 메탄 배출 요인을 경제학적으로 규명함으로써 관련 문헌에 학술적으로 기여한다. 정책적으로는 저탄소 기술의 개발과 도입을 병행하는 국가 간 협력 및 적극적 저탄소 기술 무역 정책의 추진이 메탄 감축에 효과적이나 국가의 소득수준에 따른 한계가 있음을 보이며, 특히 기술 흡수 역량이 낮은 저·중소득국에 대한 기술 이전 및 재정 지원을 포함한 다자간 협력 체계의 필요성을 강조한다.

| 주제어 저탄소 기술 제품 무역, 이원 고정 효과, 패널 회귀 분석, 온실가스 감축

* 중앙대학교 무역물류학과 박사과정, E-Mail : alexxhong06@cau.ac.kr

I. 서론

GHG(Greenhouse Gases, 온실가스) 중 이산화탄소(CO₂)는 가장 큰 비중을 차지하며, 기후변화에 가장 큰 기여를 하고 있다. 한편, 온실 효과를 가속시키는 기타 가스에는 메탄(CH₄)과 아산화질소(N₂O) F-가스(HFCs, PFCs, SF₆)등이 존재한다. 이산화탄소 다음으로 배출량이 많은 메탄은 같은 질량 기준으로 이산화탄소보다 지열을 훨씬 강력하게 가두는 능력을 가지고 있다. 특히 메탄의 GWP¹⁾는 높은 지구 온난화 잠재력을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 메탄의 잔류 시간은 이산화탄소에 비해 짧은 편이지만, GWP는 약 29배 높은 것으로 알려져, 단기적으로 매우 강력한 기후변화를 유발한다. 따라서 대기 중 메탄을 감축하는 것은 전체 온실 효과 감소에 큰 영향을 미친다(Minal Pathak et al.).

메탄은 농업, 공업, 석유 및 가스 생산과정, 에너지 분야의 복잡한 산업공정 내에서 발생한다(Han et al., 2019). 특히 에너지 생산 부문과 무역을 통해 발생하는 배출량은 국외로 전가되는 특징도 가지고 있다(Liu, Yan, et al., 2022). 에너지 부문에서 발생한 메탄의 과반이 국제무역에 의해 발생한 것으로 추산되며(Xu et al., 2023), 배출량 전가의 절반은 국제무역에 의해 발생했다(Zhang et al., 2018). EDGAR의 GHG 배출량은 화석 연료 소비 통계 등을 통해 활동 데이터 기반으로 산정되나, 메탄의 경우 국가의 산업 구조 등 국가별 구조 차이가 크고(Liu, Ma, et al., 2022) 이로 인한 배출 원인 구조 파악이 어렵다. 따라서 그 배출 메커니즘을 더 깊이 이해하고 모니터링하기 위한 배출 요인 분석에 대한 연구가 필수적이다. 이는 파리 협정과 같은 국제적인 기후 목표 달성을 위한 정책 수립과 감축 전략의 정확도 및 투명성을 높이는 데 중요한 역할을 한다.

기존 연구들의 경우, 메탄 배출량이 국제무역을 통해 핵심 경제국에서 주변 국가로 흐르는 전가 현상 구조에 대해 규명하는 과정에서 기술 개발의 긍정적인 기여를 확인한 바 있다. 또한 연구의 결과로서 개별 국가의 노력보다는 다자간 협력 및 기술 확산을 위한 정책 수립 등의 중요성을 강조한다. 그러나 저탄소 기술 제품 무역을 통한 친환경 기술 확산이 메탄 배출에 미치는 영향이 국가의 경제 수준에 따라 어떻게 달라지는지에 대한 실증 연구는 아직 충분하지 않다. 저탄소 기술을 수출할 역량을 갖춘 고소득 국가와 기술을 주로 수입하는

1) GWP (Global warming potentials, 지구온난화지수): 각 온실가스가 대기 중에 태양에너지를 가두는 양을 이산화탄소에 대한 상대적인 값으로 나타낸 것

저·중소득 국가 간에는 기술 흡수 역량, 에너지 전환 인프라, 정책 수용성 등의 구조적 차이가 존재하며, 이는 동일한 기술 무역이 각 국가 그룹에서 서로 다른 배출 감축 효과로 이어질 수 있음을 시사한다(Xu et al., 2023; Liu, Ma, et al., 2022).

한편 국내 연구의 경우 메탄에 관련한 연구는 주로 경제적 동인보다는 생물학적 동인으로 농업 분야에서 많이 연구되었으며(강현수, 2021; 정현철 외, 2012; 최규훈 외, 2002), 국제무역의 역할에 대해서는 메탄보다 GHG 전체를 대상으로 한 연구들이 많았다(Choi, 2024; Choi & Jeong, 2025; 김진웅 외, 2012).

본 연구에서는 기술 개발이 긍정적 기여를 했다는 선행연구에 착안하여, 저탄소 기술 제품 무역을 통한 확산이 메탄 배출에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고자 한다. 특히 본 연구는 저탄소 기술의 수출역량(공급 채널)과 수입을 통한 기술 확산(수요 채널), 전체 무역량을 구분하여 각각의 경로가 메탄 배출에 미치는 효과를 비교 분석한다. 나아가 이 효과가 국가의 소득수준에 따라 이질적으로 나타나는지를 세계은행(World Bank) 소득 분류(고소득·중상소득·중하소득·저소득)를 기준으로 검토한다. 이를 위해 전 세계 175개국의 패널 데이터를 활용하여, 다중대체법(Multiple Imputation)으로 결측치를 보완한 후 국가 및 연도 고정효과를 포함한 이원 고정효과(Two-way Fixed Effects) 패널 모형을 추정한다. 에너지 소비 구조와 화석연료 의존도를 주요 통제변수로 포함하며, 저탄소 기술 제품 무역 변수의 시차(1기 lag)를 적용하여 무역-배출 간 동태적 시차 효과를 반영한다.

본 연구는 다음과 같은 측면에서 선행연구에 기여한다. 첫째, GHG 전체가 아닌 메탄에 초점을 맞추어 저탄소 기술 제품 무역과 배출량 간의 관계를 실증함으로써, 단기 기후 완화 전략으로서 메탄 감축의 정책적 중요성에 대한 새로운 증거를 제시한다. 둘째, 수출역량과 수입 확산이라는 두 채널을 분리하여 분석함으로써, 기술 무역의 어떤 경로가 실질적 배출 감축으로 이어지는지를 규명한다. 셋째, 소득수준별 이질적 효과 분석을 통해 저탄소 기술 확산의 혜택이 어느 국가 그룹에 집중되는지를 밝히고, 소득수준과 무관하게 작동할 수 있는 기술 확산 정책의 가능성을 탐색한다. 이는 메탄 저감 목표 달성을 위한 국제적 기술 협력 및 정책 설계에 실증적 근거를 제공할 것이다.

II. 문헌연구

메탄의 주요 경제적 배출 동인은 1인당 소비 증가이며 인구가 많은 국가에서 글로벌 증가량의 기여도가 가장 높았다(Gao et al., 2023; Sun et al., 2022). 발생지를 볼 때, 메탄은 주로 농업 및 공업에서 발생하는 것으로 알려져 있다(Han et al., 2019). 하지만 그 중 에너지 구조에서 발생하는 배출량과 무역을 통해 발생하는 배출량도 큰 비중을 차지한다(Liu, Yan, et al., 2022). 국제무역과 최종 수요의 관점에서 메탄과 아산화질소 등, GHG 배출량이 아니라 특정 온실가스 배출량에 집중한 연구들은 주로 배출량의 특징과 글로벌 공급망을 통한 배출량 전가 현상에 대해 분석하고 있다(Tian et al., 2019; Wang et al., 2022). 글로벌 메탄 배출량 전가의 약 절반은 국제무역과 관련되어 있고 이중 약 80%가 중간재 무역을 통해 발생하고 있으며(Zhang et al., 2018) 남-북(South-North) 무역에서(Wang et al., 2022) 가장 많이 이동하는 것으로 나타났다. 또한 선진국들은 대부분 배출량 수입국 역할을 하고 있고, 신흥 경제국들이 배출량 수출국 역할을 하고 있는 것으로 나타났다(Han et al., 2019; Tian et al., 2019; Zhang et al., 2018). 특히 메탄의 경우 핵심 경제국에서 배출하는 배출량이 주변 국가로 흘러가는 구조를 가지고 있고(Liu, Ma, et al., 2022) 에너지 관련 메탄 배출량의 80%가 국제무역과 관련이 있었다(Xu et al., 2023). 한편, 기술 개선 부분이 배출량 저감에 큰 기여를 한 것으로 나타났다(Sun et al., 2022; Xu et al., 2023). 특히 선진국(유럽, 미국, 일본)을 대상으로 했을 때, 기술 개발을 통해 메탄 배출량 감소 기여도가 큰 것으로 나타났다. 이러한 연구들은 무역으로 인해 발생하는 메탄과 그 유출량이 큰 비중을 차지하고, 이를 감소하는 데 효과적인 것은 기술 개발인 것을 고려할 때, 개별 국가가 단독으로 배출 저감을 위해 노력하는 것보다 다자간 협력을 강화하고 허브 경제국을 포함한 적극적인 환경 규제가 효과적임을 제시하였다(Guo et al., 2024; Liu, Ma, et al., 2022; Wang et al., 2022).

국내 연구들은 경제 활동, 에너지 사용 구조 등 국내의 정책 및 구조적 요인이 온실가스 배출량에 미치는 영향에 대해 분석한 연구들이 두드러진다. 메탄의 경우 GHG 배출 총량에 포함되어 연구된 경우가 많았다. Choi & Jeong (2025)의 연구에서는 GHG 배출의 주요 원인(화석 연료, 폐기물, 농업)이 특정 산업에 집중되어 있으므로, 산업 구조 변수를 포함하여 분석할 필요성을 뒷받침한다. PVAR(패널벡터자기회귀) 모형을 이용하여 경제성장 및 무

역과 탄소 배출량의 상호 영향에 대해 연구하였으며, 대상은 주요 선진국으로 설정하였다.

특히 에너지가 GHG 배출의 가장 주요한 요인이란 것을 고려할 때, 에너지와 경제 변수를 종합하여 그 영향을 실증하는 Cheon et al. (2017)의 연구는 에너지 및 경제 변수가 광범위한 온실가스 배출에 미치는 영향에 대한 강력한 초기 가설을 제공하였다. 김진웅 외 (2012)의 연구는 경제성장(GDP) 외에 산업구조나 투자와 같은 변수를 추가 통제하여 GHG 배출의 구조적 동인을 파악할 필요성을 시사하였다. 이나영·조용성(2025)의 연구는 국내 시멘트 산업이라는 에너지 다소비 산업을 대상으로 온실가스 배출 특성을 요인 분해, 패널 분석, 동조화 분석을 통해 다각적으로 분석하였다.

한편 산업구조에 따른 다른 공간적 배경 내에서 산업 및 에너지 구조가 달라지는 것을 고려하여 GHG 배출 및 환경 영향을 평가한 연구도 존재했다. 오진·김현중(2022)의 연구에서는 산업 집적의 유형(전문화 대 다각화)이 환경 오염 강도에 다르게 영향을 미친다는 것을 보여주었다. 진사가·안종창(2019)의 연구에서는 중국의 탄소 배출 요인 영향을 분석한 결과 공업규모와 공업에너지 소비강도는 탄소 배출량과 음(-)의 관계가 있음을 제시하며, 에너지 전환 노력에도 불구하고 기존 산업에서 다른 산업으로 주 배출 요인이 전환되며 전체 배출이 증가하는 상황을 지적하였다. 김소연·류수열(2021) 연구는 STIRPAT 모형을 확장하여 우리나라 16개 광역시·도의 이산화탄소 배출량 결정요인을 분석하였으며 연구결과로서 소득, 인구, 에너지 집약도는 탄소 배출량과 양(+)의 관계가 있으나 도시화는 통계적으로 유의하지 않음을 제시하였다. Bo et al. (2019)의 연구에서는 경제 구조의 변화(도시화), 국제적 통합(무역 개방도), 지방 정부의 자율성(재정 자립도)이 환경 규제와 배출 행위에 영향을 미칠 수 있음을 시사하며 경제 구조적 요인이 환경 개선에 영향을 줄 수 있음을 제시하였다. 특히, 임형우·조하현(2020)의 연구에서는 교통부문 온실가스 배출의 탈동조화 현황을 OECD 국가 패널 데이터를 통해 분석한 결과, 전기화 현상과 달리, 가스화 현상은 유의성이 없었다는 결과를 제시하였다. 본 연구에서는 높은 도시화율, 강한 환경정책, 높은 무역 개방도 등이 경제성장과 탈동조화되어 탄소 저감 효과를 이룰 수 있다는 가능성을 시사하였다. Kang (2025a)에서는 기후 변화가 식량 안보(농업 생산량)에 미치는 영향을 비선형 모델 및 동적 패널 분석을 통해 심층적으로 다루고 있다. Arellano-Bond GMM을 이용하여 분석하였으며, 결과로는 GDP가 높은 국가일수록, 농업 생산물 수출이 많을수록 탄소 배출량이 높은 것으로 나타났다.

국가 내의 요인들에 대한 연구 외에, 국제무역 및 외부로부터의 신기술 확산 등이 GHG 배출에 미치는 영향에 대한 연구도 다수 이루어졌다. 특히 무역으로 인해 발생하는 물류활동에서의 GHG 배출은 개방화에 따른 감소와 물류활동 증가에 따른 배출량 증가라는 양방향성을 띠고 있다. 김현석(2015)의 연구에서는 소득 및 에너지 소비량이 지역 내 탄소 배출량에 영향을 주었으나 NAFTA 체결은 통계적으로 유의성이 없음을 밝혀 FTA와 온실가스 배출 간의 관계에 대한 실증적 증거를 제공하였다. 류승우 외(2019)의 연구는 외국인 투자(자본 유입 및 기술 도입)라는 국제 교류가 환경에 미치는 긍정적인 영향을 보여주어 기술 확산의 환경 개선 효과에 대한 논리를 강화하였다. Copeland & Taylor (2004)의 연구는 국제무역과 환경 간의 관계에 대한 고전적인 이론적 틀과 실증적 증거를 체계적으로 정리한 핵심 검토(Review) 논문으로, 1) 무역 자유화가 환경에 미치는 영향을 국제 교류 및 경제성장의 탄소 배출량 영향, 2) 영향력에 대한 증거가 정책 수립에 줄 수 있는 도움, 3) 현 상황에서 이루어야 할 핵심 행동이라는 세 가지 주요 채널로 분해하여 분석할 수 있는 이론적 틀을 제시하였다.

이렇듯 국제 교류, 무역이 신기술의 확산과 국제적 압박을 통해 환경 개선을 이끈다는 연구 외에, 무역으로 인해 온실가스 누출이 일어나거나 생산 과정에서의 오염이 전가되는 오염 피난처 가설(Pollution Haven)등을 연구한 경우도 존재한다. 이상호·김충실(2012)의 연구는 무역이 이산화탄소를 수입/수출하는 형태로 환경 책임을 전가한다는 사실을 실증적으로 보여 주었다. Choi (2024)의 연구에서도 무역이 오염 부하를 증가시키거나(오염 피난처 가설) 기술 이전을 통해 환경 효율성을 높일 수 있음을 시사하였다. Kang (2025b)의 연구는 저소득 국가의 무역 개방도와 온실가스 배출량의 관계를 1990년부터 2020년까지 58개국을 대상으로 패널 분석을 시행하였다. 무역의 영향이 국가별 다른 경제 상황과 맞물려 상이한 효과를 낼 수 있음을 시사하였다. 이기훈·최한주(2002)는 본 연구에서 국제무역(저탄소 기술 제품 무역)이 단순한 경제 변수가 아닌, 글로벌 기후 변화 대응의 실효성과 배출 책임 전가라는 정책적 맥락에서 다뤄져야 할 핵심 변수임을 확립하였다. 즉, 기술 자체는 환경 개선을 이끌 수 있으나, 기술 교류 과정에서 환경 악화가 일어날 수 있음을 보여준다.

한편 국가마다 경제적 상황과 기술 등이 수준이 다른 점을 고려하여, 전체적 맥락이 아니라 개별 국가의 특수성을 고려하는 방향에서 국제무역과 신기술 확산의 영향력을 평가해야 한다는 연구도 존재한다. Kang & Hwang (2016)의 연구는 기술 혁신이 이산화탄소 배출량

에 미치는 영향을 경제 개발 수준과 기술 혁신 수준이 다른 전 세계 88개 국가의 패널 데이터를 활용하여 분석하였다. 기술혁신은 미세한 수준에서 온실가스 배출량을 증가시키며, 원인은 기술혁신을 위한 투자가 배출량 감축에 시차를 두고 영향을 끼치기 때문으로 분석하였다. Gao & Sun (2024)의 연구는 디지털 금융이라는 혁신적인 기술-금융 수단이 탄소 배출량에 미치는 영향을 경로 분석 및 공간 이질성 분석을 통해 심층적으로 다루고 있다는 점에서, 신기술 및 경제 변수 분석에 대한 새로운 관점과 정책적 함의를 제공한다. Lee & Ha (2025)는 글로벌 무역의 확대와 디지털 전환에 따른 공급망 복잡성 증가로 첨단 솔루션(물류 플랫폼) 수요가 필수적 요소가 되었다는 배경을 제시하였다. 또한 기술적(Technological), 조직적(Organizational), 환경적(Environmental) 요인이 정보 공유를 매개로 최종 성과에 미치는 복합적인 경로를 제시하였다. 지지에·진상현(2024)의 연구에서는 환경 규제가 장기적인 기술 혁신과 경쟁력 강화를 유도하지 못할 수 있음을 시사한다. GHG 감축을 위한 기술 개발 지원은 규제의 강제력뿐 아니라 직접적인 인센티브가 필요할 수 있음을 뒷받침하였다. 이를 종합하면, 국가 별 이질성으로 인해 동일한 변수일지라도 다른 환경 효과를 나타낼 수 있음을 핵심적으로 고려해야 함을 알 수 있다.

개별 국가의 정책적 이질성 외에도 다양한 GHG 배출에 영향을 끼치는 이질적 요인이 존재한다. 이재현(2019)은 민주주의라는 정치적 척도를 모델에 포함하여 이산화탄소와 정책의 관계를 비선형적으로 모델링하였다. 민주주의 사회에서 시민들의 참여와 관심만으로 정책을 수립할 경우, 기후변화 문제에 긍정적인 방향으로만 작용하지는 않을 수 있다는 시사점을 도출하였다. Bae & Yoo (2021)의 연구에서는 47개국을 대상으로 한 다국적 패널 분석은 국가 간 이질성을 통제하며 장기적인 정책 효과를 분석하였다. 1인당 GDP와 에너지 사용량 또는 재생 에너지 비중과 같은 주요 변수 사이에도 내생성이 존재할 수 있음을 들어 2SLS와 같은 도구 변수(Instrumental Variable) 기법을 활용하여 통계적 왜곡을 최소화하는 방법론적 근거를 제시하였다. Cherniwchan et al. (2017)의 연구에서는 배출량 변화를 공장, 기업, 산업, 국가 차원의 생산 활동 변화와 연결하는 새로운 분해 기법을 통해 연구들을 체계화하였다. 특히 국제무역이 GHG 배출에 미치는 영향을 분석할 때, 단순히 총량을 변화시키는 것을 넘어 어떤 수준에서 배출량 변화를 유발하는지 메커니즘을 이해하는 것이 중요함을 시사하였다. 이하연·유정호 (2025)의 연구에서는 ASEAN 6개 국가, 2008년~2022년의 패널 데이터를 통해 경제·물류·환경 요인과 녹색물류성과지수(GLPI)의 관계

를 분석하였다. DOLS·FMOLS, VECM분석을 통해 환경규제가 단기적으로 물류 성과를 제약하나, 장기적으로는 GLPI를 안정시킨다는 결과를 얻었다.

종합적으로 볼 때, 국외 연구는 메탄 배출량 및 국제무역을 거시적으로 접근하여 소비 기반 책임, 국제무역을 통한 배출 전가 현상과 기술 확산의 영향에 중점을 둔다. 국내 연구의 경우 메탄보다는 주로 GHG에 집중하여 경제성장과 산업구조, 에너지 사용 구조, 국내 정책 등의 요인들을 종합하여 미시적인 접근을 하고 있다. 한편, 경제학 관련 문헌 중 메탄 배출량을 중심으로 한 문헌은 국내에 다소 부족한 편이며, 특정 배출가스에 대한 기술 확산과 국제무역의 영향에 대한 연구는 무역개방도 등의 변수에 집중되어 있다. 본 연구는 이러한 점에 착안하여, 국외 연구에서 도출한 기술 확산의 긍정적 효과를 국제무역을 통해 알아보고, 다국적 패널 분석을 통해 기술 확산의 효과와 국가별 이질성으로 인한 그 효과의 차이를 중심으로 분석할 것이다.

III. 방법론 및 데이터

1. 이원 고정효과(Two-way Fixed Effect) 패널 회귀 분석

패널 데이터(Panel Data)는 횡단면 데이터와 시계열 데이터의 특성을 둘 다 가지고 있는 데이터로, 여러 개체의 같은 간격 시계열 데이터를 수집한 것이다. 데이터 내에는 각 개체에서 기인한 특성이 존재하고 시간의 흐름에 따라서 발생하는 특성이 존재하므로, 개체와 시간 오차항 및 데이터 구성 특성을 반영하여 회귀분석을 진행할 필요가 있다. 대표적으로 통합 OLS(Pooled OLS), 시간 더미 처리 회귀모형(OLS with Time Dummies), 고정효과 모형(Fixed-Effects Model)과 랜덤효과 모형(Random-Effects Model), FGLS(Feasible Generalized Least Squares) 모형 등이 있다. 본 연구에서는 고정효과 모형 중 이원 고정효과(Two-way Fixed Effect) 모형을 분석 모형으로 사용하였다.

$$(1) \quad y = X\beta + u$$

$$(2) \quad u = \mu_i + \varepsilon$$

$$(3) \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$(4) \quad t = 1, 2, 3, \dots, T$$

u : 총오차, 개별효과와 고유오차의 합

μ_i : 개별효과(Individual Effect), 국가에 따라 나타나는 오차

ε : i 와 t 에 걸쳐서 변화는 고유오차(idiosyncratic errors), 국가나 연도에 따라서 나타나는 오차

식(1)에서는 상수항과 기울기 모수가 모든 개체에서 동일하게 나타난다고 정의하며, 설명변수는 오차항에 대해 외생적임을 가정한다. 오차항의 분산은 시간에 대해 IID(독립적이며 자기상관이 없음, independent and identically distributed)라는 가정과 등분산성(homoskedasticity)을 가정한다. 시간에 따라 관측되는 속성과 무관하게 임의로 주어지는 개별효과를 랜덤효과(Random Effects)라고 하며, 개체별로 관측되는 속성과 상관될 수 있는 개별효과를 고정효과(Fixed Effects)라고 한다.

