일반연구 2023-01

해양수산업 조기경보지수 개발
- 컨테이너 해운시장을 중심으로

Developing an Early Warning Index on Container Shipping Market

권장한 · 김주현 · 장정인 · 김찬호

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

일반연구 2023-01

해양수산업 조기경보지수 개발
- 컨테이너 해운시장을 중심으로

Developing an Early Warning Index on Container Shipping Market

권장한 · 김주현 · 장정인 · 김찬호

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	**권장한, 김주현, 장정인, 김찬호**
내부연구진	연구책임자 권장한 한국해양수산개발원 경제전략연구본부 전문연구원 공동연구원 김주현 한국해양수산개발원 경제전략연구본부 부연구위원 공동연구원 장정인 한국해양수산개발원 경제전략연구본부 연구위원 공동연구원 김찬호 한국해양수산개발원 항만연구본부 연구위원

연구기간	2023. 1. 1. ~ 2023. 10. 31.

보고서 집필내역

연구책임자	권장한 연구총괄, 제1장 제1절 일부, 제1장 제2절, 제1장 제3절 일부, 제3장 제1절, 제3장 제2절 일부, 제3절, 제4장, 제5장 제1절 일부
내부연구진	김주현 제2장 제5장 제2절 장정인 제1장 제1절 일부 김찬호 제5장 제1절 일부

산·학·연·정 연구자문위원	이석주 한국해양진흥공사 팀장 강인순 수산경제연구원 책임연구원 김권식 국제금융센터 연구위원 김종진 한국농촌경제연구원 연구위원 정영호 강원연구원 책임연구원 박성화 경상국립대학교 조교수 박춘원 한양대학교 부교수 최재원 순천향대학교 교수 김호택 해양수산부 사무관 소헌수 해양수산부 사무관

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

해운산업은 구조적 특성과 더불어 지정학적 리스크, 그리고 시장참여자의 투자행태 등 다양한 요인의 영향을 받음에 따라 위기 예측에 취약한 대표적인 분야로 인식되고 있다. 우리나라 해운산업의 반복적인 위기에도 불구하고 그간 위기 대응이 사후적이었다는 점은 선제적으로 위기를 예측하고, 대응책을 마련할 수 있는 체계적인 리스크 관리 방안이 부재하였던 것에 기인하는 것으로 판단된다.

이에 본 연구는 세계 컨테이너 운송시장에 대한 조기경보지수를 작성함으로써 컨테이너 해운시장의 장래 위험 요인을 조기에 탐지하여 위기 발생을 사전에 방지하고, 컨테이너 시장에 대한 종합적이고 포괄적인 위기관리 수단을 제공하는 것을 목적으로 수행되었다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위해 해운심리지수 측정과 조기경보지수 작성을 주요 연구방법론으로 활용하였다.

해운심리지수는 해운시장의 수요, 공급을 나타내는 주요 후보지표를 고찰하고, 비관측적 요인인 투자심리를 측정하는 방식으로 개발하였으며 구조형 벡터자기회귀(SVAR: Structural Vector AutoRegression)를 활용하여 투자심리가 컨테이너 운임에 미치는 영향을 분석하였다. 다음으로 조기경보지수는 컨테이너 시장의 시장구조가 반영된 압력지수(PI: Pressure Index)를 작성하여 컨테이너 시장의 위기기간을 식별하고, 예측력 향상을 위해 방법론적으로 비모수적(non-parametric) 방법인 신호접근법과 머신러닝 기법인 서포트 벡터 회귀를 적용하였다.

개발된 컨테이너 해운시장 조기경보지수의 적합도와 예측력을 검증한 결과, 서포트 벡터 회귀를 통해 개발된 조기경보지수의 적합도가 신호접근법보다 우수한 것으로 나타났다. 총 8개의 조기경보지수 중 서포트 벡터 회귀 모형을 적용한 12개월 예측시계 조기경보지수의 예측 성능이 가장 우수한 것으로 나타나 조기경보지수의 향후 활용가능성을 확인할 수 있었다.

이러한 연구결과를 토대로 조기경보지수 예측력 향상과 효율적인 시장 모니터링 체계 구축, 조기경보지수의 공표와 위기대응 매뉴얼 마련을 통한 업계와 이해관계자들에게 적시에 필요한 정보 제공, 조기경보시스템 구축 단계부터 산·학·연·정의 역할 구분 및 유기적인 상호협력체계 구축 등을 정책화 방안을 제시하였다.

마지막으로 이 연구의 책임을 맡은 경제전략연구본부 권장한 전문연구원과 김주현 부연구위원, 장정인 연구위원, 그리고 김찬호 연구위원 등 연구진의 노고에 감사를 표한다. 또한 이 연구가 완성되고 보고서가 출간되기까지 조언을 아끼지 않은 한국해양진흥공사 이석주 팀장, 강인순 수산경제연구원 책임연구원, 김권식 국제금융센터 연구위원, 한국농촌경제연구원 김종진 연구위원, 정영호 강연연구원 책임연구원, 박성화 경상국립대학교 조교수, 박춘원 한양대학교 부교수, 최재원 순천향대학교 교수, 김호택 해양수산부 사무관, 소헌수 해양수산부 사무관에게도 연구진을 대신하여 깊은 감사를 표한다.

2023년 12월
한국해양수산개발원
원장 김 종 덕

목차

정책제안 _ i

요약 _ iii

Executive Summary _ xi

01 서론 _1

제1절 연구 배경 및 목적 1
1. 연구 배경 및 목적 1

제2절 연구 내용 및 방법 7
1. 연구 내용 7
2. 연구 방법 9

제3절 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성 11
1. 선행연구 검토 11
2. 본연구의 차별성 21

02 조기경보시스템 구축 사례 _25

제1절 국내 조기경보시스템 25
1. 금융 부문 26
2. 원자재 부문 31
3. 해운시장 조기경보시스템 37

제2절 국외 조기경보시스템 41
1. 금융 부문 41
2. 해운 부문 47

제3절 소결 50

03 컨테이너 심리지수 작성 및 유용성 평가 _55

제1절 개요 55

제2절 컨테이너 심리지수 개발 58

1. 통계적 기법 58

2. 감성분석 62

3. 컨테이너 심리지수 개발 결과 65

제3절 심리지수의 유용성 평가 66

1. 데이터 및 분석 방법 66

2. 분석 결과 75

제4절 소결 81

04 컨테이너 운임시장 조기경보지수 개발 _83

제1절 조기경보지수 작성방법론 83

1. 신호접근법 83

2. 서포트 벡터 회귀 88

제2절 신호접근법을 통한 조기경보지수 개발 92

1. 컨테이너 운임 위기 식별 92

2. 조기경보지수 설명변수 수집 및 선별 95

제3절 서포트 벡터 회귀를 활용한 조기경보지수 개발 105

제4절 조기경보지수 적합도 검정 및 활용방안 111

1. 조기경보지수 적합도 검정 111

2. 조기경보지수 활용방안 113

제5절 소결 114

05 결론 및 활용 _117

제1절 결론 및 연구기여 117
1. 결론 117
2. 연구 기여 120

제2절 조기경보시스템 구축을 위한 향후 과제 124
1. 조기경보시스템 실행 매뉴얼 작성 사례 124
2. 컨테이너 해운시장 조기경보시스템 구축 방안 130

참고문헌 _139

부록 _147

표 목차

〈표 1-1〉 본 연구의 방법 및 수행절차 ····· 10
〈표 1-2〉 본 연구의 차별성 ····· 22
〈표 2-1〉 금융권역별 조기경보모형 구축 현황 ····· 31
〈표 2-2〉 조기경보 등급별 판단기준 ····· 31
〈표 2-3〉 WACS에 따른 대응 매뉴얼 ····· 34
〈표 2-4〉 위기단계 구분 및 주요 임무 ····· 39
〈표 2-5〉 조기경보시스템 운영구성 및 역할 ····· 40
〈표 2-6〉 Damocles 지수 구성 및 임계값 ····· 44
〈표 2-7〉 상해해운번영지수 구성변수 ····· 48
〈표 2-8〉 국내외 조기경보 시스템 운영 사례 비교 ····· 52
〈표 3-1〉 해운심리지수 구성변수(종합지수 방법) ····· 60
〈표 3-2〉 해운 전문언론사 ····· 63
〈표 3-3〉 데이터 설명 및 출처 ····· 67
〈표 3-4〉 단위근 검정 ····· 67
〈표 3-5〉 기초 통계량 ····· 68
〈표 3-6〉 운임 예측오차 분산분해(FEVD) ····· 79
〈표 4-1〉 혼돈 행렬 ····· 86
〈표 4-2〉 컨테이너 운송 압력지수 구성지표 ····· 93
〈표 4-3〉 공급 부문 설명변수 ····· 95
〈표 4-4〉 수요부문 설명변수 – 실물경제 ····· 96
〈표 4-5〉 수요 부문 설명변수 – 거시경제 부문 ····· 97
〈표 4-6〉 금융부문 설명변수 ····· 98
〈표 4-7〉 수요부문 설명변수 – 불확실성/지정학적 리스크/투자 심리 ····· 99
〈표 4-8〉 조기경보지수 공통 설명변수 ····· 102
〈표 4-9〉 서포트 벡터 회귀 변수 중요도(상위 10개) ····· 106
〈표 4-10〉 서포트 벡터 회귀 조기경보지수 설명변수 ····· 107
〈표 4-11〉 컨테이너 운송 시장 조기경보지수 적합도 검정 ····· 111
〈표 5-1〉 국제곡물 위기대응 실행매뉴얼 일반사항 규정 ····· 125
〈표 5-2〉 위기경보 단계별 조치사항 구성 항목(예시) ····· 130
〈표 5-3〉 부실예측 시스템 구축의 주요 내용(안) ····· 132
〈표 5-4〉 컨테이너 해운시장 조기경보지수 대외공표 방안 ····· 135

그림 목차

〈그림 1-1〉 해운시장 수요공급 구조 ····· 3
〈그림 1-2〉 해운업 주요 사건과 정부의 정책 대응 ····· 5
〈그림 1-3〉 조기경보지수 개발의 기본 가정 ····· 17
〈그림 2-1〉 한국의 국가 조기경보시스템 구조 ····· 26
〈그림 2-2〉 국제금융센터 조직도 ····· 28
〈그림 2-3〉 금융위원회 EWS 분석 단계 ····· 29
〈그림 2-4〉 석유부문 조기경보 지수 추이 예시 ····· 32
〈그림 2-5〉 국제곡물 조기경보 단계 판단 절차 ····· 36
〈그림 2-6〉 IMF 조기경보시스템 운영체계 ····· 43
〈그림 2-7〉 CITI의 국가별 조기경보지수 ····· 47
〈그림 2-8〉 조기경보시스템 발전 단계 ····· 51
〈그림 3-1〉 컨테이너 심리지수 개발 ····· 57
〈그림 3-2〉 심리지수와 CCFI ····· 65
〈그림 3-3〉 운임의 충격반응함수 ····· 76
〈그림 3-4〉 심리의 충격반응함수 ····· 78
〈그림 3-5〉 운임 변동분에 대한 역사적 요인분해 ····· 80
〈그림 4-1〉 신호접근법 과정 ····· 83
〈그림 4-2〉 압력지수를 통한 위기 식별의 예 ····· 85
〈그림 4-3〉 조기경보지수 개발 과정 ····· 91
〈그림 4-4〉 컨테이너 운송압력지수와 위기 기간 ····· 94
〈그림 4-5〉 신호접근법 조기경보지수 – 3개월 및 6개월 예측시계 ····· 103
〈그림 4-6〉 신호접근법 조기경보지수 – 9개월 및 12개월 예측시계 ····· 104
〈그림 4-7〉 서포트 벡터 회귀 조기경보지수 – 3개월 및 6개월 예측시계 ····· 109
〈그림 4-8〉 서포트 벡터 회귀 조기경보지수 – 9개월 및 12개월 예측시계 ····· 110
〈그림 5-1〉 국제곡물 분야 위기관리 종합체계도 ····· 127
〈그림 5-2〉 국제곡물 분야 위기경보 발령 절차 ····· 128
〈그림 5-3〉 한국해양진흥공사 통합 해운정보 DB 구성 ····· 133
〈그림 5-4〉 컨테이너 해운시장 심리지수 대외공표 예시 ····· 135
〈그림 5-5〉 컨테이너 해운시장 조기경보시스템 협력체계 ····· 136
〈그림 5-6〉 컨테이너 해운시장 조기경보시스템 개발 로드맵 ····· 137