고정효과 모형은 설명변수가 고유오차에 대해 무관하지만 어떤 개체냐에 따라 영향을 받는 모형이다. 한편 설명변수가 고유오차에 대해 무관하며 개별효과는 랜덤하게 주어지는 확률적인 효과라고 보는 모형은 랜덤효과 모형이라고 말할 수 있다. 고정효과 모형은 개별효과를 통제할 때 독립변수에 따른 종속변수의 평균적인 차이를 정의하는 모형으로, 고정효과 모형을 통해 집단내 차이로부터 도출되는 관계를 알 수 있다. 이때 개체를 통제하는 모형을 일원 고정효과(One-way Fixed Effect) 모형, 개체와 시간을 모두 통제하는 모형을 이원 고정효과(Two-way Fixed Effect)모형이라고 한다.

패널 데이터의 특성 상 설명변수의 가정이 위배되는 경우(오차항에 대해 외생적이지 않거나 오차항의 분산이 시간에 대해 상관관계가 있거나 자기상관이 있음)가 존재할 수 있다. 이 경우 선형 패널 회귀분석 모형의 추정량은 일관성을 갖지만, 그 오차의 추정에 편향이 생긴다. 하지만 비선형적 관계가 아니라 선형적 관계를 갖는다는 가정 하에서 이러한 문제는 오차항에 강한 가정을 두고 추정량을 계산하는 군집 강건 오차(Cluster-Robust SE) 계산 방식을 통해 해결할 수 있다(한치록, 2019).

2. 패널 데이터 검정

1) 하우스만 검정(Hausman Test)

고정효과 모형과 랜덤효과 모형 사이의 모형 채택은 하우스만 검정(Hausman Test)을 통해 수행할 수 있다. 하우스만 검정은 한 추정량은 귀무가설(HO) 하에서 일치성(Consistency)과

효율성(Efficiency)을 모두 가지며, 다른 추정량은 대립가설(H1) 하에서도 일치성을 유지한다는 가정을 갖는다(Hausman, 1978). 고정효과 계수와 랜덤효과 계수를 계산한 뒤 그 차이와 표준편차를 통해 Chi2값을 계산한 뒤, Probability > Chi2 값이 0.05 이하일 때는 귀무가설을 기각하고 고정효과 모형을, 0.05를 초과하면 랜덤효과 모형을 채택할 수 있다.

2) 패널 단위근 검정(Unit Root Test)

패널 데이터는 시계열 속성이 있으며, 단위근(unit root)가 존재하면 비정상(non-stationary) 시계열이 되어 변수 간 실제 관계가 없어도 유의한 관계가 나타나는 가성회귀(spurious regression) 문제가 발생할 수 있다. 패널 단위근 검정은 Fisher-ADF 검정을 통해 검정이 가능하다(Maddala, 1999; Maddala & Wu, 1999; Maddala & Wu, 2002). Fisher-ADF 검정의 귀무가설은 모든 패널에 단위근이 있다는 것이며 이를 기각할 시 정상 시계열임을 나타낸다.

3) 자기상관 검정 (Serial Correlation Test)

패널 모형에서 잔차에 1차 자기상관이 있을 시 FE 추정량은 일치성을 가지지만 표준오차가 과소 추정되어 검정통계량이 왜곡된다. 특히 시간적으로 인접한 관측치 간 상관이 높은 경제 및 환경 패널 데이터에서 자기상관은 매우 흔하다. lag 변수 포함 모형에서 잔차에 자기상관이 남아있으면 계수 추정이 비효율적이다. 자기상관은 Wooldridge 자기상관 검정을 통해 확인할 수 있다(Drukker, 2003; Wooldridge, 2016). 귀무가설은 패널에 1차 자기상관이 존재하지 않는다는 것이며 대립가설은 자기상관이 존재함을 나타낸다. 이 경우 강건 군집 표준오차를 구하는 것으로 완화가 가능하다.

4) 이분산 검정 (Heteroskedasticity Test)

패널 데이터에서 국가별로 분산이 다른 그룹별 이분산이 존재하면 FE 추정량은 비효율적이며 표준오차가 왜곡된다. 다수의 국가가 포함된 패널 데이터의 경우 경제 규모 및 발전단계가 이질적이므로 이분산은 거의 필연적으로 발생한다. 이분산성은 변형 Wald Test(Modified Wald Test for groupwise heteroskedasticity)를 통해 검정이 가능하다(Baum, 2024; Greene, 2000). 귀무가설은 모든 국가에서 분산이 동일하다는 것이며 귀무

가설이 기각될 시 이분산이 존재함을 나타낸다. 이 경우 강건 군집 표준오차를 구하는 것으로 완화가 가능하다.

5) 횡단면 상관 검정 (Cross-sectional Dependence Test)

글로벌 패널에서 국가 간 동시적 충격으로 인한 횡단면 상관이 존재할 가능성이 높다. 공통 충격은 국가 간 잔차 상관을 발생시키며, 표준오차가 과소 추정되고 검정통계량이 왜곡된다. 특히 개체 수가 시계열보다 큰 대형 패널에서는 큰 문제가 된다. 횡단면 상관은 Pesaran CD 검정을 통해 검정이 가능하며, 귀무가설은 횡단면 상관이 없다는 것으로 기각될 시 횡단면 상관이 존재한다(Pesaran, 2004). 본 연구에서는 이원 고정효과 모형으로 연도별 공통충격을 통제하였다.

3. 분석 데이터

종속변수로는 국가별 교통부문 메탄 배출량을 사용하였다. 독립변수는 크게 저탄소 기술 제품 무역 데이터, 에너지 데이터, 경제 데이터로 구성하였으며, 에너지 데이터와 경제 데이터의 경우 CH₄ 배출과 상당한 관계가 있으므로 정확한 저탄소 기술 제품 무역 변수의 영향을 보기 위해 통제변수로 사용하였다.

국제 통화 기금(International Monetary Fund, IMF)은 〈Technology Transfer and Innovation for Low Carbon Development (Pigato et al., 2020)〉에서 제시한 제품을 기준으로 탄소 집약적 연료 생산 장치를 대체하는 풍력, 태양광, 바이오연료 등을 구성하는 장비와, 탄소 포집 장비 등의 기술 등이 포함하여 해당 데이터를 구성하였다. 또한, 전기화 운송수단 부품 및 충전수단 등 저탄소 교통 관련 기술에 관련 있는 품목들도 포함된다.

현재 IMF가 제공하는 지표는 총 11가지로 저탄소 기술 제품 무역 수출입액 및 비중, 무역수지 등이 포함된다. 본 연구에서는 저탄소 기술 제품 수출/수입액(달러)(LEXP/LIMP), 저탄소기술 제품 무역량(달러)(LCP) 변수를 사용하였다. 저탄소 기술 제품 수출의 경우 한 국가의 저탄소기술 제품을 개발 및 생산하여 판매할 역량으로 해석되나, 저탄소 기술 제품 수입의 경우, 저탄소 기술 제품의 수입을 통한 한 국가의 환경 개선 의지로 해석할 수 있다. 저탄소 기술 제품 수입의 단순한 양보다 얼마나 더 빠른 속도로 도입할 의지가 있는지를

알아보기 위하여 차분 변수(당해의 관측값에서 직전년도의 관측값을 차분한 값)로 사용하였다. 에너지 사용량의 경우 교통부문 탄소 배출량에 가장 밀접하게 관련된 변수로서, 해당 변수를 통제하지 않을 시 저탄소 기술 제품 무역량의 순수한 효과를 볼 수 없다. 한편, 에너지 사용량 자체보다 화석연료 소비비율이 더 큰 영향을 끼칠 수 있어, 해당 효과를 보기 위하여 에너지 관련 독립변수로는 에너지 소비량(ENERGY)과 화석연료 소비비율(FPCT)의 2개 변수를 모든 모델에 공통적으로 포함하였다.

경제 변수로는 세계은행(World Bank)의 국가별 소득수준 구분에 따른 4단계 수준 변수를 사용하였으며, 1인당 GDP의 경우 강건성 분석을 위해 추가로 투입하였다.

모든 변수는 총량 데이터에서 다중 대체법을 통해 결측치를 대체한 후, 1인당 변수로 변환한 뒤, 데이터 정규화를 위해 로그변환하였다.

〈표 1〉 사용 데이터 요약

No.	변수 축약	설명	출처	Model A	Model B	Model C	변환단위
1	CH4	교통 부문 인당 메탄 배출량	WDI	O	O	O	log(tCO2eq)
2	LEXP	1인당 저탄소기술제품 수출량	IMF	O			log(US dollar)
3	LIMP	1인당 저탄소기술제품 수입량 변화	IMF		O		log(US dollar)
4	LCP	1인당 저탄소기술제품 무역량	IMF			O	log(US dollar)
5	ENERGY	에너지 소비량	WDI	O	O	O	log(kg of Oil equivalent)
6	FPCT	화석연료 소비비율	WDI	O	O	O	%
7	ELEVEL	WD의 국가별 경제수준 구분	WDI	O	O	O	H: High L: Low UM: Upper Middle LM: Lower Middle
8	GDP (강건성 분석)	1인당 GDP	WDI	O	O	O	log(constant 2015 US dollar)

3. 개체 별 상호작용 효과 분석 모형

기술 확산의 효과는 수용국의 기술 흡수 역량(absorptive capacity), 에너지 전환 인프라, 제도적 환경 등에 따라 이질적으로 작동하며(Xu et al., 2023; Liu, Ma, et al., 2022), 이러한 요인들은 국가의 소득수준과 밀접하게 연관되어 있다. 이를 바탕으로 할 때, 저탄소 기술

제품 무역이 메탄 배출에 미치는 효과는 모든 국가에서 동질적으로 나타나지 않을 수 있다. 고소득국은 저탄소 기술을 생산·수출할 역량을 갖추는 동시에 기술 내재화에 필요한 제도적·재정적 기반을 보유하고 있는 반면, 저소득국은 기술을 수입하더라도 실질적인 에너지 구조 전환으로 이어지기 어려운 구조적 한계를 가질 수 있다(Liu, Ma, et al., 2022; de Chaisemartin & D'Haultfœuille, 2020). 한편 저탄소 기술 제품의 수출액과 수입액은 각각 다른 맥락에서 해석이 필요하다. 저탄소 기술 제품의 수출액이 많은 국가는 저탄소 기술 제품의 개발 및 판매 역량을 갖춘 국가로, 유럽 및 북미의 대체로 고소득국일 것을 예상 가능한 반면, 수입액의 경우에는 저탄소 기술 역량이 있는 국가로 해석할 수 없지만, 국가의 환경 개선 의지로 해석할 수 있다. 수출액의 경우 수출액 자체를 지표로 삼을 수 있지만 수입액의 경우 그 환경 개선 의지가 얼마나 빨리 확산되는지(증가하는지) 실증하기 위하여 차분 변수(당해의 관측값에서 직전년도의 관측값을 차분한 값)로 사용하였다. 또한, 수출과 수입을 구분하지 않고 거래량 자체가 국가의 배출량과 연관되었을 수 있다. 한편, 기술 관련 변수는 그 효과까지 시차가 있을 수 있어, 해당 값을 lag 변수로 분석하는 것이 필요하다.

소득그룹 간의 이질성을 포착하기 위해 본 연구에서는 저탄소 기술 제품 무역 변수(LEXP, LIMP, LCP)와 소득그룹 더미 변수 간의 상호작용항을 모형에 포함하였으며, 각 변수에는 1차 lag 효과를 도입하였다. 각 변수의 효과를 분리하여 보기 위해 Model A, Model B, Model C로 모형을 분리하고 다음과 같이 상호작용 효과를 분석하였다.

$$(5) \quad CH4pc = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 LCP수출_{-1} + \sum_{g=2}^4 \beta_{2g} (D_g \times LCP수출_{-1}) + \beta_3 X + \varepsilon$$

$$(6) \quad CH4pc = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 LCP수입_{-1} + \sum_{g=2}^4 \beta_{2g} (D_g \times LCP수입_{-1}) + \beta_3 X + \varepsilon$$

$$(7) \quad CH4pc = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 LCP총량_{-1} + \sum_{g=2}^4 \beta_{2g} (D_g \times LCP총량_{-1}) + \beta_3 X + \varepsilon$$

(5), (6), (7)은 각각 Model A, Model B, Model C의 상호작용항 포함 모형을 나타낸다.

α_i 는 국가 고정효과, γ_t 는 연도 고정효과를 의미한다. 저탄소 기술 제품 무역 변수에는 1기 시차를 적용하였으며(각각 수출역량, 수입변화율, 총량), 소득그룹 더미(고소득국 $g=1$ 을 기준범주로 설정), X 는 통제변수 벡터를 의미한다.

β_1 은 기준그룹인 고소득국(H)에서 저탄소 기술 제품 무역이 메탄 배출에 대한 기울기(한계효과)를 나타내며, β_2 는 각 소득그룹 g 의 기울기가 고소득국 대비 얼마나 차이가 나는지를 나타내는 차이이다. 따라서 소득그룹 g 의 실제 한계효과는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$(8) \quad \frac{\partial \text{CH4pc}}{\partial \text{LCP}} \Big|_g = \beta_1 + \beta_{2g}$$

이를 통해 저탄소 기술 제품 무역의 배출 감축 효과가 소득그룹에 따라 통계적으로 유의하게 다른지를 검정할 수 있다. 기준범주는 고소득국(H)로 설정하였으며 저소득국(L), 중하소득국(LM), 중상소득국(UM) 각각의 효과가 고소득국 대비 어떻게 달라지는지를 해석하였다. 소득그룹 분류는 World Bank의 기준(GNI per capita)에 따르며, 분석 기간 중 소득그룹이 변동한 국가(전체의 2.66%)는 최빈값(mode)를 기준으로 고정하여 시간 불변(time-invariant) 변수로 처리하였다.

본 연구에서는 불균형 패널 데이터 추정치의 편향 발생 문제나 검정력 약화 문제를 고려하여, 다중 대체법(Multiple Imputation by Chained Equations, MICE) 중 PMM방식을 통해 결측치를 대체하고 10개의 대체 데이터 셋을 생성하여 단순 대체했을 시 발생할 수 있는 통계적 불확실성을 반영한 추정값을 도출하고자 하였다. 각 소득그룹별 실제 한계효과와 그 통계적 유의성은 선형결합 추정으로 계산하며(Wooldridge, 2016) 다중 대체법 환경에서는 Rubin's Rule 에 따라 결합된 추정량을 사용한다. 모든 분석은 STATA SE 19.5를 통해 실행하였다.

IV. 분석 결과

1. 패널 데이터 구조 주요 검정 결과

먼저 모형 선택의 적절함을 알기 위해 하우스만 검정을 수행하였다. 또한, 추정에 앞서 패널 데이터의 통계적 특성을 확인하기 위해 네 가지 사전 검정을 수행하였다. 첫째, Maddala & Wu(1999)의 Fisher-ADF 검정을 통해 주요 변수의 단위근 여부를 검정하였다. 둘째, Wooldridge(2016)와 Drukker(2003)의 방법을 따라 FE 모형 잔차의 1차 자기상관을

검정하였다. 셋째, Greene(2000)의 Modified Wald 검정으로 그룹별 이분산 존재 여부를 확인하였다. 넷째, Pesaran(2004)의 CD 검정으로 횡단면 상관을 검정하였다. 이분산과 자기상관 문제에 대응하기 위해 국가 수준 클러스터 표준오차(clustered standard errors)를 적용하였으며, 횡단면 상관에 대응하기 위해 연도 고정효과를 포함한 이원 고정효과 모형을 사용하였다.

1) 하우스만 검정 결과

하우스만 검정 결과, 회귀계수의 방향은 고정효과와 랜덤효과가 동일하게 나타났으며, 모든 모델에서 모두 0.05 수준에서 고정효과 모형을 채택하는 것이 적절한 것으로 나타났다.

2) 패널 단위근 검정 결과

연속형 변수에 대한 패널 단위근 검정 결과, LIMP 변수에 단위근이 존재하는 것으로 나타났다으며 해당 변수의 1차 차분 변수는 안정적인 것으로 나타났다.

〈표 2〉 패널 단위근 검정 결과

변수	추세	P (x^2)	Z	L*	Pm	단위근 검정 결과
CH4	No	0.0009	0.949	0.6895	0.0004	-
CH4(시차포함)	Yes	0	0.0013	0	0	안정적(추세)
LEXP	No	0	0	0	0	안정적
LIMP	No	0.8933	1	0.9992	0.8906	단위근 존재
ΔLIMP	No	0	0	0	0	안정적(1차 차분)
ENERGY	No	0	0.324	0.0024	0	-
ENERGY(시차포함)	Yes	0	0.0075	0	0	안정적(추세)

Note 1 : 1차 시차를 적용한 확장 Dickey-Fuller(ADF) 회귀 분석을 기반으로 한 Fisher 유형 단위근 검정.

H₀: 모든 패널에 단위근이 존재한다.

H1: 적어도 하나의 패널은 정상성을 나타낸다.

Note 2: P = 역 카이제곱 통계량; Z = 역 정규 통계량; L* = 역 로짓 통계량; Pm = 수정된 역 카이제곱 통계량.

패널 규모가 큰 경우(N>100), Pm이 선호되는 통계량이다.

Note 3: Δ는 1차 차분을 나타낸다. 모든 모델에는 패널 평균이 포함된다. “추세” 모델에는 시간 추세가 추가로 포함된다.

패널 수 = 175개(CH4, LEXP, LIMP, ΔLIMP); 161개(ENERGY).

3) 자기상관, 이분산, 횡단면 상관 검정결과

자기상관, 이분산, 횡단면 상관 검정결과, 자기상관, 이분산, 횡단면 상관이 전부 존재하는 것으로 나타났다. 이로 인해 발생하는 문제를 해결하기 위해 강건 표준 군집 오차를

적용하여 분석을 수행하였으며, 연도 고정 효과를 추가하여 분석하였다.

〈표 3〉 자기상관, 이분산, 횡단면 상관 검정결과 요약

구분	검정값	기준	결과값	확인	대응방법
자기상관	F= 341.585	Prob > F	0	존재	강건 표준 군집 오차 적용
이분산	chi2 (158) = 6.3e+29	Prob>chi2	0	존재	강건 표준 군집 오차 적용
횡단면 상관	CD = 7.066	p-value	0	존재	연도 고정 효과 추가

2. 실증 분석 결과

1) 회귀분석 결과 해석

〈표 4〉 회귀분석 결과

구분		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
세부 구분	변수명	Main Analysis			Robust Analysis		
		Model A	Model B	Model C	Model A	Model B	Model C
주 효과	LEXP_I1	-0.144*** (0.046)	0.010 (0.009)		-0.144*** (0.046)	(0.006) (0.008)	
		Base			Base		
상호 작용항	H # LEXP_I1						
	L # LEXP_I1	0.210*** (0.046)			0.188*** (0.045)		
	LM # LEXP_I1	0.159*** (0.046)			0.143*** (0.045)		
	UM # LEXP_I1	0.110** (0.048)			0.108** (0.048)		
주 효과	LIMP_I1	0.008 (0.012)	0.019 (0.033)		0.010 (0.011)	0.015 (0.032)	
상호 작용항	H # LIMP_I1		Base			Base	
	L # LIMP_I1		-0.018 (0.038)			-0.006 (0.034)	
	LM # LIMP_I1		-0.019 (0.036)			-0.011 (0.033)	
	UM # LIMP_I1		-0.015 (0.034)			-0.007 (0.034)	

구분		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
세부 구분	변수명	Main Analysis			Robust Analysis		
		Model A	Model B	Model C	Model A	Model B	Model C
주 효과	LCP_I1			-0.331***			-0.351***
				(0.062)			(0.060)
상호 작용항	H # LCP_I1			Base			Base
	L # LCP_I1			0.613***			0.567***
				(0.063)			(0.060)
	LM # LCP_I1			0.431***			0.390***
				(0.061)			(0.060)
	UM # LCP_I1			0.329***			0.313***
				(0.069)			(0.067)
통제 변수	ENERGY	0.177***	0.190***	0.162***	0.135***	0.144***	0.135***
		(0.039)	(0.040)	(0.035)	(0.034)	(0.035)	(0.032)
	FPCT	0.00972***	0.0107***	0.00802***	0.00937***	0.0102***	0.00795***
		(0.002)	(0.002)	(0.001)	(0.002)	(0.002)	(0.001)
강건성 변수	GDP				0.584***	0.627***	0.457***
					(0.090)	(0.092)	(0.088)
절편	Constant	-21.32***	-21.64***	-20.98***	-25.84***	-26.45***	-24.46***
		(0.288)	(0.304)	(0.274)	(0.750)	(0.760)	(0.731)

Standard errors in parentheses = * p(0.1) ** p(0.05) *** p(0.01)

본 연구에서는 하우스만 검정을 통해 고정효과 모형을 채택하였으며, 이원 고정효과 모형을 통해 국가와 연도의 차이를 통제한 고정효과 모형 결과를 제시하였다. 또한, 시차 변수를 추가하여 저탄소 기술의 무역이 실제로 환경 효과를 발생하기까지 시차가 걸리는 점을 반영하여 분석하였다.

Model A, Model B, Model C 모두 자기상관, 이분산, 횡단면 상관의 문제가 존재하였으므로 군집 강건 오차 고정효과 분석결과를 제시하여 해당 문제에서 발생하는 추정치 편향의 문제를 보정하였다.

Model A는 저탄소 기술 수출역량의 소득그룹별 효과를 나타낸다. 주 효과(main effect) $LEXP_I1 = -0.144$ 이므로, 기준그룹(H, 고소득국)에서 1인당 저탄소 기술 제품 수출이 1% 증가하면 1인당 메탄 배출이 0.144% 감소한다. H(고소득국)에서 저탄소 기술 수출역량이 클수록 자국의 탄소 배출 감축 효과가 확인됨을 알 수 있다. 한편, 다른 소득 그룹 간의

차이가 명확하게 드러났다. 상호작용의 기준 그룹 대비 차이 계수를 보면, L(저소득국)의 경우 계수값이 +0.210으로, 실제 기울기는 $-0.144+0.210 = +0.066$ 이다. 이는 저소득국에서는 수출 증가가 오히려 메탄 배출을 증가시키는 방향으로 작용함을 나타낸다. LM(중하소득) 그룹에서는 계수값이 +0.159이므로, 실제 기울기는 +0.015으로, 메탄 배출 효과가 사실상 소멸한다. UM(중상소득) 그룹에서도 H(고소득국) 대비 차이가 드러난다. 계수값은 +0.110으로, 실제 기울기는 -0.034가 된다. 감축 효과가 H(고소득국) 대비 약화된 것을 알 수 있다. 즉, 저탄소 기술 제품 수출역량의 메탄 배출 감축 효과는 고소득국에서 가장 강하고, 소득수준이 낮아질수록 약화 또는 역전되는 경향이 있다. 이는 저소득국은 저탄소 기술을 수출하더라도 자국 내 저탄소 기술 내재화·에너지 전환이 이루어지지 않을 수 있음을 시사한다. 또한, 강건성 모형에서도 계수값이 -0.144로 유의하게 나타났다. 실 소득수준에 따른 차이를 보기 위해 GDP 변수를 추가한 후에도 계수가 거의 동일하게 유지된다. H(고소득국)에서 전년도 1인당 저탄소 기술 제품 수출이 1% 증가하면 1인당 CH₄가 0.144% 감소하며, 이 효과는 GDP 수준을 통제한 후에도 강건한 것으로 나타났다. 강건성 모형에서 L 그룹의 상호작용 계수가 0.210에서 0.188로 소폭 줄었지만, 방향과 유의성이 유지되어 강건성이 확인된다. 즉, 소득이 낮을수록 수출역량이 자국 배출 감축으로 연결되지 않는 구조적 한계가 GDP 통제와 무관하게 존재하는 것으로 볼 수 있다.