약어 목록

- AIC(아케이케 정보기준): Akaike Information Criterion
- ADF: Augmented Dickyer-Fuller
- AUC(수신자 특성곡선의 아래면적): Area Under the receiver operator Characteristic)
- BDI(발틱운임지수): Baltic Dry Index
- CBR(신조선 가격 대비 용선료): Charter-to-newBuiding Ratio
- CCFI(중국 컨테이너 운임지수): China Containerized Freight Index
- CSPI(컨테이너 운송 압력지수): Container Shipping Pressure Index
- EER(실효환율): Effective Exchange Rate
- EIU: The Economist Intelligence Unit
- EWG(조기경보그룹): Early Warning Group
- EWI(조기경보지수): Early Warning Index
- FEVD(예측오차분산분해): Forecast Error Variance Decomposition
- FSB(금융안정위원회): Financial Stability Board
- GPR: Geopolitical Risk
- HD(역사적 요인분해): Historical Decompostion
- IMF(국제통화기금): International Monetary Fund
- IRF(충격반응함수): Impulse Response Function
- LIBOR: London Inter-Bank Offered Rate
- MC(소요 자본): Money Commited
- MSE(오차제곱평균): Mean Squared Error
- MSPE(평균제곱 예측오차): Mean Squared Prediction Error
- NC(순계약): Net Contracting
- NCFI(닝보수출컨테이너운임지수): Ningbo Containerized Freight Index)
- NESI(닝보항운경기지수): Ningbo Shipping Economic Index

- NSR(잡음-신호비율): Nosie-to-Signal Ratio
- PCA(주성분분석): Principal Component Analysis
- PE(선박 수익률): Price-to-Earning
- PI(압력지수): Pressure Index
- SD(표준편차): Standard Deviation
- SVAR(구조형 벡터자기회귀): Structural Vector AutoRegression
- SVM(서포트 벡터 머신): Support Vector Machine
- SVR(서포트 벡터 회귀): Support Vector Regression
- VMA(벡터이동평균): Vector Moving-Average
- VIX(시카고 옵션 거래소 변동성 지수): CBOE Volatility Index
- WUI: World Uncertainty Index

정책제안

▌분석 내용 및 방법

1. (심리지수 개발) 정형 데이터인 시장 자료와 비정형 데이터인 뉴스를 활용하여 비관측적 요인인 심리를 측정함으로써 컨테이너 운송시장 위기에 대한 예측력을 향상

- 시장 자료를 활용한 심리지수는 컨테이너 시장별 시장 기대, 가치평가, 유동성의 다섯 가지 변수를 생성한 후, 변수의 주성분을 산출
- 뉴스 심리는 6개 해운 전문언론사 13,279건의 기사에 Henry's Financial Dictionary를 적용
- 심리지수는 시장 자료와 뉴스 심리를 종합하여 개발

2. (조기경보지수 개발) 컨테이너 운임시장 위기를 식별하기 위해 압력지수를 시산하고, 신호접근법과 서포트 벡터 회귀 모형을 적용하여 조기경보지수를 개발

- 압력지수는 세계 상품교역과 운임을 종합하여 작성
- 조기경보지수는 공급 부문 5개, 수요부문 35개, 금융 부문 2개, 불확실성/리스크 부문 16개, 총 58개의 설명변수를 구성한 다음, 각 설명변수의 예측력 평가 결과를 바탕으로 변수를 종합
- 종합적이고 포괄적인 시장 감시 체계 구축을 위해 3개월, 6개월, 9개월, 그리고 12개월 예측시계와 신호접근법 및 서포트 벡터 회귀를 적용

▌정책제안

1. (시스템 개발) 조기경보지수 개선 및 다각적 모니터링 체계 구축

- 해운시장의 수요, 공급, 금융 부문과 비관측적 요인인 심리가 반영된 조기경보지수를 개발함으로써 시장참여자의 시장에 대한 기대와 전망 등 복합적 요인이 고려된 해운시장 전반의 위기상황을 분석
- 컨테이너 해운시장 부문의 조기경보시스템 구축과 운영에는 개발부터 운영단계까지 많은 자원이 소요되며 지속적인 모니터링과 협의회 소집 및 평가 등 꾸준한 관리가 필요

2. (운영) 조기경보지수 공표방안 마련

- 조기경보지수의 공표와 위기경보 발령 방안 마련을 통해 업계와 이해관계자들이 적시에 필요한 정보를 제공받고 조기경보시스템의 활용성을 높이는 것이 필요

- 조기경보지수가 지닌 정보의 민감성을 고려하여 정부부처, 유관 공공기관의 내부관리 목적으로 활용하되, 컨테이너 해운시장 심리지수는 해운시장에 참여하는 이해관계자들이 시의적절한 정보를 얻을 수 있도록 웹사이트를 통해 대외공표하는 방안을 고려해 볼 수 있음

3. (조직) 유관기관 협력체계 구축

- 컨테이너 해운시장의 조기경보를 위한 위기예측과 평가에는 다양한 데이터의 수집 및 활용과 함께 조기경보지수의 판단과 평가를 위한 전문가의 의견수렴이 중요
- 조기경보시스템 구축 단계부터 산·학·연·정의 역할을 명확히 하고 유기적인 상호협력이 가능하도록 협력체계의 구축과 운영이 필요

요 약

해양수산업 조기경보지수 개발
- 컨테이너 해운시장을 중심으로

권장한 · 김주현 · 장정인 · 김찬호

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

- 해운산업은 구조적 특성과 더불어 지정학적 리스크, 그리고 시장참여자의 투자행태 등 다양한 요인의 영향을 받음에 따라 위기 예측에 취약한 분야로 인식
- 해운산업의 반복적인 위기에도 위기 대응이 사후적이었다는 점은 선제적으로 위기를 예측하고, 대응책을 마련할 수 있는 체계적인 리스크 관리 방안이 부재하였기 때문
  - 우리나라 해운산업은 1978년 제2차 석유 위기, 1997년 아시아 외환위기, 2008년 글로벌 금융위기, 2011년 유럽 재정위기, 2016년 한진해운 파산에 따른 해운산업 위기 등 반복적인 위기를 경험

2) 국정과제 연계성

- **정부는 글로벌 공급망 위기에 대한 선제적 대응을 목표로 산업경쟁력과 공급망을 강화하는 신산업통상전략을 국정과제로 제시**
  - 산업공급망 강화를 강조하면서 공급망 위기의 상시화에 대한 대응을 위해 '산업공급망 위기경보시스템 및 종합지원체계' 구축이 주요 내용
- **또한 대내외 리스크 관리 강화와 거시경제 안정을 목표로 선제적인 대외리스크 점검·관리를 강조**
- **본 연구는 세계 컨테이너 운송 시장 조기경보지수를 개발함으로써 글로벌 공급망 붕괴에 따른 위기를 감지하고, 선제적인 대응방안을 마련하여, 우리나라 해운산업의 경쟁력을 제고하는 데 기여**

3) 연구의 목적

- **본 연구는 세계 컨테이너 운송시장에 대한 조기경보지수를 작성함으로써 컨테이너 해운시장의 장래 위험 요인을 조기에 탐지하여 위기 발생을 사전에 방지하고, 컨테이너 시장에 대한 종합적이고 포괄적인 위기관리 수단을 제공하는 것을 목적으로 함**
  - 해운시장의 수요, 공급을 나타내는 주요 후보지표를 고찰하고, 비관측적 요인인 투자심리를 측정한 심리지수를 작성하여 조기경보지수의 현실 설명력을 제고
  - 방법론적으로는 대표적인 조기경보지수 작성방법인 신호접근법과 머신러닝기법인 서포트 벡터 회귀(SVR: Support Vector Regression)를 적용

2. 연구의 방법

1) 학술적 방법

- **(심리지수) 통계적 기법과 뉴스 데이터를 활용하여 해운심리지수를 측정**
  - 통계적 기법은 Papapostolou et al.(2014)의 방법을 따랐으며, 텍스트 마이닝은 Bai, Lam, & Jakher(2021)의 방법을 확장하여 심리지수를 개발
  - 구조형 벡터자기회귀(SVAR: Structural Vector AutoRegression)를 활용하여 투자심리가 컨테이너 운임에 미치는 영향을 분석
- **(조기경보지수) 컨테이너 운송 시장의 모니터링 체계 구축을 위해 신호접근법과 서포트 벡터 회귀 모형을 활용**
  - 컨테이너 시장의 시장구조가 반영된 압력지수(PI: Pressure Index)를 작성하여 컨테이너 시장의 위기기간을 식별
  - 수요, 공급, 금융 등 주요 컨테이너 시장 위기에 예측력을 지닐 것으로 판단되는 설명변수를 수집하였고 각 변수의 예측력을 검정 결과를 토대로 설명변수를 선별
  - 예측력 향상을 위해 방법론적으로 비모수적(non-parametric) 방법인 신호접근법과 머신러닝 기법인 서포트 벡터 회귀를 적용

2) 정책화 방법

- **(시스템 개발) 컨테이너 운송시장의 다각적 모니터링 체계 구축을 위한 지속적인 모니터링과 협의회 소집 및 평가 필요성 강조**
- **(운영) 조기경보지수 단계별 위기대응 매뉴얼 작성 및 공표방안에 대한 사례조사 및 문헌조사**

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- **문헌조사 및 사례연구를 바탕으로 국내외 조기경보시스템의 구축 사례를 검토함으로써 본 연구의 핵심 연구 대상인 컨테이너 시장의 조기경보지수 개발에 대한 적용 가능성을 모색**
  - 부문별 사례는 조기경보시스템이 금융위기에 대한 선제적 대응으로 도입되었다는 측면에서 금융, 원자재, 그리고 연구 대상인 해운 부문을 중심으로 분석
  - 사례 분석 결과, 위기 발생 시점의 예측을 목적으로 주로 신호접근모형, 프로빗·로짓모형 등이 많이 활용되었으나 2008년 글로벌 금융위기를 기점으로 위기 예측력에 대한 전통적 모형의 한계가 확인되면서 각국의 중앙은행은 취약성 지수를 개발
  - 또한 거시경제 충격에 대한 시장의 안정성을 파악하고 사전에 대응하기 위한 목적에서 미래지향적 스트레스 테스트 분석 기반의 산업위험 관리가 수행되고 있음을 확인함
  - 조기경보 결과의 대외공표 및 활용과 관련해서는 기존의 조기경보시스템은 대외공표보다는 기관 내부적으로 위험관리 대상의 모니터링을 위한 정책집행 단계에서 주로 활용된다는 특징을 발견
  - 조기경보시스템 사례분석 결과를 바탕으로 향후 조기경보시스템 구축 과정에서는 정형 및 비정형 데이터의 활용, 모수 및 비모수 접근법 등 다모형 접근법의 활용과 함께 조기경보 결과의 대외공표 및 의사결정 절차에 관한 세밀한 설계가 수반되어야 한다는 정책적 함의를 도출
- **종합지수 방법과 뉴스 감성 분석 방법을 종합하여 컨테이너 해운시장의 심리를 측정**

- 종합지수 방법을 통한 심리 지수는 Papapostolou et al.(2014)의 방법을 적용하여 컨테이너 시장별 시장 기대, 가치평가, 유동성의 다섯 가지 변수를 생성한 후, 변수의 주성분을 추출하여 개발
- 뉴스 감성분석은 6개 해운 전문언론사 13,279건의 기사에 Henry's Financial Dictionary를 적용하여 뉴스 심리지수를 개발
- 종합지수 방법과 감성분석을 통해 개발된 두 지수의 주성분으로 컨테이너 운송 시장 심리지수를 개발
- 컨테이너 운임 변동성에 심리가 미치는 영향을 분석하기 위해 SVAR모형의 분석 방법인 충격반응함수 분석, 예측오차 분산분해, 역사적 요인분해를 수행
- 분석 결과, 투자심리 충격은 통계적으로 유의한 운임 상승을 유발하며, 운임 변동성에 대한 설명력을 지닌 것을 확인함

▪ **종합적이고 포괄적인 컨테이너 운송 시장의 모니터링 체계를 구축하기 위해 신호접근법과 서포트 벡터 회귀 모형을 활용하여 조기경보지수를 개발**

- 컨테이너 운송시장의 위기는 세계 교역과 컨테이너 운임을 종합한 컨테이너 운송시장 압력지수의 움직임을 바탕으로 글로벌 금융위기(2008M11~2009M8)와 선복 과잉(2015M3~2016M1) 기간, 2023년 상반기(2023M2~2023M4), 총 3회의 위기를 식별
- 조기경보지수는 3개월, 6개월, 9개월, 그리고 12개월 예측시계를 기준으로 개발되었으며, 지수 설명변수는 공급 부문 5개, 수요부문 35개, 금융부문 2개, 불확실성/리스크 부문 16개, 총 58개의 설명변수를 구성한 다음, 각 설명변수의 예측력 평가 결과를 바탕으로 변수를 종합하여 개발
- 각 모형 및 예측시계별 조기경보지수 적합도 검정은 정확도, 민감도, 특이도, 제1종 오류, 제2종 오류, 그리고 AUC를 기준으로 이루어짐

- 검정 결과, 서포트 벡터 회귀를 통해 개발된 조기경보지수의 적합도가 신호접근법보다 우수한 것으로 나타났으며, 총 8개의 조기경보지수 중 서포트 벡터 회귀 모형을 적용한 12개월 예측시계 조기경보지수의 예측 성능이 가장 우수한 것으로 나타남

2) 정책화 방안

- **조기경보지수 예측력 향상과 효율적인 시장 모니터링 체계 구축**

- 해운시장의 수요, 공급, 금융 부문과 비관측적 요인인 심리가 반영된 조기경보지수를 개발함으로써 시장참여자의 시장에 대한 기대와 전망 등 복합적 요인이 고려된 해운시장 전반의 위기상황을 분석
- 컨테이너 해운시장 부문의 조기경보시스템 구축과 운영에는 개발부터 운영단계까지 많은 자원이 소요되며 지속적인 모니터링과 협의회 소집 및 평가 등 꾸준한 관리가 필요

- **조기경보지수의 공표와 위기대응 매뉴얼 마련을 통해 업계와 이해관계자들에게 적시에 필요한 정보를 제공**

- 조기경보지수가 지닌 정보의 민감성을 고려하여 정부부처, 유관 공공기관의 내부관리 목적으로 활용하되, 컨테이너 해운시장 심리지수는 해운시장에 참여하는 이해관계자들이 시의적절한 정보를 얻을 수 있도록 웹사이트를 통해 대외공표하는 방안을 고려해볼 수 있음

- **조기경보시스템 구축 단계부터 산·학·연·정의 역할을 명확히 하고 유기적인 상호협력이 가능하도록 협력체계의 구축 및 운영**

- 컨테이너 해운시장의 조기경보를 위한 위기예측과 평가에는 다양한 데이터의 수집 및 활용과 함께 조기경보지수의 판단과 평가를 위한 전문가의 의견수렴

4. 기대효과(예상성과)

1) 학술적 기대효과

- 컨테이너 운송시장의 심리를 측정하고, 위기를 조기에 감지할 수 있는 실효성이 담보된 시장 모니터링 체계를 마련
- 방대한 문헌 검토와 사례조사를 바탕으로 비모수적 방법, 모수적 방법, 빅데이터 분석, 머신러닝 기법 등 다양한 방법론을 적용하여 시장 모니터링 체계를 구축

2) 사회·경제적 기대효과

- 컨테이너 운송 시장의 심리를 파악함으로써 선박 투자에 대한 증거기반 의사결정을 지원
  - 선주 및 트레이더는 심리지수를 통해 시장의 심리가 낙관적이거나 비관적일 때 수익을 늘리고 손실을 줄이는 전략을 구사할 수 있음
  - 정부는 심리지수를 통해 시장의 추세를 이해함으로써 시장에 대한 적절한 조치를 신속하게 수행할 수 있음
- 다양한 예측시계와 방법론을 적용한 조기경보지수를 개발함으로써 정부의 시장 모니터링 능력을 강화하고 선제적인 시장 안정조치를 시행
  - 선제적인 조치는 아직 일어나지 않은 결과에 대한 조치라는 불확실성을 내포하기 때문에 시장 참여자에게 혼란을 유발할 수 있으므로 정부의 결정이 과학적 근거를 바탕으로 이루어졌다는 시장의 공감대 형성이 필수적
  - 본 연구의 조기경보지수는 종합적이고 포괄적인 방법으로 개발되었으므로 낮은 예측력으로 비판받는 기존의 조기경보지수 개발 방법을 보완

EXECUTIVE SUMMARY

Developing an Early Warning Index on Container Shipping Market

Janghan Kwon · Ju-Hyeoun Kim · Jeong-In Chang · Chan-Ho Kim

1. Background and Purpose

1) Background

- It is well known that a crisis prediction for the shipping industry is challenging due to its structural characteristics, geopolitical risks, and various factors affecting the behavior of market participants.
- The Korean government's response to repeated crises in the shipping industry in an ex-post fashion underscores the importance of a risk management system that can proactively predict and prepare for crisis response measures.
  - The Korean shipping industry has experienced recurring crises, such as the second oil crisis in 1978, the 1997 Asian financial crisis, the 2008 global financial crisis, the 2011 European fiscal crisis, and Hanjin Shipping's bankruptcy in 2016.

2) Relevance to National Projects

- The government has presented a new industrial trade strategy aimed at strengthening industrial competitiveness and supply chains as a national agenda with the goal of proactively responding to global supply chain crises.
  - By establishing an 'Industrial Supply Chain Crisis Warning System and Comprehensive Support System', it emphasizes the enhancement of supply chain resiliency.
- Additionally, it highlights proactive monitoring and management of external risks as part of efforts to strengthen domestic and international risk management and macroeconomic stability.
- This research aims to develop an early warning index for the world's container shipping market to detect crises induced by the collapse of global supply chains. By doing so, it contributes to enhancing the competitiveness of Korean shipping industry.

3) Purpose

- The purpose of this study is to comprehensive and inclusive crisis management tools, allowing for the early detection of future risk factors in the container shipping market, thereby preventing crises in advance.

- To enhance the predictive power of an early warning index, we consider variables related to finance and sentiment sectors as well as supply and demand sectors.
- We also create a sentiment index that reflects investor sentiment, a non-observable factor, in the container market.
- Methodologically, the study applies the signal approach, a representative method for constructing early warning indexes, and machine learning techniques such as Support Vector Regression (SVR).

2. Methodology

1) Academic methodology

- (Sentiment Index) Measurement of shipping sentiment index using statistical methods and news data.
  - Statistical methods followed the approach of Papapostolou et al. (2014), while text mining expanded on the method of Bai, Lam, and Jakher (2021) to develop the sentiment index.
  - Utilized Structural Vector AutoRegression (SVAR) to analyze the impact of investment sentiment on container freight.
- (Early Warning Index) Utilization of signal approach and Support Vector Regression models to establish a monitoring system for the container shipping market.
  - Developed a Pressure Index (PI) reflecting the market structure of the container market to identify crisis periods.

- Explanatory variables, that are known for predictive power for the shipping market crises, in demand, supply, finance, etc. are collected to develop an early warning index..
- Applied non-parametric methodologies like the signal approach and machine learning techniques such as Support Vector Regression to improve the reliability of the index.

2) Policy-making methods

- (System Development) Emphasized the necessity for continuous monitoring, convening councils, and evaluations for the establishment of a multifaceted monitoring system for the container shipping market.
- (Operations) Preparation of crisis response manuals for each stage of the Early Warning Index and case studies along with literature reviews for the disclosure of guidelines.

3. Result

1) Summary

- This study explores the applicability of developing an Early Warning Index for the container market based on the case study on operational cases of diverse early warning systems developed by other institutions.

- Given that early warning systems were introduced a preemptive response to financial crises, we analyze sector-specific cases focusing on finance, raw materials, and the shipping sector
- Case analysis revealed that models like signal approach models and probit-logit models are commonly used primarily for predicting crisis onset. However, doubts were raised regarding their predictive power following the 2008 global financial crisis, prompting central banks worldwide to develop indexes to overcome the limitations of existing models by applying a multi-model approach.
- We also find that industry risk management is actively conducted through forward-looking stress tests to understand the stability of the economies in response to macroeconomic shocks.
- Regarding the public disclosure and utilization of early warning results, the results from early warning system are mainly used in the policy implementation stage to monitor risk management targets internally rather than publicly.
- Based on the results of the case analysis of the early warning system, we draw policy implications that the process of building an early warning system should be accompanied by the utilization of structured and unstructured data, a multi-model approach, and detailed design for public disclosure of early warning results and decision-making procedures.

▪ Measures the sentiment of the container shipping market by combining the composite index method and news sentiment analysis method.

- We apply the approach suggested by Papapostolou et al. (2014) to develop the composite sentiment index. The index is created by adopting the principal components analysis to five variables that reflect market expectations, valuation, and liquidity in the container shipping market.
- News sentiment analysis applied Henry's Financial Dictionary to 13,279 articles from six shipping media outlets to develop a news sentiment index.
- Developed a container shipping market sentiment index with the principal components of two indexes developed through the composite index method and sentiment analysis.
- To analyze the impact of sentiment on container freight rate volatility, we performed SVAR model analysis methods: impulse response function analysis, forecast error variance decomposition, and historical decomposition.
- The results suggest that investor sentiment induces statistically significant increase in freight rates.

▪ Developing early warning indicators using signaling approaches and support vector regression models to establish a comprehensive and inclusive container shipping market monitoring system.

- Identify three crises in the container shipping market based on the movement of the Container Shipping Market Pressure Index, which aggregates global trade and container freight rates, including the global financial crisis (2008M11 to 2009M8), the period of overcapacity (2015M3 to 2016M1), and the first half of 2023 (2023M2 to 2023M4).

- The early warning index is developed based on a 3-month, 6-month, 9-month, and 12-month forecast horizon, and the index explanatory variables consist of 58 explanatory variables, including 5 supply sectors, 35 demand sectors, 2 financial sectors, and 16 uncertainty/risk sectors, and then the variables are synthesized based on the results of the predictive power test of each explanatory variable.
- The goodness-of-fit test of developed indexes is performed by comparing accuracy, sensitivity, specificity, Type 1 error, Type 2 error, and AUC.
- Results show that the fit of the early warning index developed through support vector regression is better than that through the signal approach and the 12-month forecast horizon index developed through the support vector regression shows the best performance among the early warning indexes.

2) Policy recommendations

- **Enhancing the predictive power of the Early Warning Index and establishing an efficient market monitoring system.**
- Analyze the crisis of the shipping market as a whole, which takes into account comprehensive factors such as demand, supply, financial sector and non-observational factors such as sentiment by developing an early warning index that reflects market participants' expectations and outlook on the market.
- By developing an Early Warning Index that reflects the demand, supply, finance sectors, and the non-observable factor of sentiment

in the shipping market, the overall crisis situation in the shipping market, considering various factors such as market participants' expectations and prospects, is analyzed.

- An early warning system in the container shipping market requires a lot of resources from the development to the operation stage and requires constant monitoring, council convening, and evaluation.

▪ Provide timely information to the industry and stakeholders through the publication of early warning systems and crisis response manuals.

- Considering the sensitivity of the information in the early warning index, it should be utilized for internal management purposes of government departments and related public institutions, but the container shipping market sentiment index should be publicly disclosed through the website so that the shipping market participants can obtain timely information.

▪ Establishment and operation of a cooperation system that clarifies the roles of industry, academia, government, and government from the early warning system construction stage and enables mutual cooperation.

- The collection and utilization of various data and the collection of expert opinions for judgment of early warning indexes.

4. Expected Outcomes

1) Academic effects

- By measuring the sentiment and developing an early warning index of the container shipping market, we provide an effective early warning system.
- Establish a market monitoring system by applying various methodologies such as non-parametric methods, parametric methods, big data analysis, and machine learning techniques based on extensive literature review and case studies.