Model B는 저탄소 기술 제품 수입(확산의지)의 소득그룹별 효과를 분석하였다. 주 효과 계수는 0.00752으로, 기준그룹(H)에서 수입 변화율의 효과가 유의하지 않았다. 또한, 상호작용 계수 L(-0.018), LM(-0.019), UM(-0.015) 모두 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉, 저탄소 기술 제품 수입의 변화율은 어느 소득그룹에서도 메탄 배출에 유의한 영향을 미치지 않는다. 이는 단기적 수입 변화(차분)가 배출 감축으로 이어지는 효과가 통계적으로 확인되지 않음을 의미한다. 저탄소 기술 도입의 효과가 나타나려면 더 긴 시간이 필요하거나(longer lag) 수입 규모 자체보다 기술의 실질적 활용이 중요함을 시사한다. 또한, 강건성 모형에서도 모든 상호작용 계수가 일관적으로 유의하지 않게 나타났다. 단기 수입 변화율은 메탄 배출에 유의한 영향을 미치지 않았다는 결과값이 GDP 통제 여부와 무관하게 일관된 것으로 해석할 수 있다.

Model C는 총 저탄소 기술 제품 무역규모의 소득그룹별 효과를 분석하였다. 주 효과의 경우 -0.331 으로 통계적 유의성이 확보되었다. 기준그룹(H)에서 총 저탄소 기술 제품 무역량

1% 증가 시 메탄 배출 0.331% 감소하는 것으로 나타나, Model A(-0.144)보다 효과가 훨씬 크며, H(고소득국)에서 총 무역규모의 배출 감축 효과가 가장 강한 것으로 나타났다. 강건성 모형의 경우 계수가 0.351으로 오히려 계수가 강화되는 결과가 나타났다. 이를 종합할 때, 고소득국에서 총 저탄소 기술 제품 무역 1% 증가 시 메탄 배출 0.331~0.351% 감소로, 세 주요 변수 중 가장 강한 효과를 나타낸다.

상호작용 계수를 볼 때, L(저소득)그룹에서는 계수가 +0.613으로 나타나 실제 기울기는 +0.282이다. 이는 저소득국에서 총 무역 증가가 오히려 메탄 배출로 이어짐을 나타낸다. LM(중하소득) 그룹에서도 마찬가지로 계수값 +0.431, 실제 기울기 +0.100 로 나타나, 메탄 배출이 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 한편, UM(중상소득) 그룹에서는 계수값이 +0.329으로, 실제 기울기는 -0.002 으로, 아주 작은 배출 감소 효과가 있지만 사실상 소멸한 것으로 나타난다. 이를 종합할 때, 저탄소 기술 제품 무역 총량의 메탄 감축 효과는 고소득국에서만 작동하며, 중하소득 이하에서는 무역 확대가 오히려 배출 증가로 연결되는 경향이 있음을 알 수 있다. 이는 저소득국의 경우 저탄소 기술 제품을 수입해도 화석연료 기반 경제구조가 변하지 않거나, 저탄소 기술 제품 수출 확대가 국내 에너지 전환과 분리되어 있음을 시사한다. 강건성 모형에서도 상호작용 계수들이 모두 소폭 감소하지만 방향과 유의성이 유지되는 것을 볼 수 있으며, 총무역 모형(Model C)이 세 모형 중 강건성이 가장 높다.

통제변수를 볼 때, ENERGY 변수는 세 모형 모두 유의했으며 1인당 에너지 사용 증가 시 메탄 증가로 이어져 예상한 결과와 동일한 것으로 나타났다. FPCT 변수 또한 세 모형 모두 유의하여, 화석연료 비중 1%p 증가 시 메탄가스가 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 강건성 모형에서도 계수가 소폭 감소하나 방향과 유의성이 유지된다. 강건성 모형에서 추가된 GDP 변수의 경우, 모든 모형에서 양(+)의 방향을 나타냈으며 유의성이 확인되었다. 1인당 GDP 1% 증가 시 메탄 배출이 증가하는 것으로 나타나, 소득 증가가 에너지 소비 확대를 통해 배출을 늘리는 효과가 에너지 변수와 분리되어 포착된다.

종합적으로 볼 때, 저탄소 기술 제품 무역의 메탄 감축 효과는 고소득국에 집중되며, 소득수준이 낮아질수록 효과가 약화되거나 역전되는 결과가 나타났다. 수입의 단기 변화(Model B)보다 수출역량(Model A)과 총무역량(Model C)이 더 강한 설명력을 보였으며, 이는 기술을 생산하거나 수출할 역량을 가진 국가에서 메탄 배출 감축이 실질적으로 이루어졌음을 시사한다.

〈표 5〉 소득그룹 별 이질적 효과 종합

구분	고소득국	중상소득	중하소득	저소득
수출역량(A)	감축(-0.144)	약화(-0.034)	소멸(+0.015)	역전(+0.066)
수입변화(B)	비유의	비유의	비유의	비유의
총무역(C)	감축(-0.331)	약화(-0.002)	역전(+0.100)	역전(+0.282)

2) 모델 통계량 해석

〈표 6〉 모델 통계량 요약

구분	항목	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		Main Analysis			Robust Analysis		
		Model A	Model B	Model C	Model A	Model B	Model C
		Two-way Fixed Effect Model with Robust Cluster SE					
관측치	관측치 개수	5070	5070	5417	5070	5070	5417
모델 적합도	통합 F-통계량	4.140	3.604	7.167	5.461	4.989	7.385
MI 통계량	대치횟수	10	10	10	10	10	10
	가장 큰 결측 정보 비율	0.608	0.564	0.447	0.589	0.575	0.509
분산 구성 요소	개체 내 오차항 σ_e 의 MI 통합 추정치	0.368	0.379	0.348	0.352	0.361	0.339
	개체 간 오차항 σ_u 의 MI 통합 추정치	1.002	0.826	1.649	0.529	0.581	1.108
	$\rho(\rho)$	0.881	0.826	0.957	0.693	0.722	0.914

본 연구의 경우, 가장 큰 결측 비율이 0.4~0.6 수준으로, 허용 가능한 수준이지만 일부 변수의 결측 비율이 높아 MI 추정의 불확실성이 존재할 수 있다. 분산 구성 요소의 경우, 개체 내 오차항 추정치의 경우 값이 작을수록 국가 내 모형(within)의 설명력이 높다. 반면 개체 간 오차항의 추정치의 경우 국가별 이질성의 크기를 나타내며, 국가 간 모형(between)의 설명력을 나타낸다. 이 두 값으로 급내상관계수($\rho(\rho)$)를 계산할 수 있으며, 0.5 이상일 시 분산의 대부분이 국가 간 차이에서 비롯되므로 고정 효과 모형 선택의 타당성을 뒷받침한다.

종합적으로 볼 때 통합 F-통계량의 경우 모든 모형에서 유의한 것으로 나타났다. 하지만 6개 결과값 중에서 Model B의 통계량이 가장 작아 차분 변수의 설명력이 제한적임을 시사한다. 이는 통합 추정치에서 대부분 유의하지 않았던 계수 결과와 일치한다. 한편 Model C의 경우 F-통계량이 가장 높아 총 저탄소 기술 제품의 무역량 설명력이 수출/수입 분리 모형보다 강한 것을 알 수 있다.

한편, 강건성 모형에서는 급내상관계수 값이 메인 모델에 대비해 하락한다. GDP 변수가 국가 간 소득 수준 차이를 흡수해 개체 간 오차항 추정치 값을 줄였기 때문으로 해석할 수 있으며, 상호작용항으로 쓰인 더미 변수(소득 그룹)와 중복되었기 때문이다. 한편, Model C의 강건성 모형에서는 상대적으로 높게 유지되며 총무역 모형에서는 국가 구조적 이질성이 GDP만으로 설명되지는 않는다는 것을 알 수 있다.

추가적으로, 연도 고정 효과를 볼 때, 2008년 금융위기 등 글로벌 공통 충격으로 인한 메탄 배출 감소 추세가 확인된다. 특히, 파리 협정(Paris Agreement)이 있던 2015년이나 코로나 팬데믹으로 인한 경제 침체가 있었던 2020년 전후로 계수가 커지는 패턴을 볼 수 있다. 연도 고정 효과 결과는 부록 1에 정리되어 있다.

V. 결 론

본 연구는 GHG 배출량 총량이 아닌 메탄가스 배출량에 집중하여 저탄소 기술 제품의 무역을 통한 확산이 메탄 배출량에 미치는 영향을 전 세계 175개국 패널 데이터를 통해 이원 고정효과 모형으로 실증분석하였다. 본 연구의 분석 과정에서 패널 단위근, 자기상관, 이분산, 횡단면 상관에 대한 사전 검정을 수행하여 모형의 통계적 타당성을 검토하였으며, 결측치 발생 맥락을 고려한 다중대치법(MI)을 활용하여 데이터 손실을 최소화하였다. 국가 및 연도 고정효과를 포함한 이원 고정효과 모형을 채택하였고, 군집 강건 표준오차(clustered standard errors)를 적용하여 이분산성 및 자기상관에 대한 통계적 신뢰도를 확보하였다.

실증 분석 결과와 시사점은 다음과 같다. 첫째, 1기 시차를 적용한 저탄소 기술 제품 무역 변수로 나타나는 수출역량이 메탄 감축에 핵심적인 것으로 나타났다. LEXP 변수가 유의한 감축 효과를 나타냈으며, 소득그룹별 이질성도 명확했다. 한편, LIMP 변수는 어느 모형에서도 유의하지 않아, 저탄소 기술 제품의 수입 변화율 효과는 확인되지 않았다. 즉, 저탄소 기술 제품 무역의 경우 수출역량이 그 효과를 보임을 시사한다. 둘째, 소득수준별 이질성의 강건성이 확인되었다. 각 모델에 GDP 변수를 추가한 강건성 모형에서 상호작용 패턴이 유지되었다. 소득그룹별 저탄소 기술 제품 무역의 효과는 GDP 수준 자체보다 각 그룹의

기술 흡수 역량, 정책 환경 등 소득그룹별 구조적 특성에서 비롯됨을 지지한다. 이는 기존 연구 결과의 경제적 요인에 대한 맥락을 공유한다(Gao et al., 2023; Sun et al., 2022). 셋째, 저소득 국가 그룹에서의 역전 효과를 알 수 있다. 저소득 국가 그룹에서는 LEXP와 LCP 모두 양(+의) 기울기를 나타냈으며, 통계적으로 유의하였다. 이는 저소득국이 저탄소 기술 제품을 수출하거나 무역하고 있더라도, 자국 내 에너지 구조가 변하지 않거나, 오히려 관련 산업 활동의 증가로 메탄 배출이 늘어날 수 있음을 시사하며, 저소득국 대상 차별적인 정책 설계가 필요함을 보여준다.

본 연구의 학술적 기여는 다음과 같다. 첫째, 메탄 배출량을 연구대상으로 설정함으로써 GHG를 구성하는 특정 가스에 초점을 둔 문헌에 기여하며, 저탄소 기술 제품 무역이라는 구체적인 채널을 통해 기술 확산의 환경 개선 효과를 실증적으로 입증하였다. 둘째, 국제 무역과 환경의 복잡한 양방향적 관계에 대한 문헌들을 배경으로 할 때, 저탄소 기술 제품 무역의 긍정적 효과를 입증하여 입체적인 관계성을 이해하도록 하였다. 셋째, 저탄소 기술 제품 무역의 효과를 세계은행의 소득분류에 따라 이질적으로 분석함으로써, 기술 확산의 감축 편익이 어느 국가 그룹에 집중되는지를 규명하였다. 이는 저탄소 기술의 국제 협력 설계 시 수혜국의 소득수준을 고려해야 함을 실증적으로 보여주는 최초의 메탄 특화 연구 중 하나이다.

본 연구의 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 저탄소 기술 제품의 수출 및 수입이 모두 메탄 감축에 긍정적이라는 결과는 기술 개발과 도입을 병행하는 국가 간 협력 무역 정책 추진을 뒷받침한다. 특히 소득그룹별 이질적 효과를 고려할 때, 기술 흡수 역량이 상대적으로 부족한 저·중소득국에 대해서는 단순한 기술 수출을 넘어 재정적 인센티브, 역량 강화 프로그램, 기술 이전 메커니즘을 병행하는 다자간 협력 체계가 필요하다.

둘째, 통제변수로 사용한 화석연료 소비 비율 및 전력 생산량의 계수가 메탄 배출에 강하게 양(+의) 영향을 미치는 것으로 나타나, 경제성장과 함께 에너지 생산 구조의 전환을 위한 정책이 병행되어야 함을 강조한다. 이는 파리협약의 목표 달성을 위한 에너지 전환 정책 설계에 실증적 근거를 제공한다.

본 연구의 한계점과 미래 연구는 다음과 같다. 본 연구는 저탄소 기술 제품 무역 변수에 1기 시차를 적용하여 동태적 효과를 부분적으로 반영하였으나, 기술 확산이 배출량에 영향을 미치는 실제 시차 구조는 더 복잡할 수 있다. 향후 연구에서는 분산시차모형(distributed

lag model)이나 동태적 패널 모형(System GMM)을 통해 보다 유연한 시차 구조를 탐색할 필요가 있다. 또한 본 연구는 무역과 기술 확산 채널에 초점을 맞추었으나, 메탄 배출의 주요 원인인 농업·축산업 관련 지표나 에너지 생산 부문 세부 변수로 분석 범위를 확장하면 저탄소 기술 제품 무역의 영향력을 더욱 다각도로 검증할 수 있을 것이다.

부록 1. 연도 고정 효과 결과

구분	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Main Analysis			Robust Analysis		
연도	Model A	Model B	Model C	Model A	Model B	Model C
1991			Base			Base
1992	Base	Base	-0.0413 (0.0319)	Base	Base	-0.0334 (0.0321)
1993	-0.0102 (0.0316)	-0.0117 (0.0218)	-0.0505* (0.0286)	-0.00707 (0.0291)	-0.0082 (0.0205)	-0.0384 (0.0275)
1994	-0.0918* (0.0501)	-0.130*** (0.0490)	-0.102* (0.0512)	-0.0822* (0.0482)	-0.115** (0.0470)	-0.0848* (0.0470)
1995	-0.0924 (0.0597)	-0.135** (0.0580)	0.0017 (0.0394)	-0.0982* (0.0579)	-0.136** (0.0557)	0.00508 (0.0381)
1996	0.0502 (0.0406)	0.0221 (0.0380)	-0.00761 (0.0397)	0.0191 (0.0406)	-0.00778 (0.0378)	-0.0126 (0.0392)
1997	0.0619* (0.0361)	0.0271 (0.0299)	0.00921 (0.0382)	0.012 (0.0368)	-0.0221 (0.0312)	-0.00517 (0.0375)
1998	0.0477 (0.0403)	0.00524 (0.0371)	-0.0287 (0.0428)	-0.00832 (0.0427)	-0.0495 (0.0399)	-0.0499 (0.0432)
1999	0.00363 (0.0436)	-0.0346 (0.0390)	-0.0586 (0.0426)	-0.0608 (0.0447)	-0.0988** (0.0405)	-0.0793* (0.0420)
2000	-0.0125 (0.0493)	-0.0557 (0.0440)	-0.0626 (0.0458)	-0.0918* (0.0501)	-0.135*** (0.0447)	-0.100** (0.0450)
2001	-0.024 (0.0469)	-0.0638 (0.0430)	-0.0682 (0.0450)	-0.112** (0.0481)	-0.153*** (0.0442)	-0.116** (0.0451)
2002	-0.0404 (0.0483)	-0.0753* (0.0428)	-0.0712 (0.0443)	-0.137*** (0.0508)	-0.174*** (0.0461)	-0.124*** (0.0451)
2003	-0.0628 (0.0472)	-0.100** (0.0428)	-0.102** (0.0454)	-0.174*** (0.0516)	-0.215*** (0.0477)	-0.168*** (0.0475)
2004	0.00163 (0.0511)	-0.0379 (0.0481)	-0.0482 (0.0500)	-0.132** (0.0563)	-0.177*** (0.0530)	-0.125** (0.0525)
2005	0.00141 (0.0544)	-0.0422 (0.0511)	-0.0573 (0.0528)	-0.148** (0.0606)	-0.197*** (0.0576)	-0.141** (0.0559)

구분	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Main Analysis			Robust Analysis		
연도	Model A	Model B	Model C	Model A	Model B	Model C
2006	-0.021	-0.0628	-0.0899	-0.191***	-0.240***	-0.183***
	(0.0574)	(0.0533)	(0.0548)	(0.0646)	(0.0607)	(0.0586)
2007	-0.00466	-0.0533	-0.0723	-0.198***	-0.254***	-0.181***
	(0.0605)	(0.0558)	(0.0581)	(0.0678)	(0.0635)	(0.0614)
2008	-0.0827	-0.139**	-0.154***	-0.283***	-0.347***	-0.258***
	(0.0590)	(0.0542)	(0.0578)	(0.0676)	(0.0633)	(0.0620)
2009	-0.0564	-0.113*	-0.154**	-0.245***	-0.308***	-0.240***
	(0.0627)	(0.0571)	(0.0639)	(0.0693)	(0.0647)	(0.0661)
2010	-0.0745	-0.124**	-0.175***	-0.275***	-0.333***	-0.274***
	(0.0612)	(0.0582)	(0.0626)	(0.0702)	(0.0674)	(0.0662)
2011	-0.114*	-0.157**	-0.212***	-0.326***	-0.379***	-0.317***
	(0.0665)	(0.0616)	(0.0655)	(0.0749)	(0.0706)	(0.0690)
2012	-0.0921	-0.143**	-0.207***	-0.317***	-0.378***	-0.316***
	(0.0674)	(0.0629)	(0.0683)	(0.0762)	(0.0723)	(0.0716)
2013	-0.102	-0.150**	-0.226***	-0.337***	-0.396***	-0.340***
	(0.0679)	(0.0644)	(0.0687)	(0.0778)	(0.0744)	(0.0724)
2014	-0.132*	-0.175***	-0.256***	-0.375***	-0.430***	-0.377***
	(0.0698)	(0.0666)	(0.0704)	(0.0795)	(0.0765)	(0.0743)
2015	-0.152**	-0.199***	-0.285***	-0.401***	-0.460***	-0.408***
	(0.0714)	(0.0680)	(0.0727)	(0.0818)	(0.0788)	(0.0768)
2016	-0.140*	-0.186**	-0.268***	-0.399***	-0.457***	-0.400***
	(0.0752)	(0.0713)	(0.0743)	(0.0871)	(0.0835)	(0.0793)
2017	-0.136*	-0.184***	-0.267***	-0.407***	-0.468***	-0.408***
	(0.0746)	(0.0703)	(0.0750)	(0.0866)	(0.0829)	(0.0801)
2018	-0.135*	-0.188**	-0.261***	-0.419***	-0.485***	-0.410***
	(0.0758)	(0.0723)	(0.0762)	(0.0879)	(0.0847)	(0.0817)
2019	-0.104	-0.155**	-0.233***	-0.394***	-0.460***	-0.383***
	(0.0777)	(0.0736)	(0.0779)	(0.0900)	(0.0868)	(0.0837)
2020	-0.189**	-0.242***	-0.322***	-0.440***	-0.504***	-0.441***
	(0.0786)	(0.0740)	(0.0798)	(0.0878)	(0.0841)	(0.0826)
2021	-0.137*	-0.191**	-0.262***	-0.415***	-0.482***	-0.405***
	(0.0798)	(0.0758)	(0.0812)	(0.0899)	(0.0868)	(0.0846)
2022	-0.124	-0.184**	-0.252***	-0.417***	-0.491***	-0.400***
	(0.0784)	(0.0746)	(0.0801)	(0.0910)	(0.0877)	(0.0848)

Standard errors in parentheses =* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01*

참고문헌

- 강현수. (2021). 환경쿠즈네츠곡선을 이용한 한국의 농업 생산과 온실가스 배출의 관계 분석 [The Relationship between Korea Agricultural Productions and Greenhouse Gas Emissions Using Environmental Kuznets Curve]. *아태비즈니스연구*, 12(1), 209-223. <https://kiss.kstudy.com/DetailOa/Ar?key=52249156>
- 김소연, & 류수열. (2021). 우리나라 이산화탄소 배출량 결정요인 분석: 횡단면 의존성과 계수 이질성을 고려하여 [Analysis of Determinants of Carbon Dioxide Emissions in Korea: Considering Cross-sectional Dependence and Heterogeneous Coefficient]. *한국경제지리학회지*, 24(4), 400-410. <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART002804348>
- 김진웅, 김원규, & 노영진. (2012). 우리나라 CO₂ 배출량의 경제적 요인 분석 [Analysis on the Economic Factors of CO₂ Emission in Korea]. *에너지경제연구*, 11(1), 87-119. <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01883768>
- 김현석. (2015). 경제성장과 자유무역협정이 CO₂ 배출에 미치는 영향 [Impacts of Economic Growth and Free Trade Agreement on CO₂ emissions: Time Series Evidence from NAFTA Countries]. *에너지경제연구*, 14(1), 87-110. <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06281234>
- 류승우, 이양기, & 김능우. (2019). 외국인투자가 탄소 배출량에 미치는 영향분석 [Analysis of the Influence of Foreign Direct Investment on Carbon Emissions : Analysis Using Panel VAR Model]. *무역학회지*, 44(1), 45-56. <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07624615>
- 오진, & 김현중. (2022). 국내 제조업 집적이 탄소 배출 강도에 미치는 영향: 공간패널회귀모형의 적용 [A Study on Manufacturing Aggregation And Carbon Emission Intensity: Application of Spatial Panel Regression]. *무역학회지*, 47(3), 157-175. <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE11125196>
- 이기훈, & 최한주. (2002). 수출입상품에 체화된 CO₂ 배출량 추정. *경영경제연구*, 25(1), 133-149. <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01705235>
- 이나영, & 조용성. (2025). 국내 시멘트 산업의 온실가스 배출 요인 분석 [Empirical Analysis of GHG Emission Determinants in the Korean Cement Industry†]. *자원·환경경제연구*, 34(2), 291-319. <https://kiss.kstudy.com/Detail/Ar?key=4177729>
- 이상호, & 김충실. (2012). 국제무역 및 제품에 내재된 탄소함유량 분석 [The Analysis on the Embodied Carbon Trade Using Multi-Regional Input-Output Model]. *무역학회지*, 37(2), 1-19. <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01899836>
- 이재현. (2019). 지구적 기후변화와 민주주의의 비선형성 : 170개국 패널 데이터를 중심으로 [The Nonlinearity between Global Climate Change and Democracy : Evidence from Panel