2) Social and economic effects

- Support market participants' evidence-based decision-making by measuring investor sentiment.
  - Shipowners and traders can utilize the information from the sentiment index to strategize to increase profits and reduce losses when market sentiment is optimistic or pessimistic
  - Governments can understand market trends through the sentiment index to take appropriate action against the market.
- Developing early warning systems using various forecast horizons and methodologies to enhance the government's ability to monitor markets and implement proactive market stabilization measures.

- The government's reaction based on the early warning index inherently contains uncertainty as an outcome has not yet occurred. Thus, the government's decision may confuse market participants. A Market consensus that the government's decision is based on scientific reasoning is crucial to stakeholders to follow the policy.
- The early warning index in this study is developed through a comprehensive and inclusive method, thus complementing existing early warning index development methods that are criticized for their low predictive power.

01
서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 목적

1) 연구 배경

해양수산업은 해양이라는 공간을 바탕으로 1차 산업(농림수산업), 2차 산업(광업제조업), 3차 산업(서비스업)이 혼합된 형태를 지닌다는 점에서 전통적인 산업분류와 차별된다.[1] 우리나라 해양수산업 규모는 우리나라 GDP의 약 2.5%를 차지하며, 세부 산업별로는 조선업(21.6%), 해운업(8.9%), 항만업(7.9%)의 비중이 전체 해양수산업 중 38.4%에 달하는 것으로 나타났다.[2] 동 산업은 높은 대외 의존도로 인하여 대내외 불확실성에 노출되어 있으며, 높은 변동성으로 인하여 예측이 어렵고, 위기 관리에 취약한 모습을 보여왔다. 해양수산업 중 특히 해운업은 우리나라의 중요한 기간 산업이자 주요 외화 가득원임에도 불구하고 수급요인 외에 지정학적

1) 권장한 외(2021), p. 36.
2) 2019년 기준

규제 및 시장참여자의 투자행태 등 다양한 요인의 영향을 받기 때문에 위기 예측이 어려운 분야로 알려져 있다.[3]

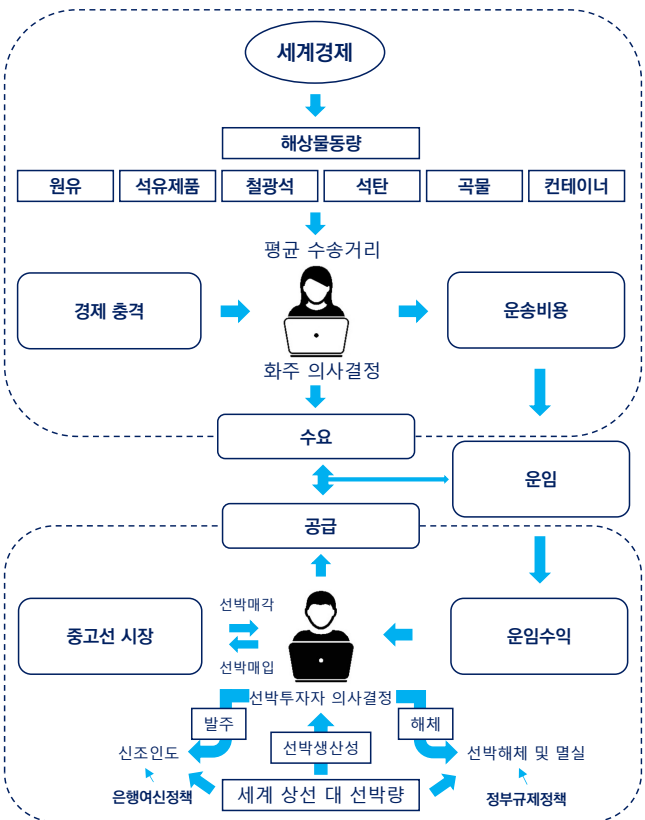
해운산업은 타 산업과 차별되는 독특한 특성을 지닌다. 해운시장의 수요는 해상운송이 필요한 세계 경제의 다양한 산업활동에 따라 수요가 결정되는 파생적 수요(derived demand)이며, 해운업은 글로벌 시장을 무대로 서비스를 제공하므로 초국가적(hyperglobal)인 성격을 지닌다. 해운업의 수요는 실물 경기에 민감하게 반응하고 세계 각국의 규제와 정책압력 등과 같은 지정학적(geopolitical) 요인에도 영향을 받는다.[4] 한편, 해운시장의 공급은 선박 건조에 소요되는 시간과 자본으로 인해 비탄력적이라는 특성이 있다. 해운업 영업수단은 주요 자산인 선박을 운용한 해상운송 서비스의 제공이므로 선박 시황과도 밀접한 관련이 있으며, 서비스업 특성으로 인해 재화의 보관이 불가능하다.[5] 이러한 해운시장의 독특한 수요·공급 구조로 인해 해운시장에서는 수급불균형이 자주 목격되고, 수급불균형으로 인해 반복적인 호·불황과 높은 운임 변동성이 나타난다.[6]

해운선사는 막대한 자본이 소요되는 선박 건조·구입을 위해 금융회사, 정부 등으로부터 자금을 조달하며, 화주로부터 운임을 수취하여 선박 자금을 상환한다. 따라서 운임과 선박 매매에 따라 현금흐름이 크게 좌우된다. 이 모든 과정의 대부분은 달러화로 결제가 이루어지므로 환율과 금리, 즉 외환시장과 금융시장의 영향에도 크게 노출되어 있다.[7] 선박매매 시기에 따른 선사의 투자행태 또한 해운산업의 독특한 특성 중 하나이다. Greenwood & Hanson(2015)에 의하면, 선사는 시장이 호황일 때 적극적으로 선박투자를 늘리는 경향이 있지만 선박의 미래 수익률은 오히려 감

3) 윤정노·김가현·류동근(2018), p. 57.
4) 윤정노·김가현·류동근(2018), p. 57.
5) Alexandridis et al.(2018), p. 164.
6) 윤정노·김가현·류동근(2018), p. 57.
7) 윤정노·김가현·류동근(2018), p. 58.

소한다고 하였다. 이는 시장이 호황일 때, 선사는 호황이 지속될 것이라는 낙관적인 전망을 유지하여 적극적으로 투자를 늘리지만 호황기에 발주한 선박의 인도가 이루어지면서 선박의 미래 수익률은 오히려 감소함을 의미한다. 실제로 우리나라 해운선사가 유럽 선사에 비해 높은 부채비율을 지닌 이유는 호황기에 경기 선행적인 투자를 무리하게 진행했기 때문으로 평가되고 있다.[8)]

〈그림 1-1〉 해운시장 수요공급 구조



자료: 권장한 외(2021), p. 38의 〈그림 2-10〉을 바탕으로 저자 작성

8) Shin, Lee, & Lee(2019), p. 151.

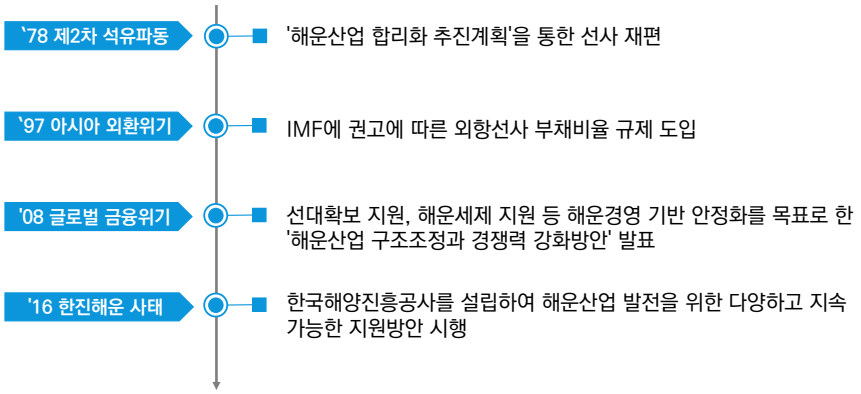
우리나라 해운산업은 1978년 제2차 석유 위기, 1997년 아시아 외환위기, 2008년 글로벌 금융위기, 2011년 유럽 재정위기 등 반복적인 위기를 경험하였다.[9)]

제2차 석유 위기로 인한 해운업 불황이 장기화되면서 정부는 '해운산업 합리화 추진계획'을 통해 선사 재편에 착수하였다. 아시아 금융위기로 인한 환율 상승은 당시 우리나라 해운기업의 부채비율을 크게 증가시켰으며, 정부는 IMF 권고에 따라 외항선사의 부채비율 규제를 도입하였다. 글로벌 금융위기로 많은 해운기업이 도산하였으며, 신용위험에 노출되는 사례도 증가하였다. 이에 따라 정부는 선대 확보 지원, 해운세제 지원 등 우리나라 해운경영 기반을 안정화를 목적으로 하는 '해운산업 구조조정과 경쟁력 강화방안'을 확정·발표하였다. 글로벌 금융위기가 유발한 해운시장의 장기불황은 2011 유럽 재정위기와 더불어 해운시장을 더욱 악화시켰다. 우리나라 해운기업은 터미널, 전용선 사업부 등 주요 인프라의 매각을 통해 유동성을 확보하여 위기에 대응하였으나 결국 경영난을 이기지 못해 한진해운이 파산을 하는 등 해운산업은 큰 위기를 맞이하였다. 이에 따라 정부는 2016년 해운산업과 조선산업을 취약 업종으로 분류하는 조치를 취하게 된다.[10)]

해운산업 위기에 대한 정부의 대응이 과거에는 구제금융을 전제로 한 단기 지원방안과 직접 규제에 집중되어 있다면, 최근에는 해운기업의 안정적인 선박도입과 유동성 확보를 지원하여 해운산업 경쟁력을 강화하는 방안으로 변화하는 추세이다. 정부는 2018년 해양진흥공사를 설립하여 선사 투자지원, 보증지원, 정책지원 등 해운산업 발전을 위해 다양하고 지속가능한 지원방안을 시행하고 있다.[11)]

9) 박성화 외(2021), pp. 93-96.
10) 박성화·김태일·권장한(2017), p. 824.
11) 박성화 외(2021), pp. 93-96.

〈그림 1-2〉 해운업 주요 사건과 정부의 정책 대응



자료: 저자 작성

해운업의 반복적인 위기에도 그에 대한 대응이 사후적이었던 이유는 선제적으로 해운산업의 위기를 예측하고 대응책을 마련할 수 있는 체계적인 리스크 관리 방안이 부재하였기 때문으로 평가된다.[12] 우리는 지난 경험을 통해 해운업의 위기가 막대한 사회적 손실을 발생시키는 것을 경험한 바 있다. 위기 대응을 위한 정부의 공적자금투입이라는 직접적인 재정비용 외에도 가계소득 급감, 실업률 증가로 인한 소비위축은 위기가 한 산업을 넘어 국가 전체로 전이될 수 있음을 보여준다. 해운산업의 대규모 자본과 국가 경제에서의 중요도를 고려한다면, 시장에 대한 적극적인 모니터링을 통해 위기를 예측하여 선제적인 대응방안을 마련하는 체계적인 시스템 구축이 시급하다고 할 수 있다.

조기경보시스템은 가능한 모든 정보를 이용하여 경제적 취약성을 탐지하는 포괄적이고 종합적인 모니터링 체계이다.[13] 위기란 구체적인 촉발 사건(trigger event)으로 인하여 경제에 내재되어 있던 위험요인 또는 취약성(vulnerability)이 발현되는 상황을 의미한다.[14] 그런데 금융위기를 중심

12) Choi, Kim, & Han(2018), p. 1007.
13) 이항용(2015), p. 15.