- Data for 170 Countries]. *국제정치논총*, 59(3), 199-228. <https://doi.org/10.14731/kjir.2019.09.59.3.199>
- 이하연, & 유정호. (2025). 녹색물류성과 영향요인에 관한 실증 연구 [Determinants Influencing Green Logistics Performance]. *통상정보연구*, 27(3), 61-83. <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE12418499>
- 임형우, & 조하현. (2020). 교통부문 탄소배출 탈동조화 현상의 원인분석 및 에너지전환의 효과: OECD 25개국 패널분석 [Drivers of Carbon Decoupling in Transportation Sector and the Effect of Energy Transition: Panel Analysis of 25 OECD Countries]. *자원·환경경제연구*, 29(3), 389-418. <https://kiss.kstudy.com/Detail/Ar?key=3823517>
- 정현철, 김건엽, 이슬비, 이종식, 이정환, & 소규호. (2012). 2006 IPCC 가이드라인을 적용한 지자체 별 경종부문 온실가스 배출량 평가 [Evaluation of Greenhouse Gas Emissions in Cropland Sector on Local Government Levels based on 2006 IPCC Guideline]. *한국토양비료학회지*, 45(5), 842-847. <https://kiss.kstudy.com/DetailOa/Ar?key=54347978>
- 지지에, & 진상현. (2024). 중국 탄소 배출권 거래제의 기업성과 영향: 패널 데이터 회귀분석을 중심으로 [Panel Data Regression of Environmental Regulations on Corporate Performance in Chinese Carbon Trading Scheme]. *환경정책*, 32(4), 339-365. <https://doi.org/10.15301/jepa.2024.32.4.339>
- 진사가, & 안종창. (2019). 탄소 배출량에 대한 중국 저탄소 경제의 분석 [Analysis of the Low-Carbon Economy of China on the Emissions of Carbon]. *한국산학기술학회 논문지*, 20(7), 528-534. <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE08759960>
- 최규훈, 윤용훈, 김기현, 강창희, 조영민, & 고의장. (2002). 무안지역을 중심으로 한 메탄의 장주기적 농도변화 특성 연구 [Studies of Long-term Variability of Methane in the Moo-Ahn Observatory Site in Korea]. *한국지구과학회지*, 23(3), 280-293. <https://kiss.kstudy.com/Detail/Ar?key=4185669>
- 한치록. (2019). 「패널 데이터 강의 제2판」, 박영사.
- Bae, Y., & Yoo, T. H. (2021). The Effect of Official Development Assistance for Renewable Energy on Carbon Dioxide Emission Reduction. *Journal of Environmental Policy and Administration*, 29(3), 175-199. <https://doi.org/10.15301/jepa.2021.29.3.175>
- Baum, C. (2024). "XTTEST3: Stata module to compute Modified Wald statistic for groupwise heteroskedasticity". Econpapers. Available at (<https://EconPapers.repec.org/RePEc:boc:bocode:s414801>).
- Bo, W., 이종열, 강희찬, & Chad, A. (2019). Determinants of Environmental Pollution in Provincial Areas in China. *Korean Journal of Local Government & Administration Studies*, 33(3), 39-59. <https://doi.org/10.18398/kjlgas.2019.33.3.39>
- Chang-Joon Lee, & Ha, Y.-K. (2025). The Relationship between the Characteristics of the Logistics Platform, Information Sharing, and Logistics Performance. *Korea*

- International Trade Research Institute*, 21(4), 55-72. <https://doi.org/10.16980/jitc.21.4.202508.55>
- Cheon, S., Kim, J., & Kim, J. (2017). An Analysis on the Influence of Economic Freedom Index, Renewable Energy Generation Ratio, Energy Consumption and GDP on CO2 Emission. *Journal of the Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers*, 54(3), 242-252. <https://doi.org/10.12972/ksmer.2017.54.3.242>
- Cherniwchan, J., Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2017). Trade and the Environment: New Methods, Measurements, and Results. *Annual Review of Economics*, 9(1), 59-85. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-063016-103756>
- Choi, B.-B. (2024). The Impact of Trade Openness and Economic Factors on Carbon Emissions and Energy Use: A Panel Regression Approach. *Korea Trade Review*, 49(6), 65-82. <https://doi.org/10.22659/ktra.2024.49.6.65>
- Choi, B.-B., & Jeong, J.-Y. (2025). A Study on the Interrelationship Between Economic Growth, Trade, and Carbon Emissions Using Panel Vector Autoregression (PVAR): Focusing on Major Carbon-Emitting Advanced Economies. *The International Commerce & Law Review*, 105, 181-200. <https://doi.org/10.35980/krical.2025.2.105.181>
- Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2004). Trade, Growth, and the Environment. *Journal of Economic Literature*, 42(1), 7-71. <https://doi.org/10.1257/002205104773558047>
- de Chaisemartin, C., & d'Haultfoeuille, X. (2020). Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects. *American economic review*, 110(9), 2964-2996.
- Drukker, D. M. (2003). Testing for Serial Correlation in Linear Panel-data Models. *The Stata Journal*, 3(2), 168-177. <https://doi.org/10.1177/1536867x0300300206>
- Gao, L.-y., & Sun, Y. (2024). Analysis of the Mediating Effect and Spatial Heterogeneity of Digital Finance Empowering Carbon Emission Reduction. *Korean-Chinese Social Science Studies*, 22(1), 252-274. <https://doi.org/10.36527/kcsss.22.1.11>
- Gao, S., Zhang, G., Guan, C., Mao, H., Zhang, B., & Liu, H. (2023). The expansion of global LNG trade and its implications for CH₄ emissions mitigation. *Environmental Research Letters*, 19(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad0eff>
- Greene, M. (2000). 「Releasing the imagination: Essays on education, the arts, and social change」. John Wiley & Sons.
- Guo, J., Gao, J., Gao, S., Yan, K., Zhang, B., & Guan, C. (2024). Increasing impacts of China's oil and gas demands on global CH₄ emissions. *Science of Total Environment*, 912, 169624. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169624>
- Han, M., Zhang, B., Zhang, Y., & Guan, C. (2019). Agricultural CH₄ and N₂O emissions of major economies: Consumption-vs. production-based perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 210, 276-286. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.018>

- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 1251-1271.
- Kang, H.-C., & Hwang, S.-Y. (2016). R&D and Environmental Kuznets Curve Hypothesis: CO₂ Case. *Environmental and Resource Economics Review*, 25(1), 89-112. <https://doi.org/10.15266/kerea.2016.25.1.089>
- Kang, H.-S. (2025a). The Impact of CO₂ Emissions on Agricultural Production: Based on the Cairns Group. *Korea International Trade Research Institute*, 21(2), 185-199. <https://doi.org/10.16980/jitc.21.2.202504.185>
- Kang, H.-S. (2025b). The Impacts of Trade Openness on CO₂ Emissions for Low Income Countries. *Korea International Trade Research Institute*, 21(1), 221-237. <https://doi.org/10.16980/jitc.21.1.202502.221>
- Liu, Y., Ma, R., Guan, C., Chen, B., & Zhang, B. (2022). Global trade network and CH₄ emission outsourcing. *Science of Total Environment*, 803, 150008. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150008>
- Liu, Y., Yan, C., Gao, J., Wu, X., & Zhang, B. (2022). Mapping the changes of CH₄ emissions in global supply chains. *Science of Total Environment*, 832, 155019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155019>
- Maddala, G. S. (1999). On the use of panel data methods with cross-country data. *Annales d'Economie et de Statistique*, 429-448.
- Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 631-652.
- Maddala, G. S., & Wu, S. (2002). A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 631-652. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1631>
- Pathak, M., Slade, R., Pichs-Madruga, R., Ürge-Vorsatz, D., Shukla, R., & Skea, J. (2022). 「Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change: Technical Summary」. IPCC, Geneva. 10.1017/9781009157926.002.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical economics*, 60(1), 13-50.
- Pigato, M., Black, S., Dussaux, D., Mao, Z., Rafaty, R., & Touboul, S. (2020). 「Technology transfer and innovation for low-carbon development」. World Bank Publications.
- Sun, X., Cheng, X., Guan, C., Wu, X., & Zhang, B. (2022). Economic drivers of global and regional CH₄ emission growth from the consumption perspective. *Energy Policy*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113242>
- Tian, W., Wu, X., Zhao, X., Ma, R., & Zhang, B. (2019). Quantifying global CH₄ and N₂O footprints. *Journal of Environmental Management*, 251, 109566. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109566>

- 1016/j.jenvman.2019.109566
- Wang, X., Tian, W., Guan, C., Wu, X., Sun, X., & Zhang, B. (2022). Global temporal evolution of CH₄ emissions via geo-economic integration. *Journal of Environmental Management*, 305, 114377. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114377>
- Wooldridge, J. M. (2016). 「Introductory econometrics a modern approach」. South-Western cengage learning.
- Xu, S., Wu, X., Yan, K., Liu, Y., & Zhang, B. (2023). Global trade networks bring targeted opportunity for energy-related CH₄ emission mitigation. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(36), 85850-85866. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28482-0>
- Zhang, B., Zhao, X., Wu, X., Han, M., Guan, C. H., & Song, S. (2018). Consumption-Based Accounting of Global Anthropogenic CH₄ Emissions. *Earth's Future*, 6(9), 1349-1363. <https://doi.org/10.1029/2018ef000917>

ABSTRACT

Heterogeneous Effects of Low-Carbon Technology Product Trade on Methane Emission Reductions Across National Income Groups

Soo-Min Hong*

This study examines methane (CH₄) emissions reduction factors analyzing the heterogeneous effects of low-carbon technology product trade across national income groups using a Two-way Fixed Effects (TWFE) panel model. The results show that among the one-period lagged low-carbon technology trade variables, export volume and total trade volume exhibit a negative effect on methane emissions, whereas the growth rate of import volume yields statistically insignificant results. The income-group interaction analysis further reveals that the emission-reducing effect of low-carbon technology trade varies heterogeneously according to a country's income level; this pattern holds consistently across robustness specifications, suggesting that differences in technological absorptive capacity shape the magnitude of the reduction effect.

This study contributes to the academic literature by empirically identifying the determinants of methane emissions through the specific channel of technology diffusion via trade. From a policy perspective, the findings demonstrate that international cooperation and proactive low-carbon technology trade policies are effective in reducing methane emissions, yet are subject to constraints tied to countries' income levels. The study particularly underscores the need for multilateral cooperation frameworks that incorporate technology transfer and financial support mechanisms targeting low- and middle-income countries with limited technological absorptive capacity.

| Keywords Low-carbon technology product trade, Two-way Fixed Effects Model, Panel regression analysis, GHG reduction

* Ph.D Candidate, Department of International Trade and Logistics. Chung-Ang University, alexxhong06@cau.ac.kr

미국 시장에서 한국·중국·일본의 이차전지 가치사슬 제품의 국제경쟁력 분석

조일림*

목 차

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| I. 서론 | IV. 국제경쟁력 분석 |
| II. 선행연구의 고찰 및 분석 대상 품목 | V. 결론 |
| III. 이차전지 산업의 가치사슬 구조와
미국 시장 현황 | 참고문헌 |

본 연구에서 2024년기준 이차전지를 수입시장 가장 큰 미국 시장 대상으로 한국·중국·일본의 국제경쟁력을 비교·분석하였다. 이를 위해 무역통계상 식별 가능한 음극 소재(HS 3801), 전해액 및 관련 화학제품(HS 3824, HS 3824.99), 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920, HS 3920.10, HS 3920.20), 그리고 완성 전지에 해당하는 축전지(HS 8507)를 분석 대상으로 설정하고, 무역특화지수(TSI)와 대칭적 현시비교우위지수(SRCA)를 산출하였다.

분석 결과, 미국 시장에서 한국은 일부 중간재 및 완성 전지 품목에서 비교적 안정적인 경쟁력을 유지하고 있는 반면, 중국은 상류 및 하류 단계 전반에서 높은 무역특화도를 보이며 구조적으로 강한 수출 경쟁력을 나타내는 것으로 확인되었다. 일본은 특정 중간재 품목에서 비교우위를 유지하나, 전반적인 경쟁력은 한국과 중국에 비해 제한적인 양상을 보였다. 이러한 결과는 미국 시장에서 이차전지 가치사슬 단계별로 국가 간 경쟁 구조가 상이하게 형성되고 있음을 시사하며, 향후 한국은 상대적으로 취약한 가치사슬 단계에 대한 경쟁력 보완과 전략적 대응이 요구됨을 보여준다.

■ 주제어 이차전지, 가치사슬, 미국 시장, 무역특화지수(TSI), 비교우위(RCA, SRCA)

I. 서론

최근 이차전지 산업은 에너지 전환과 전력 저장 수요 확대를 배경으로 글로벌 제조업 전반에서 핵심 산업으로 부상하고 있다. 이차전지는 충·방전을 반복할 수 있는 특성으로 인해 정보기술(IT) 기기와 에너지저장장치(ESS) 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 이에 따라 핵심 소재와 완성 전지를 포함한 가치사슬 전반의 국제 교역규모도 지속적으로 확대되고 있다. 특히 이차전지 산업은 상류 원료 및 소재 단계에서부터 중간재, 완성 전지에 이르기까지 공정 간 연계성이 높은 산업으로, 국가별 경쟁력 역시 개별 제품보다는 가치사슬 단계별 구조를 통해 형성되는 특징을 지닌다.

이러한 특성으로 인해 이차전지 산업의 국제경쟁력을 분석하기 위해서는 단일 품목 중심의 접근보다는 가치사슬 관점에서의 무역 구조를 종합적으로 검토할 필요가 있다. 음극재, 전해액, 분리막과 같은 핵심 소재는 전지의 성능과 안정성을 좌우하는 기술 집약적 단계이며, 완성 전지는 산업화 및 상업화 역량을 직접적으로 반영한다. 따라서 이들 품목에 대한 교역 구조는 국가별 이차전지 산업의 경쟁적 위치를 비교하는 데 중요한 기준이 된다.

한편 글로벌 이차전지 교역 구조 속에서 미국 시장은 주요 수요 시장으로서 중요한 위치를 차지하고 있다. 미국은 완성 전지뿐만 아니라 핵심 소재 전반에서 높은 수입 비중을 보이는 시장으로, 글로벌 가치사슬 내 국가별 역할 분담과 경쟁 양상이 비교적 명확하게 드러나는 특징을 지닌다. 이러한 점에서 미국 시장은 이차전지 산업의 가치사슬 경쟁 구조를 실증적으로 분석하기에 적합한 분석 대상으로 평가된다.

이에 본 연구는 이차전지 산업을 가치사슬 관점에서 접근하여, 구체적으로 음극 소재(HS 3801), 전해액 및 관련 화학제품(HS 3824, HS 3824.99), 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920, HS 3920.10, HS 3920.20), 그리고 완성 전지에 해당하는 축전지(HS 8507)를 분석 대상으로 설정하여, 이를 통해 미국 시장을 중심으로 형성되는 이차전지 가치사슬 경쟁 구조의 특징을 규명하고 시사점을 도출하고자 한다.

본 연구를 수행하기 위하여 우선 UN Comtrade DB를 활용하여 한국, 중국, 일본의 2015년부터 2024년의 10년간의 대 미국의 무역통계량을 추출할 것이다. 그리고 위에서 언급한 품목을 현시비교우위지수(RCA)를 산출하여 이를 다시 대칭적 현시비교우위지수(SRCA)로 가공하고 무역특화지수(TSI)를 산출하여 경쟁국인 중국, 일본과의 국제경쟁력을

분석하여 그 시사점을 제공하고자 한다.

II. 선행연구의 고찰 및 분석 대상 품목

1. 선행연구의 고찰

이차전지 산업의 가치사슬 구조를 분석한 선행연구들은 공통적으로 이 산업을 단일 제품이 아닌, 원자재 채굴과 정제, 소재 제조, 완성 전지 생산으로 이어지는 다단계 글로벌 가치사슬 산업으로 인식하고 있다.

Sarah Scott·Robert Ireland(2020)는 리튬이온전지에 사용되는 핵심 소재를 중심으로 단계별 가치사슬 구조를 체계적으로 제시하고, 각 단계에서 국가 간 역할 분담과 무역 구조가 형성되는 과정을 분석하였다. 특히 음극재에 해당하는 흑연과 전해액을 비롯한 상류 단계 소재는 기술 집약성과 공급망 집중도가 높아, 국제무역에서 국가별 경쟁력이 구조적으로 분화되는 특징을 가진다고 지적하였다.

LaRocca(2020)는 전기차용 리튬이온전지의 핵심 원자재인 리튬을 대상으로 글로벌 가치사슬 구조를 분석하여, 채굴 단계에서는 호주와 칠레가 주요 공급국으로 기능하는 반면, 정제 및 고부가가치 가공 단계에서는 중국이 압도적인 비중을 차지하고 있음을 실증적으로 제시하였다. 해당 연구는 자원 부존이 제한적인 국가라 하더라도 정제 및 가공 역량을 통해 가치사슬 하류에서 높은 부가가치를 확보할 수 있음을 보여주며, 이차전지 산업의 국제 경쟁력이 단순한 자원 보유 여부가 아니라 공정 단계별 특화 구조와 무역 흐름에 의해 결정됨을 시사한다.

Matthews(2020) 코발트를 사례로 특정 핵심 소재의 글로벌 가치사슬을 심층적으로 분석하고, 상류 원자재 확보 단계와 중간 가공 단계에서 국가 간 역할이 분절적으로 형성되는 구조를 확인하였다. 이 연구는 일부 국가에 집중된 소재 가치사슬 구조가 국제무역에서 상류 단계 경쟁력의 중요성을 강화할 수 있음을 지적하며, 이차전지 산업의 경쟁력을 가치사슬 단계별 관점에서 이해할 필요성을 강조한다.

홍재성·전용민·박성재(2024)는 한국과 일본 자동차산업의 수출경쟁력을 비교 분석하여,

한국은 중간재 및 일부 부품을 중심으로 경쟁력이 강화되는 반면 일본은 전통적인 강점을 유지하면서도 일부 부문에서는 경쟁력이 약화되는 양상을 보인다고 지적하였다. 이 연구는 자동차산업 내 국가별 경쟁력 구조의 차이를 실증적으로 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 전용민·홍재성(2023)은 EU 및 미국 시장을 대상으로 한국과 중국의 이차전지와 양극활물질의 국제경쟁력을 분석하여, 국가별로 가치사슬 내 특화 단계가 상이하게 형성되고 있음을 실증적으로 제시하였다.

김민지·이준(2022)은 이차전지 산업을 상류 소재, 중간 공정, 하류 응용 산업으로 구분하여 가치사슬 단계별 경쟁력을 진단하고, 특히 상류 소재의 기술적 중요성과 정책적 지원 필요성을 강조하였다. 이러한 연구는 이차전지 산업을 단일 제품이 아닌 구조적 산업으로 이해하는 데 기여하였다.

최자영(2022)은 한국 이차전지 기업의 글로벌 생산공간 재구성을 분석하여, 미국과 유럽을 중심으로 생산 거점을 다변화하고 있음을 밝혔다. 이는 이차전지 산업 경쟁력이 단순한 수출 구조를 넘어 생산 네트워크와 공급망 전략과 밀접하게 연관되어 있음을 보여준다. 김승규·유동국(2025)은 글로벌 이차전지 공급망 변화에 따른 국가 차원의 전략적 대응 방안을 제시하였고 산업 정책과 기업 간 협력의 중요성도 강조하였다. 정종희·김성호(2023)는 ESG 환경평가지표를 중심으로 향후 공급망 경쟁력이 환경·사회적 기준과 결합될 가능성을 제시하였다. 김영두(2022)는 포스코 그룹의 이차전지 글로벌 공급망 구축 사례를 통해 대기업 중심의 수직적 공급망 전략을 분석하였고, 박태경·김치풍(2022)은 동적역량 관점에서 국내 이차전지 제조사의 해외진출 전략을 비교하였다. 다만 이러한 연구들은 주로 기업 사례나 정책·전략 분석에 초점을 두고 있어, 거시적 무역 구조를 중심으로 한 국가 간 경쟁력 비교와는 분석 수준에서 차이를 보인다.

기존 선행연구는 자동차 또는 완성 전지 중심의 분석, 특정 소재 또는 기업 사례 중심의 연구, 그리고 정책 및 공급망 전략 중심의 연구로 구분될 수 있다. 그러나 이차전지 산업의 상류 소재부터 중간재, 완성 전지에 이르는 가치사슬 전 단계를 대상으로 동일한 무역 지표를 활용하여 국가 간 경쟁력을 비교한 연구는 상대적으로 부족하다.

이에 본 연구는 무역 특화 구조를 파악하는 데 유용한 무역특화지수(TSI)와, 비교우위의 비대칭성을 보완할 수 있는 대칭적 현시비교우위지수(SRCA)를 함께 활용하여 이차전지 가치사슬 단계별 경쟁 구조를 분석하고자 한다.

2. 분석 대상 품목

본 연구는 이차전지 산업을 단일 제품이 아닌 가치사슬 구조 관점에서 분석하기 위하여, 무역통계상 식별 가능하며 산업적 대표성을 지닌 품목을 중심으로 분석 대상을 선정하였다. 이차전지 산업은 상류 원료 및 소재 단계, 중간재 단계, 그리고 완성 전지 단계로 구성된 다단계 산업 구조를 가지며, 각 단계에서의 경쟁력은 상이한 무역 구조와 국가별 역할 분담을 통해 형성된다. 이에 따라 본 연구는 이차전지 가치사슬의 핵심 단계를 포괄할 수 있는 품목을 기준으로 분석 대상을 설정하였다.

구체적으로, HS 3801(인조흑연)은 리튬이온전지 음극재의 핵심 원료로서 상류 소재 단계를 대표하는 품목이다. 인조흑연은 이차전지의 충·방전 특성과 수명에 직접적인 영향을 미치는 핵심 소재로, 국제 무역에서 국가별 생산 및 수출 구조가 뚜렷하게 나타나는 특징을 가진다. 이에 본 연구에서는 HS 3801을 음극 소재 부문의 대표 품목으로 선정하였다.

HS 3824는 전해액 및 전해액 첨가제를 포함하는 기타 화학제품으로, 이차전지의 안정성과 성능을 좌우하는 중간 단계 핵심 소재를 대표하는 품목이다. 전해액은 이온 이동을 매개하는 필수 요소로서 이차전지 제조 공정에서 중요한 비중을 차지하며, 국제무역에서도 주요 교역 품목으로 기능하고 있다. 또한 전해액 관련 품목의 무역 구조를 보다 세부적으로 반영하기 위하여, 본 연구는 HS 3824 하위 품목인 HS 3824.99를 추가로 포함하여 분석하였다.

HS 3920은 플라스틱 필름, 시트 등을 포괄하는 품목으로, 이차전지 분리막의 주요 소재를 대표한다. 분리막은 양극과 음극을 물리적으로 분리하면서 리튬 이온의 이동을 허용하는 핵심 부품으로서, 전지의 안전성과 직결되는 중간재 단계에 해당한다. 특히 이차전지 분리막의 주된 소재인 폴리에틸렌(PE) 및 폴리프로필렌(PP) 필름의 무역구조를 보다 정확히 반영하기 위해, 본 연구는 HS 3920과 함께 HS 3920.10 및 HS 3920.20을 포함하여 분석 대상으로 설정하였다.