으로 구축된 과거의 사례에서 알 수 있듯이 촉발 사건을 식별하는 것은 불가능에 가까우므로 조기경보시스템의 목적은 경제 내의 위험요인을 조기에 식별하는 것이다. 즉, 조기경보시스템은 어떤 예상치 못한 사건이 시장 및 국가에 어느 정도의 취약성을 유발할 수 있는지 감시하는 장치이다. 조기경보시스템은 경제시스템의 위험요인을 사전적 식별을 통해 정책당국이 시장에 대한 꾸준한 감시와 체계적 관리를 수행함으로써 위기 발생 이전에 시장을 환기하고 적절한 대응책을 마련할 수 있다는 장점이 있다.[15]

우리나라는 1997년 외환위기 이후, 위기 재발방지를 목적으로 국가 조기경보시스템을 구축하기로 결정하였다. 우리나라 조기경보시스템은 외환시장, 국내 금융시장, 국내 금융기관, 석유부문, 원자재부문, 노동시장, 부동산시장, 총 7개 부문으로 구성되어 있으며 부문 간 위기의 전이를 함께 모니터링할 수 있도록 종합적으로 설계되었다.[16]

최근 COVID-19 팬데믹은 공급망 재편, 기술패권 경쟁, 노동·환경기준 강화 등 글로벌 경제질서의 대전환을 유발하였다. COVID-19 팬데믹은 비대면 수요 급증과 필수 산업의 자국 회귀(reshoring)를 유발했으며, 기후리스크 대응을 위한 디지털·그린 경제로의 전환 등은 경제질서 대전환의 주요 이슈로 자리 잡았다. 이러한 흐름에 발맞추어 정부는 특정국 의존도가 높은 품목에 대한 위험요인 점검과 조기경보시스템 자동화 및 고도화를 추진하고 있다.[17]

정부는 글로벌 공급망 위기에 대한 선제적 대응을 목표로 산업경쟁력과 공급망을 강화하는 신산업통상전략을 국정과제로 제시하였다. 특히 산업공급망 강화를 강조하면서 공급망 위기의 상시화에 대한 대응을 위해 '산업공급망 위기경보시스템 및 종합지원체계' 구축을 주요 내용으로 제시한

14) 이항용(2015), p. 10.
15) 권장한 외(2021), p. 61.
16) 이항용(2015), p. 15.
17) 관계부처합동 보도자료(2022.1.25.)(검색일: 2023.3.15.)

바 있으며, 대내외 리스크 관리 강화와 거시경제 안정을 목표로 선제적인 대외리스크 점검·관리에 힘을 쓰고 있다. 본 연구는 세계 컨테이너 운송 시장 조기경보지수를 개발함으로써 글로벌 공급망 붕괴에 따른 운임 변동의 위기를 감지하고 선제적인 대응방안을 마련하여, 우리나라 해운기업의 경쟁력을 제고할 수 있을 것으로 기대한다.

2) 연구 목적

본 연구는 세계 컨테이너 운송 시장에 대한 조기경보지수를 작성함으로써 컨테이너 해운시장의 장래 위험 요인을 조기에 탐지하여 위기 발생을 사전에 방지하고, 컨테이너 시장에 대한 종합적이고 포괄적인 위기관리 수단을 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 해운시장의 수요, 공급을 나타내는 주요 후보지표를 고찰하고, 비관측적 요인인 투자심리를 측정한 심리지수를 작성하여 조기경보지수의 현실 설명력을 제고한다. 방법론적으로는 대표적인 조기경보지수 작성방법인 신호접근법과 머신러닝기법인 서포트 벡터 회귀(SVR: Support Vector Regression)를 사용하여 예측력이 담보된 조기경보지수를 개발한다.

제2절 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

본 연구는 연구 목적 달성을 위해 총 다섯 개의 장으로 구성되었다. 컨테이너 시장의 조기경보지수 개발을 위해 선행연구 고찰을 통해 심리지수 및 조기경보지수 작성에 대한 연구 흐름과 컨테이너 시장에 대한 적용 가능성을

모색하였다. 조기경보시스템에 대한 이론적 배경과 운영 현황을 분석하여 해운분야의 효과적인 시장관리·감독 시스템 운영 방안을 도출하였다. 통계적 기법과 텍스트 마이닝의 감성분석을 활용한 심리지수를 작성하여 비관측적 요인이 컨테이너 시장의 성과에 미치는 영향을 분석하였고, 작성된 지수를 조기경보지수 개발에 활용하여 조기경보지수의 현실 설명력을 높이고자 하였다. 조기경보지수 개발을 위해 컨테이너 시장의 위기를 식별하였으며, 전통적인 신호접근법과 머신러닝기법인 서포트 벡터 회귀를 적용하여 조기경보지수의 예측력을 향상하고자 하였다. 마지막으로, 분석 결과를 바탕으로 조기경보시스템 실행 매뉴얼 작성과 해운시장 조기경보시스템 구축에 대한 제언을 하였다.

제1장 서론에서는 연구 배경과 목적, 연구 내용 및 방법을 서술하였다. 특히 심리지수 및 조기경보지수 관련 선행연구를 고찰하고, 본 연구의 차별성을 제시하였다. 선행연구 검토 결과, 심리지수는 주식, 부동산 등 자산가격(asset pricing)을 중심으로 작성되었고, 해운 운임시장의 심리를 측정한 연구도 제한적으로나마 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 심리지수 작성 방법은 통계적 기법이 주를 이루었으나, 최근 데이터 과학의 발전으로 텍스트 기반의 심리지수 작성도 활발하게 이루어지는 것으로 나타났다. 조기경보지수는 금융시장, 특히 외환시장을 중심으로 연구가 이루어졌으며, 종합적인 모니터링 시스템을 강화하기 위한 방안에 대한 논의가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 조기경보시스템 개발 방법론으로는 대부분 신호접근법을 활용하였으나, 최근에는 머신러닝기법을 접목한 조기경보지수 개발에 관한 연구도 진행되고 있는 것으로 나타났다.

제2장에서는 국내 및 국외 주요 조기경보시스템 구축사례를 살펴보았다. 외환시장, 국내 금융시장, 원자재 부문 등 우리나라 주요 조기경보시스템과 해외 사례를 분석함으로써 컨테이너 시장 조기경보지수 개발을 위한 기초적인 논의를 수행하였다.

제3장은 해운심리지수를 개발하고 심리지수의 유용성을 평가하였다. 해운시장 심리를 작성한 주요 연구의 방법론을 바탕으로 심리지수를 작성하였으며, 통계적 기법을 활용하여 심리지수의 유용성을 평가하였다.

제4장은 컨테이너 시장에 대한 조기경보지수를 개발하였다. 해운시장의 수요, 공급, 금융 부문과 제3장에서 개발된 심리를 지수 개발에 포함하여 비관측적 요인이 반영된 조기경보지수를 작성하였다. 해운시장 심리를 반영한 조기경보지수 개발과 방법론적으로 다모형접근법을 채택하여 조기경보지수의 현실 설명력과 예측력을 확보하고자 하였다.

제5장 결론에서는 연구 결과를 요약하고, 본 연구의 한계점과 조기경보지수 고도화를 위한 향후 과제를 제시하였다. 또한 연구 결과를 바탕으로 컨테이너 운송시장 조기경보시스템 실행 매뉴얼 작성과 조기경보시스템 운영 방안을 논의하였다.

2. 연구 방법

제1장은 연구개요를 설명하는 장으로 컨테이너 시장 조기경보지수를 개발하기 위한 해운시장의 구조적 특징과 고려 방안을 소개하였다. 선행연구 검토를 통해 심리지수 및 조기경보지수 분석 사례를 검토하였다.

제2장은 문헌조사를 통해 조기경보시스템 도입배경과 구조를 분석하였으며, 부문별 조기경보시스템의 특징을 살펴보았다. 국내 및 국외 조기경보시스템 구축 사례를 검토하여 컨테이너 시장 조기경보지수 작성에 적용 가능성을 모색하였다.

〈표 1-1〉 본 연구의 방법 및 수행절차

구분	주요 내용	분석방법
제1장	**서론** • 연구 배경 및 목적 • 연구 내용과 방법 • 선행연구 검토 및 본 연구 차별성	1. 선행연구 고찰
제2장	**조기경보시스템 구축사례** • 국내 조기경보시스템 사례 • 국외 조기경보시스템 사례	1. 문헌연구 2. 정성적 분석 3. 사례분석
제3장	**컨테이너 심리지수 작성 및 유용성 평가** • 심리지수 작성 방법론 • 컨테이너 심리지수 작성 • 유용성 평가	1. 통계적 지수작성법 2. 텍스트 마이닝 3. 구조형 VAR (충격반응 분석, 역사적 요인분해)
제4장	**컨테이너 운송시장 조기경보지수 개발** • 컨테이너 시장 위기 식별 • 주제별 후보지표 선별 • 후보지표 예측력 검정 및 선행지표 선별 • 조기경보지수 개발 • 조기경보지수 예측력 검정	1. 통계분석 2. 혼돈행렬 3. 신호접근법 4. 서포트 벡터 회귀
제5장	**결론 및 향후과제** • 연구의 요약 및 결론 • 조기경보시스템 실행 매뉴얼 작성 • 해운시장 조기경보시스템 구축 방안	1. 사례분석 2. 연구진/전문가 의견 수렴

자료: 저자 작성

제3장은 통계적 기법과 뉴스 데이터를 활용하여 해운심리지수를 측정하였다. 통계적 기법은 Papapostolou et al.(2014)의 방법을 따랐으며, 텍스트 마이닝은 Bai, Lam, & Jakher(2021)의 방법을 확장하여 심리지수를 작성하였다. 작성된 지수의 유용성을 평가하기 위해 구조형 벡터자기회귀(SVAR: Structural Vector AutoRegression)를 활용하여 투자심리가 컨테이너 운임에 미치는 영향을 분석하였다.

제4장은 컨테이너 해운시장 조기경보지수를 개발하였다. 컨테이너 시장의 시장구조가 반영된 압력지수(PI: Pressure Index)를 작성하여 컨테이너

시장의 위기기간을 식별하였다. 수요, 공급, 금융 등 주요 컨테이너 시장 위기에 예측력을 지닐 것으로 판단되는 설명변수를 수집하였고, 각 변수의 예측력을 검정 결과를 토대로 설명변수를 선별하였다. 설명변수 구성에 심리지수를 포함시켜 조기경보지수의 현실 설명력을 제고하고자 하였으며, 선행지표를 종합하여 조기경보지수를 개발하였다. 방법론적으로 비모수적(non-parametric) 방법인 신호접근법과 머신러닝 기법인 서포트 벡터 회귀를 사용하여 조기경보지수의 예측력을 높이고자 하였다.

제5장에서는 이해관계자의 의견 수렴을 바탕으로 컨테이너 조기경보지수의 실효성을 제고하는 방안을 제시하고, 조기경보시스템 실행 매뉴얼 작성과 구축 방안을 논의하였다.

제3절 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성

1. 선행연구 검토

1) 심리지수 연구사례

해운산업의 특성으로 인하여 해상운임의 변동요인을 분석한 다수의 연구는 해운시장의 근본적인 수요·공급 요인만으로는 운임의 높은 변동성을 설명하기 어렵다고 지적한다.[18] 해상운임이 높은 변동성을 지니는 이유는 해운산업의 독특한 수요·공급 구조 외에도 다양한 지정학적 요인, 금융 환경 등에 영향을 받기 때문이다. 시장참여자의 의사결정은 운임 변동성을 이해하는 데 중요하다 할 수 있는데, 의사결정은 관측 가능한 시장 정보 외에도

18) Bai, Lam, & Jakher(2021), p. 1.

시장참여자의 시장에 대한 기대 및 전망 등 복합적인 요인에 의해 결정되므로 투자심리를 측정하여 심리가 운임 변동성에 미치는 영향을 분석하는 것은 학술적으로나 실무적으로 중요한 연구 주제라 할 수 있다.

투자심리가 자산가격 변동성을 이해하는 데 중요한 요인으로 인식됨에 따라 경제학과 재무학을 비롯한 다양한 분야에서 심리를 측정하고 자산가격과의 상관관계를 분석한 연구가 진행되었다. 투자심리는 시장 참여자의 기대, 국내외 사건에 대한 인식, 투자행태 등 다양한 요인이 복합적으로 혼합되어 있기 때문에 직접적인 관측이 어렵다. 따라서 심리를 측정한 연구는 실증적 대리변수(empirical proxy)를 사용하여 심리와 자산 가격의 상관관계를 분석하였다.[19]

많은 연구는 투자심리를 대표하는 변수의 부재로 인해 심리를 효과적으로 설명할 수 있는 대용변수를 찾고자 노력하였다. Lee Shleifer, & Thaler (1991)와 Swaminathan(1996)은 폐쇄형 펀드 할인 변동이 개인의 투자심리 변화에 따라 영향을 받는다는 것을 발견하였다. Neal & Wheatley (1998)는 대형주와 소형주의 수익률 차이인 규모 프리미엄을 예측하는 데 투자심리 대용변수 중 폐쇄형 펀드 할인 및 순상환이 적합함을 확인하였다. 또한 Brown & Cliff(2004)는 주식시장 전망에 대한 설문조사 결과를 바탕으로 강세장(bull market)과 약세장(bear market)을 예상한 응답 간 비율 차이를 투자심리의 대용 변수로 활용하였다.