마지막으로 HS 8507(축전지)은 완성 전지를 대표하는 품목으로, 이차전지 산업의 최종 단계에 해당한다. 완성 전지는 이차전지 가치사슬 전반의 기술력과 산업화·상업화 역량이 집약적으로 반영되는 품목으로서, 국가별 이차전지 산업 경쟁력을 종합적으로 평가하는 데 핵심적인 지표로 활용될 수 있다.

이와 같이 본 연구는 음극 소재(HS 3801), 전해액 및 관련 화학제품(HS 3824, HS 3824.99), 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920, HS 3920.10, HS 3920.20), 그리고 완성 전지(HS 8507)를 분석 대상으로 선정함으로써, 이차전지 산업의 가치사슬 전반을 단계별로 포괄하고, 미국 시장에서의 국가 간 무역 경쟁 구조를 체계적으로 분석하고자 한다.

〈표 II-1〉 분석 대상 품목

HS	공급망 단계	품명 내용
3801	음극 소재	인조흑연은 이차전지 음극의 핵심 소재임
3824	전해액·첨가제	전해액은 전지의 안전성과 성능을 좌우하는 화학적 핵심 요소임
3824.99		전해액 관련 기타 화학 조제품으로, HS 3824 내 세부 품목의 무역 구조를 보다 정밀하게 반영하기 위해 추가됨
3920	분리막	플라스틱 판, 시트, 필름 등을 의미하며, 배터리 공급망에서 핵심 요소인 분리막에 해당함
3920.10		에틸렌 중합체(예: 폴리에틸렌, PE)로 제조된 배터리 분리막
3920.20		프로필렌 중합체(예: 폴리프로필렌, PP)로 제조된 배터리 분리막
8507	완성 전지	최종 제품으로서 산업화 및 상업화 역량을 직접적으로 반영함

III. 이차전지 산업의 가치사슬 구조와 미국 시장 특성

1. 이차전지 산업의 가치사슬 구조

이차전지 산업은 축전지 제조를 중심으로, 이에 투입되는 소재·부품 및 관련 제조 활동 전반을 포함하는 산업으로 정의된다. 이차전지는 충·방전을 반복할 수 있다는 특성을 바탕으로 다양한 산업 분야에서 활용되고 있다.

대표적인 이차전지로는 리튬이온전지와 납축전지 등이 있으나 전기차 및 에너지저장장치(ESS) 등의 수요가 빠르게 증가하며, 리튬이온전지가 대세로 자리잡게 되었다. 따라서 이러한 흐름을 반영하여 리튬이온전지 기술에 한정하여 가치사슬 분석을 실시하였다.(김민지·이준, 2022)

리튬이온전지의 제조에는 양극재, 음극재, 전해액, 분리막과 같은 핵심 소재가 필수적으로 투입되며, 이러한 소재는 전지의 성능과 안전성을 좌우하는 기술 집약적 요소로 평가된다. 특히 이차전지 전체 원가에서 소재 및 부품이 차지하는 비중은 50% 이상으로 추정되며,

이는 상류 소재 산업의 경쟁력이 완성 전지 산업의 경쟁력과 밀접하게 연계되어 있음을 시사한다.

〈표 III-1〉 이차전지 산업의 구성요소

후방산업	본사업(이차전지산업)	이차전지산업	전방산업
소재	(가공소재) 양극재, 음극재, 전해액, 분리막, 기타(원자재) 리튬, 니켈, 망간, 코발트, 흑연 등	• IT용 소형 이차전지 • EV용 중형 이차전지 • ESS용 대형 이차전지	• 스마트폰, 노트북 등의 휴대용 IT기기 • 전기자전거 및 휴대용 e-모빌리티 • 신재생에너지 출력제어 및 잉여전력 저장 • 지능형 로봇 • 의료기기 • 드론
부품	파우치/캔케이스, 리드탭, 보호회로 등		
장비	전극, 조립, 활성화 장비 등		

자료: 김민지·이준, 『이차전지산업의 가치사슬별 경쟁력 진단과 정책 방향』, p.83 인용

한국표준산업분류(KSIC)에 따르면 이차전지 산업은 주로 ‘축전지 제조업’과 ‘에너지저장장치 제조업’에 해당하나, 음극재나 전해액 첨가제 등 일부 핵심 소재는 화학제품 또는 비금속 광물제품 제조업으로 분류된다. 이러한 분류상의 특성은 이차전지 산업이 단일 산업군으로 한정되기보다는, 다수의 산업이 연계된 가치사슬 구조를 형성하고 있다.

이차전지는 원자재 확보 및 정제 단계에서 출발하여, 소재 제조, 완성 전지 생산을 거쳐 하류 응용 산업으로 이어지는 단계적 가치사슬 구조를 갖는다. 이 과정에서 기업들은 전 공정을 통합적으로 수행하기보다는 가치사슬 내 특정 단계에 특화된 분업 구조를 형성하고 있으며, 특히 음극재, 전해액, 분리막 등 상류 소재 부문은 기술 집약도가 높아 국제 무역에서 중요한 비중을 차지한다. 이에 따라 이차전지 산업의 국제경쟁력은 단일 제품의 수출 성과보다는, 가치사슬 각 단계에서의 무역 구조와 국가별 특화 양상을 통해 형성된다고 볼 수 있다.

이러한 가치사슬 구조를 바탕으로, 본 연구는 무역통계상 식별 가능한 상류 소재 및 완성 전지를 중심으로 미국 시장에서의 무역 경쟁력을 분석하고, 가치사슬 단계별 국가 간 경쟁 구조를 실증적으로 규명하고자 한다.

2. 미국 시장의 현황

2015년부터 2024년까지 이차전지 가치사슬 관련 주요 품목의 글로벌 수입 현황을 보면, 글로벌 이차전지 시장의 수입 규모는 계속 확대되는 추이를 보인다. 전해액(HS 3824)과 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920)은 분석 기간 전반에 걸쳐 높은 수입 규모를 유지하고 있다. 전해액의 세부 품목에 해당하는 HS 3824.99와 분리막 관련 세부 품목(HS 3920.10, HS 3920.20) 역시 장기적으로 증가하는 양상을 나타내며, 이차전지 가치사슬 내 중간 단계의 세분화된 품목들에서도 교역 규모가 확대되고 있음을 확인할 수 있다. 한편, 음극 소재(HS 3801)는 다른 품목에 비해 수입 규모는 상대적으로 작지만, 분석기간동안 계속 증가 추세를 보인다. 완성 전지에 해당하는 축전지(HS 8507)의 경우, 분석 기간 전반에 걸쳐 수입 규모가 뚜렷하게 증가하는 모습을 보이며, 글로벌 이차전지 시장에서 최종 제품에 대한 수요가 지속적으로 확대되고 있다.

〈표 Ⅲ-2〉 글로벌 이차전지 시장의 수입 현황

단위: 백만 달러

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3801	1,882	1,712	2,173	2,987	2,920	2,597	3,427	4,536	4,294	3,469
3824	36,378	36,167	38,561	42,915	40,258	42,120	51,662	55,862	55,729	50,374
382499	-	-	28,697	33,401	32,300	34,963	44,791	49,620	50,349	45,525
3920	52,643	52,182	56,536	60,393	58,896	58,521	71,029	71,719	62,480	61,508
392010	13,826	14,050	15,142	16,048	15,528	15,448	19,334	20,390	18,066	17,751
392020	9,288	8,907	9,706	10,210	9,807	9,554	12,101	12,733	10,293	10,509
8507	35,184	37,197	44,941	53,178	57,897	65,881	94,131	127,951	157,736	144,171

자료 : UN comtrade 무역통계 데이터를 이용하여 저자 계산

2015년부터 2024년까지 미국 이차전지 시장에서의 가치사슬 관련 주요 품목 수입 현황을 보면, 축전지(HS 8507)의 수입은 갈수록 빠르게 증가하고 있다.

〈표 Ⅲ-3〉 미국 이차전지 시장의 수입 현황

단위: 백만 달러

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3801	137	126	188	445	545	310	376	646	576	479
3824	2,892	2,680	2,454	2,808	2,728	4,135	4,647	6,621	8,118	6,523

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
382499	-	-	2,152	2,479	2,473	3,927	4,210	6,300	7,856	6,245
3920	4,422	4,380	4,755	5,185	5,105	5,259	6,468	7,480	5,864	6,538
392010	1,371	1,366	1,539	1,705	1,623	1,703	2,177	2,444	2,168	2,356
392020	786	809	841	896	867	848	1,151	1,380	919	1,123
8507	4,757	5,292	6,979	7,851	8,103	9,469	15,172	23,910	29,773	32,436

자료 : UN comtrade 무역통계 데이터를 이용하여 저자 계산

전해액(HS 3824)과 그 세부 품목(HS 3824.99)은 장기적으로 증가 추세를 보이며, 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920)과 세부 품목 역시 비교적 높은 수입 규모를 유지하고 있다. 음극 소재(HS 3801)는 다른 품목에 비해 수입 규모는 적다.

IV. 국제 경쟁력 분석

본 연구는 TSI를 통해 각 국가의 에너지 품목별 무역 구조를 파악하고, RCA 및 SRCA를 활용하여 해당 구조가 실제 비교우위로 이어지는지를 교차 검증하는 방식으로 분석을 수행한다.

1. 무역특화지수(TSI) 개념

특정시장에서 양국간 경쟁력을 분석하기 위한 지표로는 무역특화지수가 자주 사용된다. 무역특화지수(TSI)는 수출에 있어서의 상대적인 비교우위를 나타내는 지표로서, 각 품목의 순수출을 해당 품목의 교역규모로 나눈 값으로 계산된다. 이는 국가간 교역에 있어서 경쟁력이 있는 품목은 수입보다 수출이 더 많을 것이라는 전제를 바탕으로 하며, 순수출이 교역규모의 영향을 받는 것을 배제하기 위해 교역규모로 나누어 구하게 된다.

TSI지수는 결국 한국의 대세계 총무역규모 대비 무역수지의 비율을 지수화한 것으로 TSI는 항상 $-1 \leq TSI_i \leq 1$ 의 크기를 갖게된다. 지수값이 0보다 크면 수출특화, 0보다 작은 (-)부호를 갖는다면 수입특화를 의미하게 된다(김태현, 2021).

i 산업에 대한 무역특화지수는 일반적으로 다음과 같이 정의된다.

$$TSI_{ij} = \frac{X_{ij} - M_{ij}}{X_{ij} + M_{ij}}$$

여기서 X_{ij} 는 국가 i 의 품목 j 수출액, M_{ij} 는 해당 품목의 수입액을 의미한다. TSI 값은 1에 가까울수록 수출 특화, -1에 가까울수록 수입 의존 구조를 의미한다.

본 연구에서는 5가지로 세분화하여 제1품목군에서 제5품목군으로 구분하여 분석해 보고자 한다. 그리고 무역특화지수(TSI)도 경쟁력 매우 강함($0.5 \leq TSI \leq 1.0$) 절대우위, 경쟁력 강함($0.0 < TSI < 0.5$) 비교우위, 경쟁력 중립적($TSI = 0.0$) 균형, 경쟁력 약함($-0.5 < TSI < 0.0$) 비교열위, 경쟁력 매우 약함($-1.0 \leq TSI \leq -0.5$) 절대열위로 구분해 볼 수 있다(고광수·장유식·김태환, 2020).

1) 한국 무역특화지수 분석 결과

무역특화지수(TSI) 분석에서 2015년부터 2024년까지 10년간의 지수값을 산출하였다. 2015년 한국의 대미국 무역특화지수(TSI)는 음극 소재(HS 3801), 전해액(HS 3824)과 그 세부 품목인 HS 3824.99가 경쟁력 매우 약함($-1.0 \leq TSI \leq -0.5$) 또는 경쟁력 약함($-0.5 < TSI < 0$)의 비교열위에 해당하는 것으로 나타났다. 반면 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920)과 그 세부 품목인 HS 3920.10, HS 3920.20, 그리고 축전지(HS 8507)는 경쟁력 매우 강함($0.5 \leq TSI \leq 1.0$) 또는 경쟁력 강함($0 < TSI < 0.5$)의 비교우위에 해당하는 것으로 나타났다.

2024년 한국의 대미국 무역특화지수(TSI)를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 경쟁력 강함($0 < TSI < 0.5$) 구간으로 이동하였으며, 전해액(HS 3824)과 전해액의 세부 품목에 해당하는(HS 3824.99)는 경쟁력 매우 강함($0.5 \leq TSI \leq 1.0$)의 절대우위에 해당하는 것으로 나타났다. 또한 분리막 관련 세부 품목인(HS 3920.10, HS 3920.20), 그리고 축전지(HS 8507)는 분석 기간 전반에 걸쳐 경쟁력 매우 강함 구간을 유지한 것으로 확인되었다.

2015년 대비 2024년에는 한국의 음극 소재(HS 3801) 및 전해액(HS 3824)을 중심으로 다수의 품목에서 무역특화지수(TSI)가 상승한 것으로 나타났다.

〈표 IV-1〉 한국의 무역특화지수(TSI) 분석

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3801	-0.87	-0.80	-0.88	-0.60	-0.44	-0.39	-0.45	0.11	0.33	0.47
3824	-0.63	-0.58	-0.50	-0.51	-0.52	-0.51	-0.23	-0.16	0.64	0.63
382499	-	-	-0.50	-0.51	-0.52	-0.52	-0.26	-0.18	0.64	0.63
3920	0.62	0.61	0.58	0.61	0.65	0.64	0.64	0.66	0.56	0.34
392010	0.27	0.35	0.21	0.30	0.51	0.46	0.64	0.68	0.75	0.69
392020	0.85	0.86	0.77	0.84	0.91	0.89	0.92	0.95	0.95	0.94
8507	0.73	0.85	0.94	0.94	0.92	0.96	0.96	0.93	0.95	0.97

자료 : UN comtrade 무역통계 데이터를 이용하여 저자 계산

2) 중국 무역특화지수 분석 결과

2015년 중국의 대미국 무역특화지수(TSI)를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 경쟁력 약함($-0.5 < \text{TSI} < 0$) 위치에 있으며, 전해액(HS 3824)과 전해액의 세부 품목(HS 3824.99)은 경쟁력 약함 또는 경쟁력 매우 약함($-1.0 \leq \text{TSI} \leq -0.5$)의 비교열위로 나타났다. 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920)과 관련 세부 품목(HS 3920.20)은 경쟁력 약함 위치에 해당하였으나, HS 3920.10은 경쟁력 강함($0 < \text{TSI} < 0.5$)의 비교우위로 나타났다. 반면 축전지(HS 8507)는 경쟁력 매우 강함($0.5 \leq \text{TSI} \leq 1.0$)의 절대우위로 나타났다.

2024년 중국의 대미국 무역특화지수(TSI)를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 경쟁력 매우 강함($0.5 \leq \text{TSI} \leq 1.0$) 위치에 나타났으며, 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920) 및 분리막 관련 세부 품목(HS 3920.20)은 경쟁력 강함($0 < \text{TSI} < 0.5$) 구간으로 이동하였다. HS 3920.10 역시 경쟁력 매우 강함 구간에 해당하는 것으로 나타났다. 반면 전해액(HS 3824)과 전해액의 세부 품목(HS 3824.99)은 경쟁력 약함 구간에 해당하는 것으로 나타났다. 축전지(HS 8507)는 분석 기간 전반에 걸쳐 경쟁력 매우 강함 구간을 유지한 것으로 나타났다.

〈표 IV-2〉 중국의 무역특화지수(TSI) 분석

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3801	-0.04	-0.07	0.03	0.35	0.57	0.54	0.56	0.76	0.71	0.72
3824	-0.29	-0.33	-0.32	-0.29	-0.42	-0.51	-0.26	-0.18	-0.17	-0.23
382499	-	-	-0.39	-0.36	-0.45	-0.53	-0.35	-0.18	-0.18	-0.23
3920	-0.28	-0.24	-0.22	-0.23	-0.31	-0.20	-0.25	-0.05	0.04	0.07
392010	0.18	0.30	0.36	0.40	0.31	0.49	0.49	0.58	0.68	0.63

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
392020	-0.30	-0.46	-0.47	-0.35	-0.19	-0.15	0.02	-0.03	0.12	0.15
8507	0.81	0.82	0.84	0.84	0.90	0.85	0.95	0.98	0.99	0.99

자료 : UN comtrade 무역통계 데이터를 이용하여 저자 계산(comtradeplus.un.org)

전반적으로 중국은 미국 시장에서 2015년 대비 2024년에는 음극 소재(HS 3801) 및 분리막 관련 세부 품목(HS 3920.10, HS 3920.20)을 중심으로 중국의 대미국 무역특화지수(TSI)가 상승한 반면, 전해액(HS 3824)은 비교열위에 머무르는 양상이 지속된 것으로 나타났다.

3) 일본 무역특화지수 분석 결과

2015년 일본의 대미국 무역특화지수(TSI)를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 경쟁력 매우 강함($0.5 \leq TSI \leq 1.0$)의 비교우위로 나타났다. 전해액(HS 3824)은 경쟁력 강함($0 < TSI < 0.5$) 구간에 위치하였으며, 전해액의 세부 품목(HS 3824.99)도 경쟁력 강함 구간에 해당하는 것으로 나타났다. 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920)은 경쟁력 강함 구간에 해당하였으나, 세부 품목인 HS 3920.10은 경쟁력 약함($-0.5 < TSI < 0$)의 비교열위에 위치하였다. 반면 HS 3920.20과 축전지(HS 8507)는 경쟁력 매우 강함 구간으로 나타났다.

2024년 일본의 대미국 무역특화지수(TSI)를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 경쟁력 강함 구간으로 하락하였으며, 전해액(HS 3824)과 전해액의 세부 품목(HS 3824.99)은 경쟁력 강함 구간을 유지한 것으로 나타났다. 분리막 관련 품목 중 HS 3920과 HS 3920.20은 경쟁력 강함 내지 경쟁력 매우 강함 구간에 해당하였으나, HS 3920.10은 경쟁력 강함 구간으로 이동한 것으로 확인되었다. 축전지(HS 8507)는 분석 기간 전반에 걸쳐 경쟁력 매우 강함 구간을 유지하였다.

〈표 IV-3〉 일본의 무역특화지수(TSI) 분석

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3801	0.61	0.52	0.53	0.66	0.48	0.66	0.63	0.66	0.37	0.10
3824	0.07	0.17	0.20	0.18	0.19	0.19	0.27	0.20	0.18	0.25
382499	-	-	0.22	0.20	0.21	0.21	0.29	0.22	0.20	0.26
3920	0.16	0.21	0.11	0.18	0.16	0.17	0.32	0.22	0.18	0.21
392010	-0.42	-0.32	-0.37	-0.21	-0.30	-0.03	0.21	0.17	0.33	0.43

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
392020	0.79	0.81	0.78	0.82	0.84	0.83	0.85	0.83	0.88	0.84
8507	0.76	0.79	0.87	0.89	0.73	0.90	0.93	0.85	0.85	0.90

자료 : UN comtrade 무역통계 데이터를 이용하여 저자 계산(comtradeplus.un.org)

2. 현시비교우위지수(SRCA) 분석

무역패턴이 국가별로 상이하게 나타나는 근본적인 원인은 국가 및 산업별 비교우위 구조의 차이에 있다. 국제무역에서 비교우위는 수출입 통계를 기반으로 한 다양한 지수를 통해 측정되며, 그중 가장 널리 활용되는 지표는 Balassa가 제시한 현시비교우위(RCA: Revealed Comparative Advantage) 지수이다(Balassa, B., 1977). RCA 지수는 세계 전체 수출시장에서 특정 품목이 차지하는 비중과 개별 국가의 수출에서 동일 품목이 차지하는 비중을 비교함으로써, 해당 국가의 특정 품목에 대한 상대적 수출 경쟁력을 측정한다.

$$RCA_{ij} = \frac{X_{ij}/X_{id}}{X_{wj}/X_{wd}} \quad (1)$$

여기서 X_{ij} 는 국가 i 의 품목 j 에 대한 수출액, X_{id} 는 국가 i 의 전체 수출액, X_{wj} 는 세계의 품목 j 수출액, X_{wd} 는 세계 전체 수출액을 의미한다. 일반적으로 RCA 값이 1보다 크면 해당 국가가 해당 품목에서 비교우위를 보유하고 있음을 의미한다.

RCA 지수는 직관적이고 해석이 용이하다는 장점이 있으나, 지수 값이 0에서 무한대(∞)까지 분포함에 따라 비교우위의 정도를 대칭적으로 비교하는 데 한계가 존재한다. 특히 국가 및 품목 간 비교에서 극단적인 값이 나타날 경우, 비교 결과의 해석이 왜곡될 가능성이 있다.

이러한 한계를 보완하기 위해 기존 연구에서는 RCA 지수를 대칭적으로 변환한 현시비교우위 지수(RSCA: Revealed Symmetric Comparative Advantage)를 활용해 왔다(Datum EU ar., 1998). RSCA 지수는 -1에서 1 사이의 값을 가지며, RCA 값이 1인 경우 RSCA는 0, RCA 값이 1보다 클수록 RSCA는 양(+)의 값을, 1보다 작을수록 음(-)의 값을 갖게 된다. 이를 통해 국가 간 및 품목 간 비교우위의 상대적 크기와 방향성을 보다 안정적으로 비교할 수 있다.

$$SRCA_{ij} = \frac{RCA_{ij} - 1}{RCA_{ij} + 1} \quad (2)$$

본 연구에서 RSCA 지수는 본질적으로 현시적 비교우위의 범주에 속하는 지표임을 전제로 하되, 이차전지 산업을 가치사슬 구조 관점에서 분석하기 위한 보조적 분석 도구로 활용된다. 즉, RSCA 지수는 개별 품목 수준의 정태적 비교우위를 측정하는 데 그치지 않고, 가치사슬 각 단계별로 국가 간 경쟁력 구조가 어떻게 형성되어 있는지를 비교·해석하는 데 목적이 있다. 이러한 맥락에서 본 연구는 RSCA 지수를 가치사슬 단계별 경쟁력의 구조적 비교를 위한 분석 도구로 해석하며, 이는 개념적 확장이라기보다는 분석 목적에 따른 해석상의 적용임을 명시한다. 본 연구에서는 그 값을 4단계로 분류하여 비교열위, 중간열위, 중간우위, 비교우위로 구분하여 분석할 것이다.

〈표 IV-4〉 SRCA 지수값의 구간별 해석

경쟁력	지수값의 구간	구간 특성
비교열위	$-1 \leq RSCA_{지수} < -0.5$	특화되어 있지 않고 구간 이동 가능성이 낮음
중간열위	$-0.5 \leq RSCA_{지수} < 0$	특화되어 있지 않고 구간 이동 가능성이 높음
중간우위	$0 \leq RSCA_{지수} < 0.5$	특화되어 있고 구간 이동 가능성이 높음
비교우위	$0.5 \leq RSCA_{지수} \leq 1$	안정적으로 특화되어 있는 수준

자료: 라공우, “인도네시아 시장에서 한·중·미 수출상품의 국제경쟁력 비교 연구”, p.10

1) 한국의 SRCA 지수 분석

먼저, 현시비교우위지수(RCA)를 산출하여 식(2)에 맞게 가공하여 대칭적 현시비교우위지수(RSCA)를 산출하였다.

2015년 한국의 대미국 SRCA를 살펴보면, 음극 소재(HS 3801), 전해액(HS 3824), 전해액의 세부 품목(HS 3824.99)은 중간열위 구간에 해당하는 것으로 나타났다. 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920)은 중간우위 구간에 해당하였으며, 세부 품목 중 HS 3920.10은 중간열위 구간, HS 3920.20은 중간우위 구간으로 나타났다. 반면 축전지(HS 8507)는 중간우위 내지 비교우위 구간에 해당하는 것으로 확인되었다.

2024년 한국의 대미국 SRCA를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 중간우위 구간으로 이동한 것으로 나타났다. 전해액(HS 3824)과 전해액의 세부 품목(HS 3824.99)은 비교우위($0.5 \leq$

SRCA ≤ 1) 구간에 해당하는 것으로 확인되었다. 분리막 관련 품목 중 HS 3920은 중간우위 구간을 유지하였으며, HS 3920.10은 중간열위 구간, HS 3920.20은 중간우위 구간에 해당하는 것으로 나타났다. 축전지(HS 8507)는 중간우위로 나타났다.

〈표 IV-5〉 한국의 SRCA 지수 분석표

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3801	-0.12	-0.18	-0.36	-0.42	-0.37	-0.15	-0.27	-0.18	0.06	0.34
3824	-0.14	-0.10	-0.15	-0.12	-0.11	-0.10	-0.04	0.08	0.73	0.67
382499	-	-	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.01	0.10	0.75	0.69
3920	0.28	0.31	0.35	0.35	0.40	0.38	0.26	0.22	0.18	0.19
392010	-0.16	-0.13	-0.20	-0.18	0.10	0.01	-0.04	-0.04	-0.09	-0.17
392020	0.07	0.00	0.01	0.15	0.18	0.11	0.00	0.12	0.24	0.15
8507	0.49	0.55	0.62	0.65	0.57	0.58	0.67	0.65	0.62	0.50

자료 : UN comtrade 무역통계 데이터를 이용하여 저자 계산(comtradeplus.un.org)

전반적으로 볼 때, 한국의 대미국 SRCA는 2015년 대비 2024년에 전해액(HS 3824)을 중심으로 비교우위로 이동이 확인되었으며, 축전지(HS 8507)와 분리막 관련 품목(HS 3920, HS 3920.10, HS 3920.20)은 중간우위 이상의 경쟁력 위치에 유지하는 것으로 나타났다.

2) 중국의 SRCA 지수 분석

2015년 중국의 대미국 SRCA를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 중간우위에 해당하는 것으로 나타났다. 전해액(HS 3824)과 그 세부 품목인 HS 3824.99는 중간열위에 위치하였다. 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920)과 HS 3920.10은 중간열위에 해당하였으며, HS 3920.20은 비교열위($-1 \leq \text{SRCA} < -0.5$)로 나타났다. 반면 축전지(HS 8507)는 중간우위로 나타났다.

2024년 중국의 대미국 SRCA를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 비교우위($0.5 \leq \text{SRCA} \leq 1$)로 이동한 것으로 나타났다. 전해액(HS 3824)과 전해액의 세부 품목(HS 3824.99)는 중간열위에 해당하는 것으로 확인되었다. 분리막 관련 품목 중 HS 3920과 HS 3920.10은 중간열위를 유지하였으며, HS 3920.20은 비교열위에 위치한 것으로 나타났다. 축전지(HS 8507)는 비교우위로 나타났다.

〈표 IV-6〉 중국의 SRCA 지수 분석표

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3801	0.37	0.31	0.23	0.20	0.36	0.38	0.43	0.50	0.56	0.58
3824	-0.03	-0.08	-0.09	-0.02	-0.13	-0.20	-0.04	-0.02	-0.14	-0.20
382499	-	-	-0.07	-0.02	-0.10	-0.17	-0.08	0.02	-0.12	-0.17
3920	-0.33	-0.28	-0.24	-0.26	-0.32	-0.33	-0.39	-0.31	-0.16	-0.16
392010	-0.26	-0.21	-0.19	-0.19	-0.24	-0.23	-0.31	-0.23	-0.06	-0.10
392020	-0.67	-0.68	-0.66	-0.62	-0.66	-0.70	-0.70	-0.70	-0.63	-0.63
8507	0.21	0.17	0.07	0.11	0.22	0.20	0.27	0.41	0.49	0.51

자료 : UN comtrade 무역통계 데이터를 이용하여 저자 계산(comtradeplus.un.org)

전반적으로 볼 때, 중국의 대미국 SRCA는 2015년 대비 2024년에 음극 소재(HS 3801)와 축전지(HS 8507)를 중심으로 비교우위 구간으로의 이동이 확인된 반면, 전해액(HS 3824, HS3824.99) 및 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920, HS 3920.10, HS3920.20)은 중간열위 또는 비교열위에 머무르는 구조가 지속된 것으로 나타났다.

3) 일본의 SRCA 지수 분석

2015년 일본의 대미국 SRCA를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 비교우위에 해당하는 것으로 나타났다. 전해액(HS 3824)은 중간우위에 위치하였으며, 세부 품목인 HS 3824.99 역시 중간우위에 해당하는 것으로 나타났다. 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920)은 중간우위에 해당하였으나, 세부 품목인 HS 3920.10은 비교열위에 위치하였다. 한편 HS 3920.20은 중간우위에 해당하였으며, 축전지(HS 8507)는 비교우위로 나타났다.

2024년 일본의 대미국 SRCA를 보면, 음극 소재(HS 3801)는 중간열위로 이동한 것으로 나타났다. 전해액(HS 3824)과 HS 3824.99는 중간우위에 해당하는 것으로 나타났다. 분리막 관련 품목 중 HS 3920은 중간열위에 위치하였으며, HS 3920.10과 HS 3920.20 역시 중간열위에 해당하는 것으로 나타났다. 축전지(HS 8507)는 중간우위에 해당하는 것으로 나타났다.

전반적으로 볼 때, 일본의 대미국 SRCA는 2015년 대비 2024년에 음극 소재(HS 3801)와 분리막 관련 일부 품목을 중심으로 경쟁력이 비교우위에서 중간열위로 완화되는 양상이 나타났다. 전해액(HS 3824) 및 축전지(HS 8507)는 중간우위를 유지하는 것으로 나타났다.

〈표 IV-7〉 일본의 SRCA 지수 분석표

HS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3801	0.50	0.49	0.63	0.54	0.39	0.44	0.07	0.08	-0.16	-0.11
3824	0.41	0.38	0.36	0.38	0.42	0.43	0.46	0.42	0.26	0.31
382499	-	-	0.45	0.45	0.48	0.48	0.52	0.45	0.29	0.35
3920	0.03	-0.04	-0.08	-0.07	-0.05	-0.09	-0.05	-0.05	-0.17	-0.05
392010	-0.53	-0.50	-0.51	-0.46	-0.47	-0.27	-0.26	-0.32	-0.40	-0.14
392020	0.02	-0.05	-0.14	-0.06	-0.06	-0.18	-0.19	0.01	-0.15	-0.17
8507	0.59	0.61	0.61	0.62	0.53	0.52	0.50	0.34	0.24	0.20

자료 : UN comtrade 무역통계 데이터를 이용하여 저자 계산(comtradeplus.un.org)

V. 결론

본 연구는 미국 시장을 대상으로 이차전지 산업을 가치사슬 관점에서 분석하고, 음극 소재(HS 3801), 전해액 및 관련 화학제품(HS 3824, HS 3824.99), 분리막 관련 플라스틱 필름(HS 3920, HS 3920.10, HS 3920.20), 축전지(HS 8507)를 중심으로 한국·중국·일본의 무역 경쟁력을 비교하였다. 이를 위해 무역특화지수(TSI)와 대칭적 현시비교우위지수(SRCA)를 활용하여, 동일 시장 내에서 국가별 이차전지 가치사슬 경쟁 구조의 차이를 분석하였다.

분석 결과, TSI 기준에서 한국은 분리막 세부 품목과 축전지를 중심으로 분석 기간 전반에 걸쳐 높은 수출특화 구조를 유지하는 것으로 나타났으며, 전해액 관련 품목에서도 최근 들어 비교우위 구간으로의 전환이 확인되었다. 중국은 음극 소재와 일부 분리막 세부 품목에서 수출특화 수준이 강화된 반면, 전해액 관련 품목에서는 비교열위 구간이 지속되는 양상을 보였다. 일본은 다수의 품목에서 비교우위 구간을 유지하고 있으나, 음극 소재와 일부 중간재 부문에서는 무역특화 수준이 완화되는 경향이 나타났다.

SRCA 분석에서는 TSI 분석에서 나타난 수출특화 구조가 상대적 비교우위로 전환되었는지 여부가 보다 명확하게 드러났다. 한국은 전해액 관련 품목과 축전지에서 비교우위 구간을 확보하였으며, 분리막 관련 품목에서도 중간우위 이상의 경쟁력을 유지하는 것으로 나타났다. 중국은 음극 소재와 축전지를 중심으로 비교우위가 확인된 반면, 전해액 및 분리막 관련 품목에서는 중간열위 또는 비교열위 구간에 머무르는 구조가 지속되었다. 일본은 전해

액 및 축전지 부문에서 중간우위를 유지하였으나, 음극 소재와 분리막 관련 일부 품목에서는 비교우위가 약화되는 양상이 관찰되었다.

종합적으로 볼 때, 미국 이차전지 시장에서는 동일한 가치사슬 내에서도 국가별로 상이한 무역특화 및 비교우위 구조가 형성되어 있는 것으로 나타났다. 한국은 중·하류 중심의 수출 특화 구조와 함께 일부 중간재 부문에서 비교우위를 확대하고 있으며, 중국은 상류 소재와 완성 전지를 중심으로 경쟁력을 형성하고 있다. 일본은 특정 중간재와 완성 전지 부문에서 경쟁력을 유지하고 있으나, 일부 핵심 소재에서는 상대적 경쟁력이 약화되는 모습을 보이고 있다. 이러한 결과는 이차전지 산업의 국제 경쟁력이 단일 품목이나 완성 전지 중심이 아니라, 가치사슬 단계별 구조적 특화에 의해 결정된다는 점을 시사한다.

참고문헌

- 김민지·이준. (2022). 이차전지산업의 가치사슬별 경쟁력 진단과 정책 방향. 월간 *KIET 산업경제*, Vol. 285, 산업연구원, 81-92.
- 김승규·유동국. (2025). 이차전지 글로벌 공급망 변화에 따른 대응 방안 모색. *산학혁신연구*, 4(2), 107-125.
- 김영두. (2022). 포스코 그룹의 이차전지 글로벌 공급망 구축 사례 연구. *무역연구*, 18(6), 291-307.
- 박태경·김치풍. (2022). 국내 대표 이차전지 제조사의 해외진출 전략 비교 연구. *무역연구*, 18(1), 167-186.
- 전용민·홍재성. (2023). EU 및 미국 시장에서 한국과 중국의 이차전지와 양극활물질의 국제 경쟁력 분석에 관한 연구. *관세학회지*, 24(2), 171-190.
- 정종희·김성호. (2023). 공급망 ESG 환경평가지표 가중치 분석에 관한 연구. *무역학회지*, 48(3), 1-22.
- 최자영. (2022). 한국 이차전지기업의 글로벌 생산공간 재구성 연구. *한국경제지리학회지*, 25(4), 499-513.
- 홍재성·전용민·박성재. (2024). 한국과 일본 자동차산업의 수출경쟁력에 관한 연구. *관세학회지*, 25(4), 137-156.
- 관세청. (2023). 「이차전지 HS 표준해석 지침」
- Sarah Scott·Robert Ireland(2020). Lithium-Ion Battery Materials for Electric Vehicles and their Global Value Chains. *U.S. International Trade Commission*, No. ID-20-068.
- Gregory M. LaRocca(2020). Global Value Chains: Lithium in Lithium-ion Batteries for Electric Vehicles. *U.S. International Trade Commission*, No. ID-20-069.
- Daniel Matthews(2020). Global Value Chains: Cobalt in Lithium-ion Batteries for Electric Vehicles. *U.S. International Trade Commission*, No. ID-20-067.
- Balassa, B. (1977). Revealed Comparative Advantage Revisited: An Analysis of Relative Export Shares of the Industrial Countries, 1953-1971. *The Manchester School of Economic and Social Studies*, 45, 327-344.
- Balassa, B.,(1986). Comparative Advantage in Manufactured Goods: A Reappraisal. *Review of Economics and Statistics*, 68 (2), 315-319.
- comtrade.un.org

ABSTRACT

A Comparative Analysis of International Competitiveness along the Battery Value Chain: Korea, China, and Japan in the U.S. Market

Yi-Lin Zhao*

This study examines the international competitiveness of the secondary battery industry from a value-chain perspective, with a focus on the U.S. market and a comparative analysis of Korea, China, and Japan. Trade-statistically identifiable products along the secondary battery value chain are selected, including anode materials (HS 3801), electrolytes and related chemical products (HS 3824, HS 3824.99), separator-related plastic films (HS 3920, HS 3920.10, HS 3920.20), and accumulators as finished batteries (HS 8507). The analysis employs the Trade Specialization Index (TSI) and the Symmetric Revealed Comparative Advantage (SRCA) index to capture trade structures and relative competitive positions across countries.

The empirical results show that Korea maintains relatively stable competitiveness in selected intermediate materials and finished battery products in the U.S. market. China demonstrates a high degree of trade specialization across both upstream materials and downstream finished batteries, indicating structurally strong export competitiveness along the value chain. Japan retains comparative advantages in certain intermediate products, but its overall competitive position appears more limited relative to Korea and China. These findings reveal that national competitive structures within the U.S. secondary battery market differ markedly by value-chain stage. The study suggests that Korea should pursue more targeted strategies to reinforce competitiveness in relatively vulnerable segments of the secondary battery value chain.

| Keywords Battery industry; Value chain; U.S. market; Trade Specialization Index (TSI); Revealed Comparative Advantage (RCA); Symmetric Revealed Comparative Advantage (SRCA)

* Lecturer, Jeju National University, Department of International Trade, xiaoniu0311@hotmail.com

독립적 청구보증의 계약 중심 지급판단 구조와 명백성 기준의 재정립

박민규*

목 차

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| I. 서론 | IV. 국제 규범과 판례의 비교 및 명백성 기준의 재정립 |
| II. 기초계약과 보증계약의 구별과 독립성의 계약적 의미 | V. 결론 |
| III. 지급판단 단계적 구조와 명백성 기준 | 참고문헌 |

본 연구는 독립적 청구보증 분쟁통제를 독립성 원칙과 사기 예외의 대립구조로 이해해 온 기존 논의를 재검토하고, 이를 계약 중심 지급판단 구조의 관점에서 재구성한다. 독립적 청구보증 거래에서 지급판단의 1차 기준은 보증계약 문언에 의한 형식통제이며, 사법적 개입은 권리남용 또는 사기가 객관적으로 명백한 경우에 한하여 예외적으로 허용된다는 점을 중심으로 지급통제의 단계적 구조를 제시한다.

이를 위하여 영미법 판례, 한국 판례, 그리고 UN 「독립보증 및 보증신용장에 관한 협약」 제19조의 “명백·분명(manifest and clear)” 기준 및 ICC의 국제표준 청구보증 관행(ISDGP)을 비교·분석하였다. 그 결과 지급단계에서의 사법적 개입을 엄격히 제한하는 국제적 기능 수렴 현상을 확인할 수 있었다. 이러한 명백성 기준은 독립성 원칙의 완화가 아니라 그 남용을 통제하기 위한 규범적 경계선으로 이해될 필요가 있다.

또한 독립적 청구보증 분쟁의 상당 부분이 예외 규범의 부족이 아니라 기초계약과 보증계약의 경계가 불명확한 계약 설계에서 비롯된다는 점을 밝히고, 지급통제의 핵심은 예외의 확대가 아니라 보증계약 문언의 명확화를 통한 지급단계의 안정성 확보에 있음을 제시한다.

주제어 독립적 청구보증, 보증계약과 기초계약의 구별, 국제표준 청구보증 관행, 객관적 명백성 기준, 계약 중심 지급통제

* 인하대학교 교수, E-Mail: trade@inha.ac.kr

I. 서론

1. 연구 배경과 문제의식

1) 독립적 청구보증의 제도적 성격과 계약적 설계

독립적 청구보증(demand guarantee)은 보증인이 수익자의 지급청구가 보증서 문언에 일치하는 경우 기초계약과 무관하게 일정 금액을 지급할 것을 약정하는 독립된 지급확약이다. 이는 주채무의 존부나 이행 여부에 종속되는 민법상 보증과 달리, 지급의무가 기초관계와 법적으로 분리된다는 점에서 특징을 가진다. 이러한 구조는 국제거래에서 신속하고 확정적인 자금회수를 보장하기 위한 제도적 장치로 이해된다.

독립적 청구보증 거래에서 지급 여부는 원칙적으로 보증계약의 문언과 적용규칙에 따라 판단된다. 금융기관은 기초계약상의 분쟁을 실질적으로 판단하는 기관이 아니라, 보증서 문언과 제출된 서류의 일치 여부를 확인하는 역할을 수행한다. 이러한 구조는 국제거래에서 흔히 “선지급 후분쟁(pay first, argue later)”이라는 표현으로 설명되며, 지급과 분쟁 해결의 국면을 시간적으로 분리하는 기능을 가진다.

한편 독립적 청구보증은 대부분 국제금융거래의 형태로 사용되기 때문에, 보증계약의 준거법(governing law)과 적용법 문제 역시 중요한 법적 쟁점으로 등장한다. 실제 실무에서는 보증서에 준거법 조항을 두어 영국법 또는 뉴욕법을 적용법으로 선택하는 사례가 적지 않으며, 이러한 준거법 선택은 사기 예외(fraud exception)의 인정 범위, 지급금지 가처분의 허용 여부, 법원의 개입 기준 등에 직접적인 영향을 미칠 수 있다.

다만 본 연구는 준거법 자체의 결정 문제를 독립적인 연구 대상으로 삼기보다는, 지급단계의 통제 구조에 미치는 규범적 함의를 중심으로 검토한다. 즉 본 연구의 관심은 특정 준거법 체계의 차이를 분석하는 데 있기보다는, 독립적 청구보증 거래에서 지급판단이 어떠한 구조 속에서 이루어지는지를 규범적으로 재구성하는 데 있다.

2) 기초계약과 보증계약의 혼합과 분쟁의 발생

독립적 청구보증 거래에서 분쟁은 주로 수익자의 지급청구가 기초계약상의 이행 상황과 긴밀하게 연관되어 있는 경우 발생한다. 특히 건설계약이나 공급계약과 같이 복잡한 국제거

래에서는 기초계약의 이행 여부나 책임 귀속에 대한 분쟁이 보증금 지급 문제와 결합되는 경우가 많다.

그러나 독립적 청구보증의 제도적 구조는 이러한 분쟁을 지급단계에서 직접 해결하는 것을 예정하고 있지 않다. 지급단계에서는 보증계약 문언과 제시된 서류의 일치 여부가 우선적으로 검토되며, 기초계약상의 채무불이행 여부나 손해 발생 여부와 같은 실질적 분쟁은 별도의 절차에서 해결되는 것이 일반적이다.

그럼에도 불구하고 실제 분쟁에서는 기초계약의 내용이 지급판단에 다양한 방식으로 유입되는 경우가 존재한다. 특히 보증서 문언이 기초계약의 특정 의무나 조건을 직접적으로 참조하는 경우에는 지급단계에서 기초계약 요소가 판단 과정에 영향을 미칠 가능성이 커진다. 이러한 상황에서는 독립성 원칙과 기초계약 요소 사이의 긴장관계가 발생하게 된다.

3) 연구 문제의 재구성

독립적 청구보증에 관한 기존 논의는 주로 독립성 원칙과 사기 예외의 관계를 중심으로 전개되어 왔다. 이러한 접근에서는 지급통제의 핵심 문제가 예외 규범의 인정 범위에 있는 것으로 이해되는 경향이 있다.

그러나 실제 분쟁을 살펴보면 상당수의 사례는 사기 여부 자체보다는 보증계약 문언의 불명확성이나 기초계약과의 연결 방식에서 비롯되는 경우가 많다. 즉 지급단계에서 발생하는 문제는 단순히 예외 규범의 존재 여부라기보다는, 기초계약과 보증계약이 어떠한 방식으로 결합되어 있는지에 따라 구조적으로 발생하는 측면이 있다.

이에 따라 본 연구는 독립적 청구보증 분쟁을 예외 규범의 범위 문제로 접근하기보다는, 기초계약과 보증계약의 구조적 관계와 지급판단 구조의 관점에서 재구성하고자 한다. 이를 통하여 지급단계 통제의 순서를 계약 문언, 적용규칙, 그리고 예외적 사법적 통제라는 단계적 구조로 정리하는 것을 연구의 기본 방향으로 설정한다.

2. 선행연구의 위치와 한계

1) 국제규칙과 형식통제 중심 연구

독립적 청구보증에 관한 국내 연구는 주로 국제규칙과 형식통제 구조를 중심으로 전개되어 왔다. 국제상업회의소(ICC)의 URDG 758 제5조는 보증이 그 본질상 기초계약과 독립된 약정임을 선언하고 있으며, 보증인의 지급의무는 보증서 문언과 제시된 서류의 일치 여부에 따라 판단된다. 이러한 국제규칙의 구조를 중심으로 독립적 청구보증의 법적 성격과 지급구조를 설명하는 연구가 국내에서도 이루어져 왔다.

예를 들어 채동현(2013)은 URDG 758을 중심으로 국제거래에서의 청구보증 구조와 해석 문제를 분석하면서 독립적 청구보증의 지급판단이 보증서 문언과 서류제출 여부에 기초한 형식통제 구조에 의해 이루어진다는 점을 설명하였다. 또한 허해관(2011)은 청구보증 거래에서 지급청구와 지급의 법적 구조를 분석하면서 보증인의 지급의무가 기초계약상의 분쟁과 분리된 독립적 지급확약이라는 점을 강조하였다.

이러한 연구는 독립적 청구보증의 제도적 구조와 국제규칙의 기능을 이해하는 데 중요한 이론적 기초를 제공하였다. 다만 기존 연구는 주로 국제규칙의 해석과 제도적 구조를 중심으로 논의되는 경향이 있으며, 실제 분쟁 상황에서 지급판단 구조가 계약 설계와 어떠한 방식으로 결합되는지를 분석하는 연구는 상대적으로 제한적이었다.

2) 사기 예외와 판례 중심 연구

독립적 청구보증 및 신용장 거래에서 사기 예외(fraud exception)에 관한 연구 역시 국내외에서 활발하게 이루어져 왔다. 특히 영국 판례는 독립성 원칙과 사기 예외의 관계를 형성한 대표적인 판례법으로 평가되며, Edward Owen Engineering Ltd v Barclays Bank International Ltd 사건과 United City Merchants (Investments) Ltd v Royal Bank of Canada 사건은 독립성 원칙과 제한적인 사기 예외의 법리를 설명하는 대표적인 판례로 널리 인용되고 있다.