투자심리의 복합적 요소를 활용한 다변량 접근이 단변량보다 높은 유용성을 지닌 것이 밝혀지면서 다양한 연구는 다변량을 바탕으로 투자심리를 측정하였다.[20] Brown & Cliff(2004)는 투자자 심리와 단기 주식시장 수익률 간의 상관관계를 연구하였다. 투자 심리를 측정하기 위해 거래량, 거래 종류, 파생상품, 기타 조건에 부합하는 투자 심리의 대리변수를 수집

19) Papapostolou et al.(2016), p. 82.
20) Brown & Cliff(2004), p. 14.

하고 칼만 필터(Kalman filter)와 주성분 분석(PCA: Principal Component Analysis)을 통해 투자 심리지수를 개발하였다. 칼만 필터를 이용한 심리지수와 대형 회사와 소형 회사의 수익률로 구성된 VAR 모형을 이용하여 시장심리가 미래의 단기 주가수익률에 대해 낮은 예측력을 보임을 발견하였으며, 주성분 분석을 이용하여 구성한 심리지수를 이용하였을 때도 유사한 결과가 도출되었다.

Baker & Wugler(2006)는 투자자의 심리가 주식 수익률에 미치는 영향을 분석하였다. 투자 심리를 6개의 대리변수의 공통 요인으로 작성하였으며, 변수별 선도-지연(lead-lag) 관계를 고려하여 시차별 대리변수 구성을 달리하였다. 이와 더불어 대리변수가 지니는 경기변동적 요인을 제거하기 위해 각 변수를 산업생산지수, 소비자 내구재, 비내구재 및 서비스 성장률, NBER 경기 침체에 회귀하여 얻은 잔차를 직교화된 대리변수(orthogonazlied proxy)로 정의하였다. 직교화된 변수에 PCA를 적용하여 투자심리지수를 작성하였다. 투자심리지수의 예측력 평가를 위해 회귀분석을 적용하였으며, 투자심리와 소형주, 신생기업 주식, 고변동 주식 등의 수익률은 음의 상관관계를 지닌 것을 발견하였다.

Stambaugh, Yu, & Yuan(2012)은 주식수익률의 이례적인 상승 및 하락 현상에 대한 투자심리의 역할을 확인하기 위해 Baker & Wugler(2006)의 심리지수를 사용하였다. 11개 이례 현상으로 구성된 각 포트폴리오별 초과수익률과 투자심리지수의 회귀분석을 통해 투자심리와 수익률이 정의 상관관계임을 밝혔다. 시장심리와 관련된 자산가격 과대평가가 이례 현상에 반영될 수 있다는 점에서 이러한 결과는 높은 시장심리가 강한 이례 현상을 유발할 수 있음을 나타낸다.

Papapostolou et al.(2014)은 Baker & Wugler(2006)의 심리지수 방법론을 기초로 건화물선 해운시장의 시장기대, 가치평가, 유동성을 반영하는 종합심리지수를 구성하였다. 시황에 대한 투자 심리가 중고선 구매 및

판매와 신조선 수주에 영향을 미친다는 점에 근거하여 다섯 가지 대리변수를 선정하였으며, 대리변수의 공통요인으로 심리지수를 작성하였다. 심리지수는 건화물선 시장의 케이프사이즈, 파나막스, 핸디막스, 핸디사이즈 총 4개 부문을 대상으로 작성되었다. 건화물선 전체를 대상으로 한 심리지수는 건화물선 4개 부문의 심리지수의 공통요인으로 작성하였다. 이와 더불어, 건화물선 심리지수와 부문별 심리지수를 회귀한 잔차를 부문 고유 심리지수(sector-specific sentiment index)로 정의하였으며, 부문 고유 심리지수가 부문별 총심리지수에 비해 세부 시장의 심리를 더 정확하게 포착할 수 있다고 주장하였다. 회귀분석 결과, 시장심리지수는 미래 선박 가격 수익률(vessel price returns)과 음의 상관관계 있음을 발견하였다.

Papapostolou et al.(2016)은 Papapostolou et al.(2014)의 심리지수 구성 방법을 개선하여 해운 심리지수의 국제 주식시장 수익률에 대한 예측력을 평가하였다. 컨테이너선, 건화물선, 탱커선 시장 및 각 부문에 대한 투자자 심리지수를 작성하였으며, 해운시장의 심리가 세계 주식수익률감소에 유의한 예측력이 있음을 밝혔다. 또한 탱커선 시장의 심리지수는 타부문 시장에 비해 높은 수준의 예측력을 가지고 있음을 보여주었다.

데이터 과학이 발전하면서 시장심리를 측정하는 방법으로 뉴스 빅데이터를 바탕으로 한 텍스트 마이닝기법이 적용되고 있다. 동 기법을 활용한 연구는 여론을 공공의 관심사로 전환시켜 의사 결정에 영향에 미치는 여론 감독(public opinion supervision) 기능을 전제로 한다.[21] 유사한 사건에 대해 언론인이 공통적으로 사용하는 어휘가 존재하고, 유관기관의 전문가 의견, 정책 논의 등 다양한 정보원을 기초로 여론을 형성하므로 기사에 포함된 특정 단어의 반복적 사용은 관심 사건에 대한 감성을 측정하는 수단이 될 수 있다고 가정한다.[22]

21) 박성화·권장한·김태일(2018), p. 282.
22) 박성화·권장한·김태일(2018), p. 282.

Soo(2018)는 미국 34개 지역 신문의 주택시장 뉴스 데이터를 바탕으로 텍스트 마이닝을 시도하였다. 텍스트의 긍정어 및 부정어의 빈출도를 측정하기 위해 사전기반 방법론(dictionary-based methodology)을 활용하여 각 지역의 미디어 주택시장 심리지수(housing media sentiment indexes)를 구성하였다. 심리가 주택가격에 선행함을 발견하였으며, 회귀분석을 통해 심리지수가 주택가격변화에 유의한 예측력을 지님을 보였다.

Bai, Lam, & Jakher(2021)는 해운 언론사의 뉴스 아카이브를 분석하여 건화물선 시장의 심리지수를 작성하였다. 심리지수 충격이 발생했을 때 운임시장의 반응을 확인하기 위해 VAR 모델을 이용한 충격반응 분석을 실시하였고, 운임에 대한 심리지수의 예측력을 분석하기 위해 Lasso 회귀분석을 적용하였다. 또한 운임과 심리지수 간 비대칭적 관계를 확인하기 위해 코퓰러 모델(copula model)을 사용하였다. 실증분석 결과, 텍스트 마이닝을 이용한 심리지수는 운임에 대해 통계적으로 유의한 예측력을 지녔고, 이는 특히 케이프사이즈 선박 시장에서 두드러졌다. 또한 심리지수 충격이 발생했을 때 운임지수의 반응은 상대적으로 일시적이며, 충격의 영향은 선종별로 다르다는 것을 확인하였다.

박성화·김태일·권장한(2018)은 우리나라 해운산업의 신용위험을 측정하기 위해 뉴스 빅데이터 기반 텍스트 마이닝을 수행하였다. 해운기업 신용평가의 6C를 포함하는 종합일간지 및 경제지 12개사의 신문기사 빈도를 바탕으로 해운뉴스지수를 작성하였다.[23] 저자는 해운뉴스지수가 경기역행적 성격을 가지며 해운산업 위기에 선행함을 발견하였다. 또한 뉴스지수는 해운업 경기실사지수와 유의한 상관관계를 보이며, 예측 회귀분석 결과 뉴스지수는 해운화물수입에 대해 통계적으로 유의한 예측력을 가지는 것으로 나타났다.

23) 자본구조(Capital), 경영능력(Character/Capacity), 기업구조(Company), 시장조건(Conditions), 담보능력(Collateral)

최건우·윤희성·김동원(2019)은 감성분석을 이용하여 컨테이너 운임시장을 예측하였다. 해운 전문언론사인 Lloyd's list의 자료에 대해 Bing, NRC, Afinn의 감성사전을 적용하여 감성분석을 수행하였다. 분석 결과, 긍정과 부정의 감성 변화는 컨테이너 운임과 유사한 움직임을 보이는 것으로 나타났다.

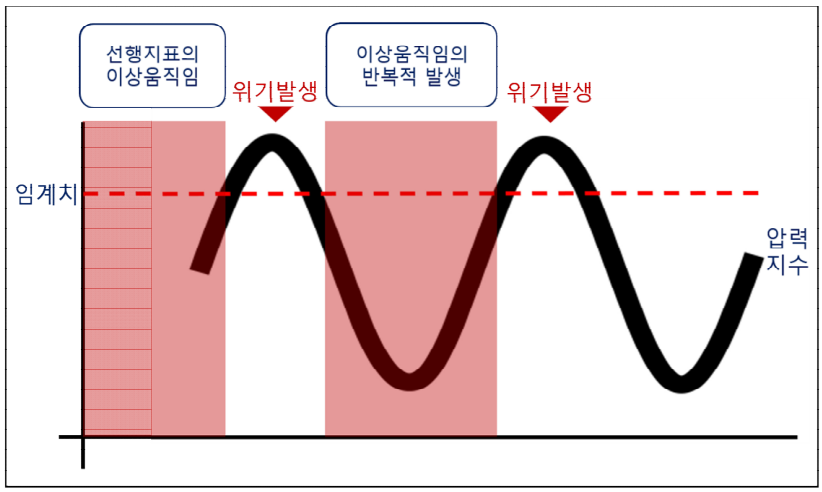
2) 조기경보지수 연구사례

조기경보지수는 산업 또는 시장의 위기를 식별하고 관리하는 데 사용하는 모니터링 수단이다. 조기경보지수는 위기의 원인이 될 수 있는 주요 요인을 발굴하여 미래의 위기를 사전에 예방하고, 시장참여자에게 감독기준을 따르게 함으로써 위기를 억제하여 위기로 인한 사회적 비용을 최소화하기 위해 고안되었다.[24] 일반적으로, 조기경보시스템은 조기경보지수의 개발 및 운용과 시장의 관리·감독 등 전반적인 시장모니터링 시스템을 통칭하고 조기경보지수는 위기를 감지하기 수단을 의미한다.

조기경보지수는 경제 지표가 위기 발생 전에 평소와 다른 움직임을 나타내고, 이러한 움직임은 다음 위기 전에도 관측할 수 있다는 가정 아래 작성된다. 즉 분석 대상의 위기를 식별하고 이 위기에 예측력을 지닌 선행지표를 선별하여, 선행지표를 종합하는 방법으로 조기경보지수는 작성된다.[25]

24) Oet et al.(2013), p. 4526.
25) Park, Kwon, & Kim(2022), pp. 2-3.

〈그림 1-3〉 조기경보지수 개발의 기본 가정



자료: 권장한 외(2021), p. 57의 〈그림 3-3〉을 바탕으로 저자 작성

1990년대 신흥국을 중심으로 금융위기의 빈번한 발생을 계기로 금융위기를 감지하고 대응하기 위한 조기경보시스템에 대한 관심이 고조되었다. 1994년 멕시코 위기는 조기경보시스템 구축 시도에 불을 지폈으며, 1997년 아시아 외환위기는 이러한 시도를 더욱 촉진시키는 계기가 되었다. 2008년 글로벌 금융위기는 진원지가 미국이었음에도 신흥국을 포함한 다른 국가들로 위기가 전이되었으므로 국가 간 또는 부문 간 전이에 초점을 맞춘 조기경보지수 개발에 관한 연구를 진행하는 계기가 되었다.[26] 조기경보시스템의 필요성을 인식하게 된 주요 사건이 금융위기에서 비롯되었기 때문에 초기의 조기경보지수 개발 연구는 외환 및 금융시장에 집중되어 있다.[27]

조기경보지수는 과거의 위기경험을 바탕으로 미래의 위기를 예측한다. 그러나 위기는 드물게 발생하기 때문에 위기 경험이 제한적이고, 각 위기별 발생 원인과 특성이 다르기 때문에 위기를 예측하는 것은 쉽지 않은 일

26) 이항용(2015), p. 14.
27) Kamisky & Reinhart(1999), Lee & Lee(2014), Oet et al.(2013)

이다.[28] 예를 들어 2008 글로벌 금융위기와 2020 COVID-19 팬데믹은 해운산업에 큰 타격을 주었다는 점은 동일하지만, 글로벌 금융위기는 금융시스템 붕괴가 주요 원인이었고, COVID-19 팬데믹은 자연재해와 유사한 성격의 전염병이 원인이었기 때문에 경제시스템의 물리적 타격은 적었다는 점에서 차이가 존재한다.[29] 또한 조기경보시스템을 운영하는 주요 기관은 조기경보시스템의 예측 결과가 사회에 초래할 혼란을 고려하여 결과를 일반에 공개하지 않는다는 점도 조기경보시스템의 성과를 평가하기 어려운 이유 중 하나이다.[30]

각국 정부 및 주요 기관은 조기경보시스템의 필요성을 인식하고 조기경보지수의 한계를 극복하기 위한 다양한 노력을 기울이고 있다. 조기경보지수는 가용한 모든 정보를 활용하여 시장을 모니터링하고 취약성을 평가하기 때문에 단일 변수에 대한 의존도가 상대적으로 낮고, 다양한 변수를 조합하여 지수를 작성하므로 포괄적이며 종합적인 모니터링 수단을 제공한다는 장점이 있다.[31] 또한 조기경보시스템이 지닌 한계를 극복하기 위해 단일 모형에 의존하는 것이 아닌 다모형 접근을 적용하고, 정량적 분석 외에 정성적 모니터링을 강화하는 등 다양한 노력이 이루어지고 있다. 조기경보시스템의 유용성은 널리 인정받고 있으며, 금융·외환시장 외에도 세계 곡물시장, 부동산 시장 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.[32]

조기경보지수 작성 방법은 모수적(parametric), 비모수적(non-parametric) 방법, 정성적 모니터링 등 다양한 방법론이 적용되었고, 최근에는 머신러닝 기법을 적용하는 시도가 이루어지고 있다.[33] 조기경보지수 개발에 다양한

28) Park, Kwon, & Kim(2022), p. 3.
29) Notteboom, Pallis, & Rodrigue(2021), p. 207.
30) 이항용(2015), p. 17.
31) Glostein, Kaminsky, & Reinhart(2000), p. 4.
32) 부동산 시장 연구사례로 Fangquan et al.(2006), Park & Ryu(2021), Suh, Kim, & Jeon(2011) 등이 있다.
33) Park, Kwon, & Kim(2022), p. 2.

방법론이 사용되는 이유는 과거 사건을 바탕으로 미래를 예측하는 조기경보지수의 특성상 경제의 구조적 변화를 반영하는 데 어려움이 있고, 위기에 대한 제한적인 경험과 위기 발생 원인의 상이성 등으로 인해 선제적 위기 감지가 어렵기 때문이다. 따라서 조기경보지수를 개발한 다수의 연구는 위기 식별 기준, 다모형 접근 적용 등을 통해 기존의 조기경보모형을 개선에 초점을 맞추고 있다.

신호접근법(signal approach)은 조기경보지수 작성에 적용되는 대표적인 모형이다. 신호접근법은 위기에 대한 예측력을 지닌 경제지표, 즉 선행지표가 위기 발생 이전에 비정상적인 움직임으로 보이며, 이와 같은 패턴은 미래 위기 발생 전에 관찰 가능하다고 가정한다. 위기에 대한 신호는 선행지표의 비모수적 분포를 기초로 하여 조기경보지수를 작성한 다음 조기경보지수가 특정 임계치를 상회한 경우, 위기에 대한 신호가 발생하였다고 판단한다.[34] 비모수적 방법인 신호접근법은 경제지표의 분포에 대해 완화된 가정을 적용하고, 변수의 구성과 접근 측면에서 모수적 방법에 비해 자유롭다는 장점이 있다. 그러나 근본적으로 변수 간 상관관계를 고려하지 못하고, 변수를 종합하여 하나의 지수를 산출하므로 본질적으로 단변량 예측과 크게 다르지 않다는 점은 한계로 지적된다.[35]

이러한 신호접근법의 한계를 보완하는 방법으로 모수적 방법이 있다. 대표적인 모수적 방법으로는 이항종속변수(binary dependent model)인 로짓(logit)모형이 있다. 로짓모형은 독립변수 간 상호작용을 통해 미래 위기를 예측하는 방법으로 비모수적 방법에 비해 높은 예측력을 지닌 것으로 알려져 있으나 경제 구조 변화 등에 대한 대응이 떨어진다는 점이 한계로 지적된다.[36]

34) 윤정노·김가현·류동근(2018), p. 60.
35) Boonman et al.(2019), p. 817.
36) Dawood, Horsewood, & Strobel(2017), p. 21.

신호접근법은 변수 구성의 확장과 통계적 가정에서 비교적 자유롭다는 장점이 있으나 변수 간 상관관계를 고려한 분석이 어렵고, 모수적 방법은 변수 간 상호작용이 반영된 위기 예측이 가능하여 신호접근법에 비해 높은 예측력을 지니지만 모형의 확장과 경제 구조 변화에 대응력이 떨어진다는 한계가 있다. 따라서 선행 연구는 모수적 방법과 비모수적 방법을 상호보완적으로 활용하여 조기경보지수 개발에 적합한 방법론 탐색과 지수 예측력 향상에 초점을 두고 있다. 박원암(2001)은 신호접근법과 프로빗모형을 활용하여 우리나라 외환위기에 대한 조기경보모형을 구축하였다. 분석 결과, 우리나라 외환시장에는 신호접근법의 예측력이 양호하게 나타났으며, 신호접근법 모형의 유지·발전을 위해 노력해야 한다고 강조하였다. Boonman et al.(2019)은 신호접근법과 로짓모형을 활용하여 통화 위기 조기경보시스템을 구축하였으며, 모형 간 예측력을 비교한 결과 로짓모형이 신호접근법보다 높은 예측력을 지니고 있음을 발견하였다.

해운업을 대상으로 조기경보지수를 작성한 연구는 연구 목적 및 범위에 따라 위기기간 식별 방법, 조기경보지수 작성 방법론에 차이를 보인다. 우리나라 해운기업에 대한 조기경보시스템을 작성한 Park, Kwon, & Kim(2022)은 해운업 압력지수를 물동량과 해상운임 및 해운기업 수입으로 구성하여 지수가 일정 수준 이하로 하락한 경우를 위기로 식별했으며, Choi, Kim, & Han(2018)은 우리나라 해운기업의 부도확률을 기준으로 위기를 식별하였다. 윤정노·김가현·류동근(2018)은 건화물 해운시장의 위기를 건화물 해운시장 운임이 일정 수준 이하로 하락하는 경우를 가정했으며, 발틱운임지수(BDI: Baltic Dry Index)와 전년동월대비 BDI 증감률을 가중평균한 값이 통계적으로 90% 수준을 벗어나는 경우를 위기 기간으로 식별하였다. Chen et al.(2015)은 상해 기반 해운산업의 시장상황과 경영상황을 지수화하여 상해해운번영지수를 작성하였으며, 지수의 변동폭에 따라 경보체제를 빨간색(과열), 노란색(주의), 초록색(정상), 파란색(저조), 남색(침체) 등 5단계로 구분하였다.

해운업 조기경보지수를 개발한 연구는 주로 신호접근법을 사용하였으나 Park, Kwon, & Kim(2022)은 신호접근법과 로짓모형을 상호보완적으로 적용하였다. 해운업 위기에 예측력을 지닌 것으로 알려진 수요, 공급, 금융 등의 분야에서 후보지표를 구성하고, 각 후보지표의 예측력을 검정하여 선행지표를 구성하였다. 신호접근법과 로짓모형 모두에서 인도량(total delivery)과 시카고 옵션 거래소 변동성 지수(VIX:CBOE Volatility Index)가 우리나라 해운기업의 위기에 높은 예측력을 지닌 것으로 나타나 해운시장의 공급과 세계경제 불확실성이 해운 위기에 대해 뛰어난 예측력을 지닌 것을 확인할 수 있었다. 모형 간 예측력을 비교한 결과, 로짓모형이 신호접근법에 비해 높은 예측력을 지닌 것으로 나타났으나, 저자는 예측 성과를 바탕으로 단일 모형에 의존하는 것보다 신호접근법과 로짓모형을 상호보완적으로 사용할 것을 주장하였다. 또한 저자는 조기경보지수를 통한 위기 감지는 정부의 사전적 접근 방식이기 때문에 높은 불확실성을 지니고, 따라서 가용한 모든 방법을 모두 활용한 신중한 접근이 필요하므로 정량적 분석 외에도 정성적 모니터링의 역할도 강조하였다.

2. 본연구의 차별성

본 연구는 해운업의 초국가적 성격을 고려하여 세계 컨테이너 시장을 대상으로 조기경보지수를 작성하였다. 운임에 대한 현실 설명력을 확보하기 위해 컨테이너 심리지수를 작성하고, 조기경보지수 개발에 적용하여 효과적인 시장 모니터링 체계를 제안하였다는 점이 본 연구의 차별성이다.

〈표 1-2〉 본 연구의 차별성

구분	선행연구와의 차별성		본 연구
	요약	참고문헌	
연구목표	• 조기경보시스템을 통한 시장 모니터링 체계 구축	• Kaminsky & Reinhart(1999) • Dawood, Horsewood, & Strobel(2017) • Park, Kwon, & Kim(2022)	• 컨테이너 시장 조기경보지수 작성
연구대상	• 금융시장 • 외환시장 • 해운시장 • 주택시장	• Oet et al.(2013), Lee & Lee(2014) • Park, Kwon, & Kim(2022), Choi, Kim, & Han(2018) • Park & Ryu(2021), Suh, Kim, & Jeon(2011)	• 컨테이너 운임
연구범위	• 위기 식별 • 예측력 검정	• Edison(2003), Boonman et al.(2019)	• 컨테이너 시장 위기 식별 • 해운심리지수 작성
연구방법	• 신호접급법 • 이항종속변수모형 • 머신러닝기법	• Kaminsky & Reinhart(1999), Park, Kwon, & Kim(2022), Choi, Kim, & Han(2018) • Caggiano et al.(2016), Haider, Ou, & Pettit(2019) • Park & Ryu(2021)	• 텍스트 마이닝, 계량경제기법 • 신호접근법 • 머신러닝기법

자료: 저자 작성

본 연구는 조기경보지수의 현실설명력을 확보하기 위해 시장의 비관측적 요인을 고려하였다. 심리지수는 주성분 분석의 종합지수방법과 뉴스 빅데이터를 바탕으로 한 텍스트 마이닝을 적용하여 작성되었다. 충격반응함수 분석, 예측오차 분산분해 및 역사적 요인분해를 활용하여 심리가 컨테이너 해운시장에 미치는 영향을 분석하였다는 점도 본 연구의 의의라 할 수 있다.

조기경보지수는 운임의 수요·공급·금융 외에도 시장 심리요인을 고려하여 작성되었다. 방법론적인 측면에서도 전통적인 신호접근법과 머신러닝 기법인 서포트 벡터 회귀의 적용을 통해 예측력이 담보된 조기경보지수 작성 방법에 대한 학술적인 기여를 달성하고자 하였다.