국내에서도 이러한 판례를 중심으로 사기 예외의 인정 범위와 지급금지 가처분의 기준을 분석하는 연구가 이루어졌다. 심승우(2015)는 신용장 및 독립적 은행보증 거래에서 지급금지 가처분이 어떠한 기준에 따라 인정되는지를 국내 하급심 판례를 중심으로 분석하였으며,

채동헌(2017)은 대법원 판례를 중심으로 독립적 은행보증 거래에서 권리남용 기준의 의미와 그 법적 한계를 검토하였다. 또한 채지인(2018)은 구상보증 거래에서 보증은행의 지급거절 문제와 관련된 주요 쟁점을 분석하면서 지급단계에서의 법적 판단 기준을 검토하였다.

이러한 연구는 지급단계에서 법원의 개입이 제한적으로 허용되어야 한다는 점을 강조하면서 독립적 청구보증 거래의 안정성을 설명하는 데 중요한 기여를 하였다. 그러나 기존 연구는 주로 사기 예외의 인정 범위나 지급금지 가처분의 기준에 초점을 맞추는 경향이 있으며, 지급판단 구조 자체를 계약 구조와 결합하여 분석하는 연구는 상대적으로 제한적이었다.

3) 준거법 및 지급금지명령 관련 연구

독립적 청구보증 거래는 국제거래의 성격을 가지기 때문에 보증계약의 준거법과 적용법 문제 역시 중요한 연구 대상으로 다루어져 왔다. 실제 국제금융거래 실무에서는 보증서에 준거법 조항을 두어 영국법 또는 뉴욕법을 적용법으로 선택하는 사례가 많으며, 이러한 준거법 선택은 사기 예외의 인정 범위나 지급금지 가처분의 가능성 등 지급통제 구조에 직접적인 영향을 미칠 수 있다.

국내 연구에서도 이러한 준거법 및 사법적 통제 문제를 분석하는 연구가 이루어졌다. 박세운·이선혜(2016)는 독립보증 거래에서 법원의 지급금지명령 문제를 분석하면서 지급단계에서의 사법적 개입 기준과 그 법적 구조를 검토하였다. 또한 전종우(2014)는 기초계약 이행을 담보하기 위한 청구보증의 활용 구조를 분석하면서 독립적 청구보증 거래에서 계약 구조와 법적 책임의 관계를 설명하였다. 이러한 연구는 독립적 청구보증 거래에서 적용법 문제와 사법적 통제 기준을 이해하는 데 중요한 시사점을 제공하였다.

다만 기존 연구는 주로 적용법 결정이나 지급금지 가처분의 법적 기준 자체에 초점을 맞추는 경향이 있으며, 지급단계의 판단 구조를 계약 설계와 결합하여 체계적으로 설명하는 연구는 상대적으로 제한적이었다.

4) 본 연구의 차별적 기여

이상의 선행연구는 독립적 청구보증 거래의 법적 구조와 사기 예외의 기능을 이해하는 데 중요한 이론적 기반을 제공하였다. 그러나 기존 연구는 주로 독립성 원칙과 예외 규범의 관계 또는 사법적 개입의 기준을 중심으로 논의되는 경향이 있었다.

이에 비하여 본 연구는 독립적 청구보증 분쟁을 단순히 예외 규범의 범위 문제로 이해하기보다는 기초계약과 보증계약의 구조적 관계 및 계약 설계의 관점에서 지급판단 구조를 재구성한다. 특히 지급단계의 판단 구조를 보증계약 문언에 의한 형식통제, 계약 해석 단계, 그리고 예외적 사법적 통제라는 단계적 구조로 설명하고, 한국 판례에서 발전한 ‘객관적 명백성’ 기준을 UN 「독립보증 및 보증신용장에 관한 협약」(United Nations Convention on Independent Guarantees and Stand-by Letters of Credit) 제19조의 “명백·분명(manifest and clear)” 기준과 비교함으로써 국제규범과의 기능적 정합성을 분석한다.

이러한 접근은 독립적 청구보증 거래에서 지급통제 문제를 계약 구조와 지급판단 구조의 관점에서 재구성함으로써 기존 연구를 보완하고 독립적 청구보증 분쟁의 구조를 보다 체계적으로 설명하고자 하는 데 그 의의가 있다.

II. 기초계약과 보증계약의 구별과 독립성의 계약적 의미

1. 기초계약과 보증계약의 법적 구별

1) 부종성의 배제와 독립성의 의미

독립적 청구보증은 보증인의 지급의무가 기초계약의 존부나 이행 여부에 종속되지 않는다는 점에서 민법상 보증과 구별된다. 민법상 보증채무는 주채무의 존재와 범위에 의존하는 부종적 채무로 이해되지만, 독립적 청구보증은 수익자의 지급청구가 보증서 문언에 합치하는 경우 보증인이 지급의무를 부담하는 독립된 지급확약으로 구성된다.

이러한 구조는 국제거래에서 자금회수의 확실성을 확보하기 위한 제도적 장치로 발전하였다. 특히 건설계약이나 장기 공급계약과 같은 국제거래에서는 계약이행 여부에 관한 분쟁이 장기간 지속되는 경우가 많기 때문에, 지급을 기초계약 분쟁의 해결에 종속시키는 경우 거래의 안정성이 크게 저해될 수 있다. 독립적 청구보증은 이러한 문제를 해결하기 위하여 지급과 분쟁 해결의 국면을 분리하는 구조를 채택하고 있다.

2) 이중관계 구조와 위험배분

독립적 청구보증 거래는 일반적으로 두 개의 법적 관계로 구성된다. 하나는 발주자와 계약상대방 사이의 기초계약 관계이고, 다른 하나는 보증인과 수익자 사이의 보증계약 관계이다. 이 두 관계는 경제적으로 긴밀하게 연결되어 있지만 법적으로는 별개의 계약으로 이해된다.

기초계약에서는 계약의 이행 여부와 손해배상 책임 등이 문제되지만, 보증계약에서는 수익자의 지급청구가 보증서 문언에 합치하는지 여부가 핵심적 판단 기준이 된다. 이러한 구조는 기초계약상의 분쟁이 지급단계에 직접적으로 유입되는 것을 방지하고, 금융기관이 기초계약상의 책임 판단에 개입하는 것을 방지하는 기능을 가진다.

따라서 독립적 청구보증의 구조는 단순히 계약 형식의 차이를 의미하는 것이 아니라, 국제거래에서 발생하는 위험을 서로 다른 계약 관계에 분산시키는 방식으로 이해할 수 있다.

3) 독립성의 계약적 성격과 국제규칙

독립적 청구보증에서 독립성 원칙은 보증계약이 기초계약과 분리된 별개의 약정으로 기능한다는 점에서 그 계약적 성격을 가진다. 즉 보증인의 지급의무는 기초계약의 이행 여부나 당사자 사이의 분쟁과 직접적으로 연결되지 않으며, 보증서에 명시된 조건과 절차에 따라 판단되는 독립된 지급확약으로 이해된다. 이러한 구조는 독립적 청구보증을 전통적인 보증계약과 구별되는 금융거래 장치로 기능하게 하는 핵심적 특징으로 평가된다.

이와 같은 독립성 원칙은 국제규칙에서도 명확히 확인된다. 국제상업회의소(ICC)의 URDG 758 제5조는 보증이 그 본질상 기초계약(underlying relationship)과 독립된 약정임을 선언하면서 보증인이 그러한 관계에 구속되지 않는다고 규정하고 있다. 이는 보증인의 지급판단이 기초계약상의 권리관계가 아니라 보증서 문언과 제시된 서류의 일치 여부를 기준으로 이루어져야 한다는 점을 전제로 하는 규정이다. 이러한 규범 구조는 독립적 청구보증 거래에서 보증인이 기초계약상의 분쟁을 조사하거나 판단하는 역할을 수행하지 않는다는 점을 분명히 한다.

따라서 보증인은 기초계약의 이행 여부나 계약 당사자 사이의 실질적 분쟁을 판단하는 기관이 아니라, 보증서에 따른 지급확약을 이행하는 금융기관으로 기능한다. 이러한 역할 구조는 보증인을 계약 분쟁의 판단으로부터 구조적으로 분리함으로써 금융기관의 중립성을 유지

하고 지급절차의 신속성과 예측가능성을 확보하기 위한 제도적 장치로 이해될 수 있다. 특히 독립적 청구보증 거래에서는 보증인의 지급판단이 보증서 문언을 중심으로 이루어짐으로써 국제거래에서 이른바 “선지급 후분쟁(pay first, argue later)” 구조가 가능하게 된다.

결국 독립성 원칙은 독립적 청구보증 거래에서 지급판단의 기준과 역할 구조를 설정하는 계약적 규범으로 기능하며, 이러한 구조는 국제규칙과 판례를 통하여 지속적으로 확인되고 발전해 왔다. 이러한 점은 독립적 청구보증 거래에서 지급단계의 판단 구조를 이해하기 위해서는 단순히 독립성 원칙의 선언에 머무르지 않고, 보증계약의 문언과 지급절차를 중심으로 한 계약적 구조를 함께 고려할 필요가 있음을 보여준다.

2. 보증계약 문언과 지급국면의 구조

1) 보증계약 문언의 기능

독립적 청구보증 거래에서 보증서의 문언은 지급판단의 기준을 설정하는 핵심적 요소이다. 보증서 문언은 지급청구의 방식, 제출되어야 할 서류, 지급의 조건 등을 규정함으로써 지급절차의 구조를 형성한다.

특히 보증서 문언이 기초계약의 특정 의무나 조건을 직접적으로 참조하는 경우에는 지급 단계에서 기초계약 요소가 판단 과정에 영향을 미칠 가능성이 존재한다. 이러한 경우 지급 판단의 범위는 보증서 문언의 해석 방식에 따라 달라질 수 있다. 따라서 보증계약의 설계 단계에서 문언을 어떻게 구성하는지는 지급단계의 판단 구조에 직접적인 영향을 미친다.

2) 기초계약 요소의 유입 가능성

실무에서는 보증서가 기초계약의 특정 조항을 직접적으로 인용하거나 계약상 의무의 이행 여부를 조건으로 규정하는 경우가 존재한다. 이러한 경우 지급단계에서 기초계약의 해석 문제가 간접적으로 등장할 수 있다.

그러나 이러한 상황에서도 지급판단은 기초계약 전체의 이행 여부를 판단하는 방식으로 이루어지는 것이 아니라, 보증서 문언이 설정한 조건의 충족 여부를 중심으로 이루어진다. 다시 말해 기초계약 요소가 지급판단에 영향을 미치는 경우에도 그 범위는 보증서 문언이 설정한 범위 내에서 제한적으로 작동한다.

3) 계약 설계와 지급구조

독립적 청구보증 거래에서 발생하는 분쟁의 상당 부분은 보증계약 문언이 기초계약과 어떻게 연결되어 있는지에 따라 달라진다. 특히 보증서 문언이 기초계약의 다양한 요소를 직접적으로 참조하는 경우에는 지급단계에서 판단 구조가 복잡해질 수 있다. 따라서 보증계약의 설계는 단순한 계약작성 문제를 넘어 지급절차의 구조를 결정하는 중요한 요소로 이해될 필요가 있다. 이러한 관점에서 독립적 청구보증 거래의 법적 구조는 기초계약과 보증계약의 관계 설정 방식에 따라 다양한 형태로 나타날 수 있다.

3. 독립성 원칙의 기능과 계약적 의미

독립적 청구보증의 독립성 원칙은 국제거래에서 지급의 신속성과 거래 안정성을 확보하기 위한 제도적 장치로 이해된다. 이러한 원칙은 금융기관이 기초계약상의 분쟁을 판단하는 실질적 계약판단자가 되는 것을 방지하고, 지급절차의 예측가능성을 확보하는 기능을 가진다. 동시에 독립성 원칙은 지급단계에서 기초계약 요소가 무제한적으로 유입되는 것을 제한하는 기능을 한다. 이는 보증계약과 기초계약이 경제적으로 연관되어 있더라도 지급판단의 법적 기준은 서로 구별되어야 함을 의미한다.

이와 같은 계약 구조는 지급단계의 판단 기준을 보증계약 문언과 적용규칙에 집중시키는 방향으로 작동한다. 따라서 독립적 청구보증 거래에서 지급통제의 문제를 이해하기 위해서는 독립성 원칙 자체보다는 기초계약과 보증계약이 어떠한 방식으로 결합되어 있는지를 분석하는 것이 중요하다.

이러한 구조는 다음 장에서 살펴볼 지급판단의 단계적 구조와도 밀접하게 연결된다. 즉 지급단계에서는 우선적으로 보증계약 문언에 의한 판단이 이루어지고, 그 이후에 예외적인 사법적 통제가 제한적으로 작동하는 구조로 이해할 수 있다.

III. 지급판단 단계적 구조와 객관적 명백성 기준

1. 지급판단 구조와 형식통제의 의미

독립적 청구보증 거래에서 지급판단은 원칙적으로 보증계약 문언과 제출된 서류의 일치 여부를 중심으로 이루어진다. 이러한 판단 구조는 국제거래에서 지급절차의 신속성과 예측 가능성을 확보하기 위한 제도적 장치로 이해된다. 금융기관은 기초계약상의 책임관계를 실질적으로 판단하는 기관이 아니라, 보증서 문언에 따라 설정된 지급조건 충족 여부를 확인하는 역할을 수행한다.

이와 같은 구조는 국제규칙에서도 명확히 확인된다. URDG 758은 보증계약이 기초계약과 독립된 약정임을 선언하면서, 보증인의 지급의무가 보증서 문언에 따라 판단되어야 한다는 점을 전제로 한다. 이러한 규칙은 지급단계에서 금융기관이 기초계약상의 분쟁을 조사하거나 판단하는 역할을 수행하지 않는다는 점을 분명히 하고 있다.

따라서 독립적 청구보증 거래에서 지급판단은 우선적으로 보증계약 문언에 의한 형식적 통제를 중심으로 이루어진다. 이러한 형식통제 구조는 지급절차의 신속성과 거래 안정성을 확보하기 위한 규범적 기초로 이해될 수 있다.

2. 사법적 개입의 한계와 영미법 판례

형식통제 구조는 영미법 판례에서도 일관되게 확인된다. 영국 항소법원은 Edward Owen Engineering Ltd v Barclays Bank International Ltd 사건에서 독립적 보증의 핵심 기능을 수익자의 지급청구가 보증서 문언에 합치하는 경우 신속한 지급을 보장하는 데 있다고 판시하였다. 법원은 기초계약상의 분쟁이 존재하더라도 지급단계에서 이를 이유로 지급을 거절하는 것은 원칙적으로 허용되지 않는다고 보았다.

또한 United City Merchants (Investments) Ltd v Royal Bank of Canada 사건에서 영국 상원은 신용장 거래에서 은행의 지급의무가 문서의 외형상 일치 여부에 따라 판단되어야 한다는 점을 다시 한 번 확인하였다. 이 판례는 지급단계에서 기초거래의 실질적 분쟁을 심리하는 것이 아니라 문면심사를 중심으로 판단이 이루어져야 한다는 점을 강조하였다.

다만 영미법 판례는 독립성 원칙의 남용을 방지하기 위하여 제한적인 사기 예외를 인정하고 있다. 이러한 예외는 수익자가 사기에 관여한 경우와 같이 지급청구의 부당성이 명백한 상황에서 법원의 개입을 허용하는 최소한의 통제 장치로 이해된다. 따라서 영미법 판례의 태도는 지급단계에서의 형식통제를 기본 구조로 유지하면서도 예외적인 상황에서 제한적인 사법적 개입을 허용하는 방향으로 정리할 수 있다.

3. 객관적 명백성 기준과 한국 판례

한국 판례 역시 독립적 청구보증의 지급구조를 기초계약과 분리된 독립적 지급확약으로 이해하고 있으며, 지급단계에서의 사법적 개입을 엄격히 제한하는 태도를 유지하고 있다. 대법원은 독립적 은행보증 거래에서 보증인의 지급의무가 원칙적으로 기초계약과 무관하게 발생한다는 점을 인정하면서, 수익자의 지급청구가 보증서 문언에 합치하는 경우 원칙적으로 지급이 이루어져야 한다는 입장을 취하고 있다. 이러한 입장은 독립적 청구보증 거래에서 보증인의 지급판단이 기초계약상의 권리관계가 아니라 보증계약 문언과 제시된 서류의 일치 여부를 중심으로 이루어져야 한다는 점을 전제로 한다.

대법원은 이러한 독립성 구조를 전제로 하면서도 일정한 예외적 상황에서 사법적 개입이 가능하다는 점을 인정하고 있다. 예컨대 대법원은 독립적 은행보증 사건에서 보증인의 지급의무가 원칙적으로 기초계약과 무관하게 발생한다는 점을 인정하면서도, 수익자의 지급청구가 권리남용에 해당하거나 그 권리가 존재하지 아니함이 객관적으로 명백한 경우에는 예외적으로 지급거절 또는 지급금지 가처분이 허용될 수 있다고 판시하였다(대법원 2013다53700 판결; 대법원 2017다218895 판결).

이와 같은 ‘객관적 명백성’ 기준은 지급단계에서 기초계약상의 일반적인 분쟁이 광범위하게 유입되는 것을 방지하기 위하여 높은 문턱을 설정하는 기능을 가진다. 즉 단순히 기초계약의 이행 여부에 관한 분쟁이 존재한다는 사정만으로는 지급거절이 허용되는 것이 아니라, 수익자의 지급청구가 권리남용에 해당하거나 그 권리가 존재하지 아니함이 외형상 명백한 경우에 한하여 제한적으로 사법적 개입이 가능하다는 점을 의미한다.

따라서 한국 판례에서 발전한 ‘객관적 명백성’ 기준은 지급단계에서 기초계약에 대한 전면적인 실질심리를 허용하기 위한 기준이라기보다는, 독립성 원칙의 남용이 외형상 분명

하게 나타나는 경우에 한하여 예외적인 통제를 가능하게 하는 규범적 장치로 이해될 수 있다. 이러한 구조는 지급판단이 기본적으로 보증계약 문언과 제시된 서류의 일치 여부를 중심으로 이루어지는 형식통제 구조를 유지하면서도, 명백한 부정청구에 대해서는 최소한의 사법적 통제를 허용하는 균형적 구조로 평가할 수 있다.

4. UN 독립보증협약과 객관적 명백성 기준

객관적 명백성 기준과 유사한 규범 구조는 국제규범에서도 확인된다. 특히 UN 「독립보증 및 보증신용장에 관한 협약」은 독립적 청구보증 거래에서 지급거절이 허용되는 경우를 제한적으로 규정하고 있다. 협약 제19조는 보증인의 지급거절이 가능한 상황을 일정한 유형으로 열거하면서, 이러한 경우에 해당하지 않는 한 보증인은 원칙적으로 지급의무를 부담한다는 구조를 전제로 하고 있다.

협약 제19조는 제시된 문서가 위조되었거나 진정하지 않은 경우, 기초계약상의 채무가 이미 이행되었거나 명백히 존재하지 않는 경우, 또는 수익자의 지급청구가 명백하고 분명한 사기(manifest and clear fraud)에 해당하는 경우 등을 지급거절이 가능한 상황으로 규정하고 있다. 이러한 규정은 독립적 청구보증 거래에서 지급거절이 일반적인 권리가 아니라 예외적으로만 인정되는 것임을 전제로 하며, 지급단계에서의 사법적 개입 역시 엄격하게 제한되어야 한다는 규범 구조를 보여준다.

특히 협약이 사용하고 있는 “명백·분명(manifest and clear)”이라는 표현은 부정청구가 단순한 분쟁의 수준을 넘어 객관적으로 명백한 경우에 한하여 지급거절이 허용된다는 점을 강조하는 것으로 이해된다. 이는 지급단계에서 기초계약상의 분쟁이 광범위하게 유입되는 것을 방지하면서도, 명백한 부정청구에 대해서는 제한적으로 사법적 통제를 허용하려는 규범적 균형을 반영하는 것이다.

이러한 규범 구조는 한국 판례에서 발전한 ‘객관적 명백성’ 기준과 기능적으로 유사한 특징을 가진다. 즉 지급단계의 판단은 기본적으로 보증계약 문언과 제시된 서류의 일치 여부를 중심으로 이루어지며, 기초계약상의 분쟁이 지급판단에 영향을 미치는 경우는 부정청구가 객관적으로 명백한 경우와 같이 예외적인 상황에 한정된다는 점에서 공통된 구조를 보인다. 따라서 국제규범과 한국 판례는 모두 지급단계의 판단을 형식통제 중심 구조로 유지하

면서도 명백한 부정청구에 대해서는 제한적으로 통제할 수 있는 규범적 장치를 마련하고 있다고 평가할 수 있다.

5. 지급판단의 단계적 구조

이상의 논의를 종합하면 독립적 청구보증 거래에서 지급판단은 다음과 같은 단계적 구조 속에서 이해할 수 있다.

첫째, 지급단계에서는 보증계약 문언과 제출된 서류의 일치 여부가 우선적으로 판단된다. 이는 지급절차의 신속성과 거래 안정성을 확보하기 위한 형식통제 단계에 해당한다.

둘째, 보증계약 문언의 해석 과정에서는 기초계약 요소가 제한적으로 고려될 수 있으나, 그 범위는 보증서 문언이 설정한 범위 내에서만 작동한다.

셋째, 수익자의 지급청구가 권리남용이나 명백한 부정행위에 해당하는 경우에는 예외적으로 사법적 개입이 가능하다. 이 경우 적용되는 기준이 바로 객관적 명백성 또는 “명백·분명(manifest and clear)” 기준이다.

이와 같은 단계적 구조는 지급단계의 판단 기준을 보증계약 문언에 집중시키면서도 예외적인 상황에서 최소한의 통제를 허용하는 방식으로 작동한다. 이러한 구조는 영미법 판례, 한국 판례, 그리고 국제규범에서 공통적으로 확인되는 규범적 방향이라고 볼 수 있다.

IV. 국제 규범과 판례의 비교 및 명백성 기준의 재정립

1. 사기 예외 중심 접근의 한계

독립적 청구보증 거래에서 지급통제 문제는 전통적으로 독립성 원칙과 사기 예외(fraud exception)의 관계를 중심으로 논의되어 왔다. 이러한 접근에서는 지급거절이 허용되는 범위를 어디까지 인정할 것인가가 주요 쟁점으로 다루어진다.

그러나 이러한 논의 방식은 지급단계의 판단 구조를 충분히 설명하지 못하는 한계를 가진다. 실제 분쟁에서는 수익자의 지급청구가 사기에 해당하는지 여부보다 보증계약 문언과 기초계약의 관계가 어떻게 구성되어 있는지가 더 중요한 문제로 작용하는 경우가 많다.

특히 보증서 문언이 기초계약의 특정 의무나 조건을 직접적으로 참조하는 경우에는 지급판단의 범위 자체가 계약 설계에 의해 달라질 수 있다.

따라서 지급통제 문제를 단순히 사기 예외의 인정 범위라는 관점에서 접근하는 것은 독립적 청구보증 거래의 실제 구조를 충분히 설명하지 못할 가능성이 있다. 보다 중요한 문제는 지급단계에서 어떠한 판단 기준이 우선적으로 작동하는지, 그리고 사법적 개입이 어떠한 조건에서 허용되는지를 구조적으로 이해하는 데 있다.

2. UN 독립보증협약의 지급통제 구조

UN 「독립보증 및 보증신용장에 관한 협약」은 독립적 보증 거래에서 지급거절이 허용되는 경우를 제한적으로 규정하고 있다. 협약 제19조는 지급거절이 허용되는 상황을 열거하면서, 수익자의 지급청구가 명백하고 현저한 부정행위에 해당하는 경우에 한하여 지급거절이 가능하다는 취지를 규정하고 있다.

이 규정은 지급단계에서의 사법적 개입을 일반적인 계약분쟁의 판단으로 확대하는 것을 방지하기 위한 구조를 형성한다. 즉 협약은 지급단계에서 기초계약상의 책임 문제를 광범위하게 심리하는 것을 예정하고 있지 않으며, 명백한 부정행위가 존재하는 경우에 한하여 제한적인 개입을 허용하고 있다.

이러한 접근은 독립성 원칙을 유지하면서도 그 남용을 통제하기 위한 국제적 기준으로 이해될 수 있다. 특히 협약이 “명백·분명(manifest and clear)” 기준을 사용하고 있다는 점은 지급단계에서의 사법적 개입이 매우 제한적인 상황에서만 허용된다는 점을 분명히 한다.

3. ISDGP와 국제표준관행

URDG의 해석과 적용을 구체화하기 위한 실무 지침으로서 국제표준 청구보증 관행(ISDGP) 역시 독립적 청구보증 거래에서의 형식통제 구조를 재확인하고 있다. ISDGP는 사기 또는 부정청구 문제를 URDG 자체의 내부 규칙으로 규율되는 사항이 아니라 적용법(applicable law)의 영역에 속하는 문제로 이해하고 있으며, 이러한 점을 명시적으로 설명하고 있다(ISDGP para. 209). 이는 국제규칙이 지급단계에서의 판단을 기본적으로 보증계

약 문언과 제시된 서류의 일치 여부에 기초한 형식통제 구조로 이해하고 있음을 보여준다.

또한 ISDGP는 보증서 문언에 포함된 조건이 문서 제출을 통하여 확인될 수 없는 경우 이를 실질적인 지급조건으로 인정하기 어렵다는 입장을 취하고 있다(ISDGP para. 17-18). 즉 보증서에 포함된 조건이라 하더라도 그 충족 여부가 제시된 문서를 통하여 객관적으로 확인될 수 없는 경우에는 지급판단의 기준으로 기능하기 어렵다는 것이다. 이러한 접근은 지급판단이 객관적이고 확인 가능한 기준에 기초하여 이루어져야 한다는 국제실무의 방향을 반영한다.

따라서 ISDGP가 제시하는 구조는 지급단계의 판단을 보증계약 문언과 서류제출 여부에 집중시키는 한편, 사기나 권리남용과 같은 문제는 적용법의 영역에서 제한적으로 다루어지도록 하는 규범적 방향을 보여준다.

4. 한국 판례와 국제규범의 비교

한국 판례는 독립적 청구보증의 지급구조를 기초계약과 분리된 독립적 지급확약으로 이해하면서도, 수익자의 지급청구가 권리남용에 해당하거나 그 권리가 존재하지 아니함이 객관적으로 명백한 경우에는 예외적으로 지급거절 또는 지급금지 가처분을 허용하고 있다.

이러한 판례 구조는 UN 협약 제19조에서 제시된 “명백·분명(manifest and clear)” 기준과 기능적으로 유사한 방향을 보여준다. 두 기준 모두 지급단계에서의 사법적 개입을 일반적인 계약분쟁 판단으로 확대하는 것을 방지하고, 명백한 부정행위가 존재하는 경우에 한하여 제한적으로 개입을 허용하는 구조를 가지고 있기 때문이다.

또한 이러한 기준은 지급단계에서 기초계약상의 다양한 분쟁이 무제한적으로 유입되는 것을 방지하는 역할을 한다. 즉 지급판단의 중심은 여전히 보증계약 문언과 제출된 서류에 있으며, 사법적 개입은 예외적인 상황에서만 허용되는 것으로 이해된다.

따라서 한국 판례에서 발전한 객관적 명백성 기준은 독립성 원칙의 약화를 의미하기보다는, 지급단계에서의 판단 구조를 유지하면서도 그 남용을 통제하기 위한 규범적 장치로 이해할 수 있다.

5. 규범적 함의

이상의 비교를 통하여 독립적 청구보증 거래에서 지급통제의 기본 구조는 일정한 공통된 방향을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 국제규범과 판례는 모두 지급단계에서 계약 문언과 형식통제를 중심으로 판단이 이루어져야 한다는 점을 전제로 하면서, 명백한 부정행위가 존재하는 경우에 한하여 제한적인 사법적 개입을 허용하고 있다.

이러한 구조는 지급단계의 판단을 보증계약 문언에 집중시키는 한편, 기초계약상의 분쟁이 지급절차에 직접적으로 영향을 미치는 것을 제한하는 기능을 가진다. 그 결과 독립적 청구보증 거래에서는 지급절차의 안정성과 예측가능성이 확보될 수 있다.

또한 이러한 비교는 준거법의 선택에 따라 구체적인 법형식이나 절차가 달라질 수 있음을 전제로 하면서도, 지급단계에서 계약 문언 중심 구조를 유지하고 사법적 개입을 높은 문턱 아래 제한한다는 기능적 방향은 상당한 공통성을 가진다는 점을 보여준다. 따라서 독립적 청구보증 거래의 지급통제 문제는 단순히 예외 규범의 범위를 확장하는 방식으로 해결될 수 있는 문제가 아니라, 기초계약과 보증계약의 관계 설정 및 보증계약 문언의 설계 방식과 밀접하게 연결된 문제로 이해할 필요가 있다.

V. 결론

독립적 청구보증은 국제거래에서 계약이행을 담보하고 자금회수의 확실성을 확보하기 위한 중요한 금융적 장치로 기능해 왔다. 그러나 독립적 청구보증 분쟁에 관한 기존 논의는 주로 독립성 원칙과 사기 예외의 관계에 초점을 두어 예외의 인정 범위를 중심으로 전개되는 경향이 있었다. 이러한 접근은 제도의 기본 구조를 설명하는 데 일정한 기여를 하였으나, 실제 지급단계에서 어떠한 판단 구조가 작동하는지를 충분히 설명하는 데에는 한계가 있었다.

본 연구는 독립적 청구보증의 지급통제를 단순한 예외 규범의 문제로 이해하는 기존 접근을 재검토하고, 지급판단이 보증계약 문언을 중심으로 단계적으로 이루어지는 계약 중심 지급판단 구조(contract-centered structure of payment determination)의 관점에서 이를 재구성하였다. 즉 지급단계의 판단은 우선적으로 보증계약 문언에 대한 형식통제를 중심

으로 이루어지며, 사법적 개입은 권리남용 또는 사기가 객관적으로 명백한 경우에 한하여 예외적으로 허용된다는 단계적 구조로 이해될 수 있다. 이러한 구조는 지급단계의 안정성과 예측가능성을 확보하기 위한 제도적 장치로 기능한다.

또한 본 연구는 영국 판례, 한국 판례, 그리고 UN 「독립보증 및 보증신용장에 관한 협약」 제19조의 “명백·분명(manifest and clear)” 기준 및 ICC의 ISDGP를 비교·검토하였다. 그 결과 지급단계에서 사법적 개입을 제한적으로 허용하는 규범 구조가 국제적으로 형성되어 있음을 확인하였다. 특히 한국 판례에서 발전한 ‘객관적 명백성’ 기준은 UN 협약의 “명백·분명(manifest and clear)” 기준과 기능적으로 대응하는 규범적 구조를 보이고 있으며, 이는 독립적 청구보증 거래에서 지급통제 기준이 일정한 방향으로 수렴하고 있음을 시사한다.

이러한 분석은 독립적 청구보증 분쟁을 단순히 예외 규범의 범위 문제로 이해하기보다는 기초계약과 보증계약의 구조적 관계 및 계약 설계의 관점에서 지급판단 구조를 이해할 필요가 있음을 보여준다. 특히 실무상 상당수의 분쟁이 예외 규범의 부족에서 발생하기보다는 기초계약과 보증계약의 경계가 불명확한 계약 설계에서 비롯된다는 점을 고려할 때, 지급통제의 핵심은 예외 규범의 확대보다는 보증계약 문언의 명확화와 계약 설계의 정교화를 통하여 지급단계의 안정성과 예측가능성을 확보하는 데 있다고 할 수 있다.

다만 본 연구가 제시한 계약 중심 지급판단 구조 역시 몇 가지 검토 과제를 남긴다. 독립적 청구보증 거래에서는 계약설계 단계에서 정보의 비대칭성과 교섭력의 불균형이 존재할 수 있으며, 문언 중심의 형식통제가 수익자의 권리남용이 존재하는 경우에도 결과적으로 부당한 지급을 정당화하는 문제로 이어질 가능성이 있다. 또한 권리남용 또는 사기의 ‘객관적 명백성’을 판단하기 위해서는 일정한 범위에서 기초계약 관계에 대한 검토가 필요할 수 있으며, 이 경우 명백성 기준의 적용 범위와 판단 방식에 관한 추가적인 연구가 요구된다.

따라서 독립적 청구보증 거래에서 계약 설계 단계의 교섭 구조와 정보 비대칭 문제, 그리고 명백성 기준의 구체적 적용 방식에 관한 연구는 향후 중요한 연구 과제로 남아 있다. 이러한 후속 연구는 독립적 청구보증 거래에서 계약 설계와 지급통제 구조 사이의 관계를 보다 정교하게 설명함으로써 국제거래에서의 지급안정성과 분쟁통제 기준을 이해하는 데 중요한 이론적·실무적 기초를 제공할 것으로 기대된다.

참고문헌

〈국내문헌〉

- 박상기. (2011). 신용장과 청구보증서의 비서류적 조건의 유효성에 관한 연구. *무역상무연구*, 50, 85-112.
- 박세운, 이선휘. (2016). 독립보증에서 법원의 지급금지명령. *무역연구*, 12(1), 251-267.
- 심승우. (2015). 신용장 및 독립적 은행보증 관련 지급금지가처분 - 우리나라 법원의 하급심 결정례를 중심으로 -. *국제거래법연구*, 24(2), 137-164.
- 전종우. (2014). 기초계약이행을 위한 청구보증 활용에 관한 연구. *무역상무연구*, 63, 237-262.
- 채동현. (2013). URDG 758을 중심으로 한 국제거래에서의 청구보증(demand guarantee)에 관한 해석론. *민사판례연구*, (35), 893-990.
- 채동현. (2017). 독립적 은행보증에서 권리남용에 대한 기준 - 대법원 2014. 8. 26. 선고 2013다 53700 판결 및 대법원 2015. 7. 9. 선고 2014다6442 판결에 대한 비판적 우려를 중심으로 -. *국제거래법연구*, 26(2), 41-78.
- 채지인. (2018). 구상보증거래에서 보증은행의 부당한 지급거절과 주요 쟁점. *무역상무연구*, 79, 201-230.
- 허해관. (2011). 청구보증상 지급청구와 지급. *무역상무연구*, 51, 213-239.
- 허해관. (2024). 구상보증상 권리남용적 청구. *무역상무연구*, 101, 57-86.

〈판례〉

- 대법원 1994. 12. 9. 선고 93다43873 판결.
- 대법원 2000. 6. 9. 선고 99다5541 판결.
- 대법원 2011. 7. 28. 선고 2010다108013 판결.
- 대법원 2013. 8. 22. 선고 2013다53700 판결.
- 대법원 2015. 7. 9. 선고 2014다6442 판결.
- 대법원 2021. 7. 8. 선고 2017다218895 판결.
- 대법원 2022. 7. 28. 선고 2021다215909 판결.
- Edward Owen Engineering Ltd v Barclays Bank International Ltd [1978] QB 159 (CA).
- United City Merchants (Investments) Ltd v Royal Bank of Canada [1983] 1 AC 168 (HL).

〈외국문헌〉

- Muñoz, M. & Ament-Guemez, M. (2017). Independent Guarantees and the CISG. *Annual Review of International Commercial Law*, 169-191.
- ICC. (2010). Uniform Rules for Demand Guarantees (URDG 758), ICC Publication No. 758.
- ICC. (2021). International Standard Demand Guarantee Practice (ISDGP), ICC Publication No. 814.
- ICC. (2007). Uniform Customs and Practice for Documentary Credits (UCP 600), ICC Publication No. 600.
- United Nations. United Nations Convention on Contracts for the International Sale of Goods (CISG), 11 April 1980.
- United Nations. United Nations Convention on Independent Guarantees and Stand-by Letters of Credit, 11 December 1995.
- UNCITRAL Secretariat(1996). Explanatory Note on the United Nations Convention on Independent Guarantees and Stand-by Letters of Credit.

ABSTRACT

Reconceptualizing the Contract-Centered Structure of Payment Determination and the Manifest and Clear-Fraud Standard in Independent Guarantees

MIN GYU PARK*

Independent demand guarantees play an important role in international transactions by securing contractual performance and ensuring prompt recovery of funds. However, existing studies have largely explained dispute control in independent guarantees in terms of the structural tension between the independence principle and the fraud exception, focusing primarily on the scope of permissible exceptions to payment.

This study reexamines this conventional approach and reconstructs dispute control from the perspective of a contract-centered structure of payment determination. Under this framework, payment decisions are primarily based on formal compliance with the wording of the guarantee, while judicial intervention is allowed only in exceptional cases where abuse of rights or fraud is objectively manifest.

Through a comparative analysis of English case law, Korean case law, Article 19 of the United Nations Convention on Independent Guarantees and Stand-by Letters of Credit, which adopts the “manifest and clear” standard, and the ICC’s International Standard Demand Guarantee Practice (ISDGP), the study identifies a functional convergence in international practice toward strictly limiting judicial intervention at the payment stage.

The study further shows that many disputes arise not from insufficient exception rules but from unclear contractual design blurring the boundary between the underlying contract and the guarantee. Accordingly, it concludes that the core of payment control lies not in expanding exceptions but in enhancing contractual clarity in guarantee drafting to secure stability at the payment stage.

| Keywords Independent Demand Guarantees, Distinction between Underlying and Guarantee Contracts, ISDGP, Objective Manifestness Standard, Contract-Centered Payment Control

* Professor, INHA University, trade@inha.ac.kr

「관세무역연구」 투고 안내

(사)한국관세무역개발원에서는 관세행정 및 무역 정책 수립·발전에 기여할 연구 활동을 장려하고 관세·무역 학술활동 진흥을 도모하고자 학술지 「관세무역연구(Korea Customs Review)」를 발간하고 있습니다.
이에 본 학술지에 게재할 논문을 모집하오니 많은 관심과 투고 바랍니다.

※ 본 학술지는 연구 장려를 위해 투고료와 심사료를 받지 않으며, 게재가 확정된 논문에 대해서는 소정의 연구지원금을 지급하고 있습니다.

1. 논문투고 방법

□ 발행 일정

구분	학술지 발행일	논문 투고 마감일
제1호 (3월)	3월 31일	2월 28일
제2호 (6월)	6월 30일	5월 31일
제3호 (9월)	9월 30일	8월 31일
제4호 (12월)	12월 31일	11월 30일

* 논문게재를 희망하는 연구자는 각 호별 논문 투고 마감일까지 투고해주시기 바랍니다.

□ 투고 자격

논문투고요령 제2조(투고자격) 각호 1에 해당하는 자

- 국내외 대학교 전·현직 교수
- 석사학위 이상 소지자
- 박사과정생(단, 석박사 통합과정생의 경우 수료 이상의 자)
- 전문자격 소지자(변호사, 공인회계사, 관세사, 세무사 등)
- 기타 편집위원회의 승인을 얻은 자

□ 논문 주제

- 관세행정 및 제도 관련 연구 분야(통관, 심사, 조사, 국제협력, 정보데이터 등)
- 무역 관련 이론·정책 등 연구 분야(무역실무, 무역이론, 국제경영 등)

□ 제출 자료

- ① 논문 원고 ② 논문투고 신청서 ③ 연구 윤리 확인서

□ 투고 방법

(사)한국관세무역개발원 홈페이지 통해 투고(www.kctdi.or.kr)

* 한국관세무역개발원 홈페이지 접속 후 관세무역연구 → 학술지 → 논문투고 탭에서 투고

□ 연구지원금

편 당 200만원(게재가 확정된 논문에 한함)

* 사사 표기 대상 논문의 경우 지원금의 50% 감액 지급

□ 문 의 처

한국관세무역개발원 연구2실(Tel 02-3416-5192/5195)

□ 일반 사항

- 국내외 학술논문집에 이미 게재하였거나 게재가 예정된 논문은 투고할 수 없다.
- 논문투고요령에 적합하지 않은 논문은 접수 대상에서 제외한다.
- 논문 원고는 한글 프로그램으로 작성하며, 원고 분량은 20매 내외를 원칙으로 한다.
- 원고의 표기는 한글을 원칙으로 하되, 편집위원회에서 인정하는 경우 예외적으로 외국어로 된 논문도 게재할 수 있다.
- 타기관에서 연구비 지원을 받은 논문, 공모전 수상작, 학위논문 및 학술대회 발표논문 등의 경우 논문 첫 페이지 하단에 관련 내용 및 사사를 표기하여야 한다.

2. 논문작성 방법

□ 논문 구성

논문 제목, 저자 성명, 목차, 국문 초록, 주제어, 본문, 각주, 참고문헌, 영문 초록, 영문 주제어 순으로 작성

□ 편집 규격

「관세무역연구」 논문 편집 샘플 활용

□ 인용·각주·표와 그림·참고문헌 작성 요령

항목	원칙 및 예시	
본문 내 인용 (제9조 제5항 및 제6항)	원칙	인용이나 참고한 문헌의 출처는 본문의 괄호 속에 저자명과 출판연도를 쉼표로 구분하여 표기한다. 영문 저자의 경우, 영문 표기를 원칙으로 하며 성(Last name)과 연도를 표기한다.
	예시	1) 기술의 발전이 국제무역의 방식을 바꾸고 있다(김민구, 2023). 2) 수입금지물품의 불법통관을 방지하는데 일조하고 있다(Kim, 2007). 3) 통상조약 관련 국내 보완대책 마련의 필요성이 제기되었다(이민하, 김소영, 2009). 4) 지식재산권 침해물품에 대한 신속한 단속이 가능하다(이근호 외, 2017). 5) 합리적 가격결정정책 수립의 중요성이 증가하고 있다(Stewart et al., 2007).
각주의 표기 (제9조 제7항)	원칙	각주는 본문에 표기하기 어려운 보충적인 설명이나 법령, 판례 등의 표기에 한하여 사용하는 것을 원칙으로 하며, 각주 번호는 1), 2), 3)를 사용한다.
	예시	1) 관세법 제226조 제1항 참조 2) 대법원 2017. 4. 7. 2015두49320 판결
표와 그림 (제9조 제8항)	원칙	표와 그림의 제목은 표와 그림의 위쪽에 넣고, <표 1>, <그림 1>의 방식으로 일련번호를 표기한다. 표와 그림의 출처는 표와 그림 아래 "자료: "라고 표기한다.
	예시	<표 1> 관세감면제도 유형 <그림 1> 특송물품 수입 개관

항목		원칙 및 예시	
참고문헌 (제10조)	단행본 (제10조 제2항)	원칙	단행본의 경우 저자명. (발행연도). 「단행본명」. 출판사명. 순으로 표기한다.
		예시	김준호. (2005). 「관세무역제도」. 무역 출판. Jason M, C. (2002). Customs Procedures. Trade Publishing.
	저널논문 (제10조 제3항)	원칙	저널 논문의 경우 저자명. (발행연도). 논문명. 저널명. 권(호), 페이지 순으로 표기한다.
		예시	박민우. (2007). FTA 지원제도 운영에 관한 연구. <i>관세무역연구</i> , 15(1), 12-13. Murphy C, W. (2003). A Study on the Interpretation of Incoterms 2010. <i>Trade Research Society</i> , 11(3), 24-25.
	학위논문 (제10조 제4항)	원칙	학위논문의 경우 저자명. (발행연도). 논문명. OO대학교 대학원 OO학위논문. 순으로 표기한다.
		예시	이진아. (2003). 수입물품 가격신고제도 분석. 관세무역대학교 대학원 박사학위논문.
	신문, 잡지 등 (제10조 제5항)	원칙	신문, 잡지 등의 경우 저자명. (발행일자). 제목. 신문, 잡지 등 매체명. 페이지. 순으로 표기한다.
		예시	KITA. (2020. 12). 2020년 수출입 평가 및 2021년 전망. <i>Trade Focus</i> , 71-73.
	인터넷 자료 (제10조 제6항)	원칙	인터넷 자료의 경우 "자료명". (게시일). 사이트 기관명. Available at (URL). 순으로 표기한다.
		예시	연합뉴스. (2024.2.12.). "군산항 특송화물 통관장 26일 정식 개장...국내 4번째". Available at (https://www.yna.co.kr/view/AKR20240208103700055?input=1195m)

「관세무역연구」 편집위원회

편집위원장	김상만	덕성여자대학교
편집위원	김경화	건국대학교
	장효은	한국관세무역개발원
	조미진	명지대학교
	김한성	아주대학교
	유정호	부경대학교
	최두원	충북대학교
	김민재	경기대학교
	김진규	조선대학교
	최준호	백석대학교
편집간사	박슬기	한국관세무역개발원

관세무역연구

제3권 제1호·통권 제9호(2026년 3월)

Korea Customs Review

Vol. 3, No. 1 March 2026

발 행 처 (사)한국관세무역개발원

발 행 인 백형민

편 집 인 김상만

발행주소 서울시 강서구 마곡중앙5로 22, 7층(마곡동)

등록번호 강서 바00055

강서 바00060

전 화 02 3416 5195

팩 스 02 3416 5025

홈페이지 www.kctdi.or.kr

I S S N 3022-7569(Print)

3022-831X(Online)

인 쇄 처 경성문화사

인 쇄 일 2026년 3월 30일

발 행 일 2026년 3월 31일

※ 본 책의 저작권은 (사)한국관세무역개발원에 있으며 사전 승인 없이 무단복제 및 배포를 금합니다.

Korea Customs Review

Vol. 3 No. 1 March 2026

ARTICLES

A Legal Study on AI-Based Customs Risk Screening and the Allocation of Responsibility
Ji-Min Sur

2026 U.S. Tariff Policy and Changes in Reciprocal Trade Policy
Dae-Won Kim

The Impact of AI Utilization on Logistics Performance and Supply Chain Sustainability
Young-Kyou HA · Chang-Joon Lee

Heterogeneous Effects of Low-Carbon Technology Product Trade on Methane Emission Reductions Across National Income Groups
Soo-Min Hong

A Comparative Analysis of International Competitiveness along the Battery Value Chain: Korea, China, and Japan in the U.S. Market
Yi-Lin Zhao

Reconceptualizing the Contract-Centered Structure of Payment Determination and the Manifest and Clear-Fraud Standard in Independent Guarantees
MIN GYU PARK