02
조기경보시스템 구축 사례

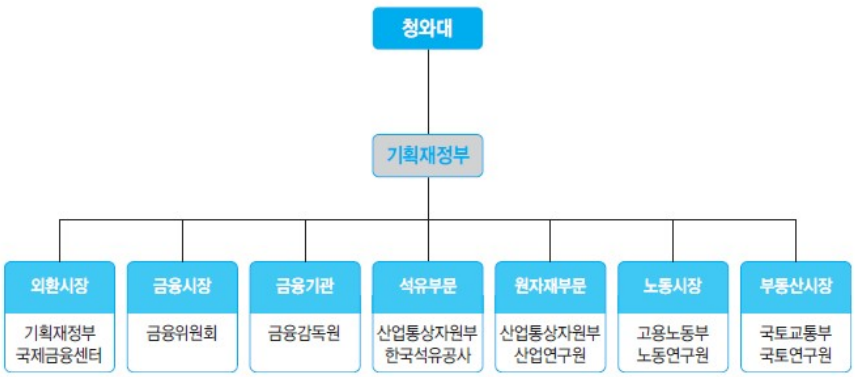
본 장에서는 문헌조사 및 사례연구를 바탕으로 국내외 주요 조기경보시스템의 도입 배경과 구조를 분석하였으며, 부문별 조기경보시스템의 특징을 살펴보았다. 국내 및 국외 조기경보시스템의 구축 사례를 검토함으로써 본 연구의 핵심 연구 대상인 컨테이너 시장의 조기경보지수 작성에 대한 적용 가능성을 모색하였다. 특히 부문별 사례는 선행연구에서 살펴본 바와 같이 조기경보시스템이 금융위기에 대한 선제적 대응으로 도입되었다는 측면에서 금융, 원자재, 그리고 연구 대상인 해운 부문을 중심으로 분석하였다.

제1절 국내 조기경보시스템

한국 정부는 1997년 외환위기와 2003년 카드 대란 이후 국가적인 경제 위기 재발을 방지하기 위해 2004년부터 조기경보시스템을 개발하여 2005년 운영을 시작하였다. 총 7개 부문에 대해 공적연구기관은 각 담당 부문의 정량적 위기경보모형을 개발했으며 서로 다른 부문 간 위기 전이를 동시에 모니터링할 수 있도록 설계하였다. 초기 단계의 조기경보시스템은 외환시장,

국내 금융시장, 국내 금융기관, 석유 부문, 원자재 부문, 노동시장, 부동산 시장 총 7개 부문으로 이루어져 있다.[37]

〈그림 2-1〉 한국의 국가 조기경보시스템 구조



자료: 이항용(2015), p. 21, 재인용: 박성화 외(2021), p. 130.

1. 금융 부문

1) 대외부문 조기경보시스템

외환위기의 발생 가능성을 사전에 파악하고 효과적으로 관리하기 위한 목적에서 국제금융센터는 1999년에 신호접근법을 활용하여 조기경보시스템을 구축하고 운영해 왔다.

초기 조기경보시스템에 활용된 선행지표는 국내실물부문(산업생산지수), 국내금융부문(주가지수, 어음부도율), 대외실물부문(경상수지, 무역액, 교역조건), 대외금융부문(외채, 자본수지) 등 크게 4개 부문, 총 26개의 세부지표로 구성되어 있다.[38]

37) 이항용(2015), p. 20.
38) 이항용(2015), p. 22.

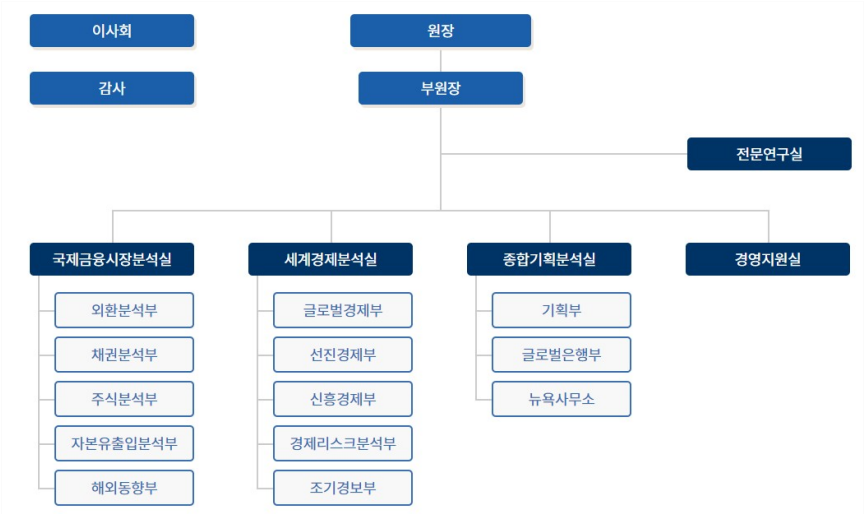
그러나 국내위기예측모형은 글로벌 금융위기 이후 예측력에 대한 의문이 제기되었다. 구체적으로 해외에서 발생한 위기가 국내로 전이되는 상황에 대한 예측 측면에서 한계가 드러났다. 국제금융센터는 이러한 한계를 새로운 모형을 개발함으로써 극복하고자 하였다. 새로운 모형은 해외에서 발생한 위험이 국내에 전이되는 경우를 반영할 수 있도록 개선됨에 따라 국내위기예측모형뿐만 아니라 국제금융시장 위험평가모형과 국내금융시장 위험평가모형 및 단기위기예측모형 등으로 세분화되었다.

국제금융시장 위험평가모형은 국내 주식시장, 채권시장, 외환시장 변동성을 모니터링하며 해외주식시장, 해외채권시장, 외환시장, 은행 간 자금시장, 투자자 심리 등 총 5개 부분으로 구성된다. 변수는 다우존스, Dax, FTSE 등 해외주가지수, CDS 프리미엄, 환율의 변동성 등을 포함한다. 단기예측모형은 대외부문과 관련하여 새로운 형태의 위험에 따른 임박한 위기 징후를 포착하기 위한 것이다.[39]

국제금융센터는 국제금융시장에 대한 신속한 대처를 위한 업무를 수행하고 있다. 특히 국제금융시장분석실, 세계경제분석실, 그리고 종합기획분석실을 별도로 구분하여 업무를 세분화하고 각기 운영하고 있다. 이러한 조직체계를 통해 금융시장에 대한 상시적인 모니터링 및 리스크 분석을 수행할 뿐만 아니라 종합적인 평가 결과를 관련 부처에 제공하여 이상 징후가 발생하면 적시에 대응하는 것이 가능하도록 하고 있다.

39) 이항용(2015), p. 22.

〈그림 2-2〉 국제금융센터 조직도



자료: 국제금융센터 홈페이지(검색일: 2023. 8. 11.)

2) 금융시장 조기경보시스템

금융시장의 급격한 변동이나 금융위기의 발생 이전에 이러한 사건과 관련된 금융시장 및 경제 지표의 이상 징후를 포착하기 위해 금융위원회는 조기경보지수를 개발하였다. 이 지수는 신호접근법에 따라 금융위기에 대해 예측력이 높은 경제지표를 선정한 후 종합하여 지수로 만든 것이다. 조기경보지수는 정상, 관심, 주의, 경계, 심각 등 5단계로 구성된다.

조기경보지수 작성은 총 4단계의 과정으로 구분할 수 있다. 1단계에서는 금융스트레스지수를 작성하여 해당 지수가 위험 영역에 위치하는 경우 이를 금융시장 위기로 정의하고 위기구간을 설정한다. 2단계에는 거시경제(19개), 자금·통화(11개), 주식(6개), 해외(13개) 부문의 총 49개 지표를 위기선행 후보지표로 선정한다. 3단계에서는 개별 위기선행 후보지표별로 두 가지 조건을 모두 충족하는 경우 위기에 대한 선행지표로 선정된다. 두 가지

조건은 잡음-신호비율(NSR: Noise-to-SignalRatio)이 0.5 이하이고 참 신호확률이 25% 이상인 경우이다.[40]

4단계에서는 종합지수를 5단계로 구분하여 등급별 임계치에 따라 일반 종합지수를 조정한다.[41] 금융시장 조기경보시스템 분석 단계는 〈그림 2-3〉과 같이 위기선행지표 선정 이후 위기경보지수를 산출하며 모니터링을 통해 매월 점검하는 형태로 운영된다.

〈그림 2-3〉 금융위원회 EWS 분석 단계

자료: 한국금융연구원(2010), pp. 41-44, 재인용: 박성화 외(2021), p. 134.

3) 금융산업 조기경보시스템

금융산업 및 개별 금융회사의 부실 가능성을 예측하기 위한 목적에서 금융감독원은 금융산업 조기경보모형을 개발하였다. 2003년 신용카드사가 외환위기가 발생한 지 얼마 지나지 않은 시점에서 유동성 위기를 겪게 되자 금융감독원은 금융산업 조기경보시스템의 구축을 본격화하였다. 부실 징후가 있는 금융회사에 대해 선제적인 감독을 수행함으로써 금융회사의 부실화를 억제하고 금융회사의 도산에 따르는 사회적 비용을 최소화하는 것을 조기경보시스템 운영의 목적으로 설정하였다.

40) 잡음-신호 비율은 제1종 오류와 제2종 오류를 모두 고려하는 통계로 예측력 검정에서 가장 중요하고 널리 사용되는 통계로 잡음-신호 비율에 대한 자세한 설명은 제4장을 참고하기 바란다.
41) 한국금융연구원(2010), pp. 41-44.

금융감독원 조기경보모형은 개별 금융회사에 적용되는 모형뿐만 아니라 금융산업에 적용되는 위험지수 및 위험선행지수를 구축하여 금융산업별로 위험수준과 추이 등을 파악할 수 있도록 하였다는 것이 특징이다. 또한 금융회사의 재무변수에 시장정보, 거시경제변수를 설명변수에 포함하여 금융회사에 대한 시장 평가를 조기경보모형에 반영하였다. 이와 더불어 금융감독원은 모형 위험(model risk)을 줄이기 위해 기초데이터를 여러 모형에 활용하여 다양한 형태의 조기경보지수를 산출하고자 하였다.[42]

금융감독원 조기경보시스템은 일일 상시감시(handy)지표와 6개의 조기경보모형으로 구분된다. 일일 상시감시 지표는 금융기업의 위기수준을 실시간으로 점검하는 것을 목적으로 한다. 건전성, 수익성, 유동성 지표 등 기초자료를 바탕으로 일별로 분석하고 있으며 거시감독국 조기경보팀이 월별로 관리하고 있다.[43]

조기경보모형은 개별 금융회사의 위기수준을 평가하고 예측하기 위한 목적에서 개발되었다. 외환위기 이후 금융감독원의 감독국이 금융권역별로 조기경보모형을 개발·운영하였으나, 2005년부터는 거시감독국 조기경보팀이 종합적으로 분석하고 모형을 관리하고 있다. 2006년부터는 9개 금융 권역에 대해 6개의 조기경보모형을 구축하고 매분기 또는 수시로 운영하고 있다.

〈표 2-1〉은 금융 권역별 조기경보모형의 구축 현황을 보여준다. 금융산업에 적용되는 모형은 위험지수모형과 위기선행지수모형이고 개별 금융회사에 적용되는 모형은 위험지수모형, 통계적 CAEL 시스템(Statistical CAEL System), 자본적정성모형(Capital Adequacy Estimation Model), 신용등급예측모형(Credit Rating Prediction model), 부도확률모형(Expected Default Frequency Model)이다.[44]

42) 정신동(2008), p. 118.
43) 정신동(2008), p. 117.
44) 정신동(2008), pp. 118-119.

〈표 2-1〉 금융권역별 조기경보모형 구축 현황

부문	모형	은행	생명보험	손해보험	증권	자산운용	저축은행	신용카드	할부금융	신협
금융산업	위험지수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	위험선행지수	○	○	○	○	○	○	○	○	
개별금융기관	위험지수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	통계적 CAEL	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	자본 적정성	○	○	○	○	○	○	○	○	
	신용등급예측	○		○	○					
	부도확률	○		○	○		○	○		

자료: 정신동(2008), p. 117, 재인용: 박성화 외(2021), p. 136.

2. 원자재 부문

1) 석유 조기경보시스템

우리나라는 석유를 비롯한 기타 원자재의 수입 의존도가 상당히 높기 때문에 원자재 가격 변화에 따른 국가 전반의 경제적 영향이 크다. 이에 한국석유공사는 가격 상승에 대한 신호를 모니터링하여 정부 및 민간에 미치는 영향을 최소화하기 위해 조기경보시스템을 구축하였다.

석유시장 조기경보시스템은 석유 위기와 선행성이 높은 두바이 유가, OPEC 잉여생산능력 등 18개 변수를 활용하여 사전에 위기상황을 경보하는 시스템으로 2005년 1월 처음으로 시험 가동하였다.

〈표 2-2〉 조기경보 등급별 판단기준

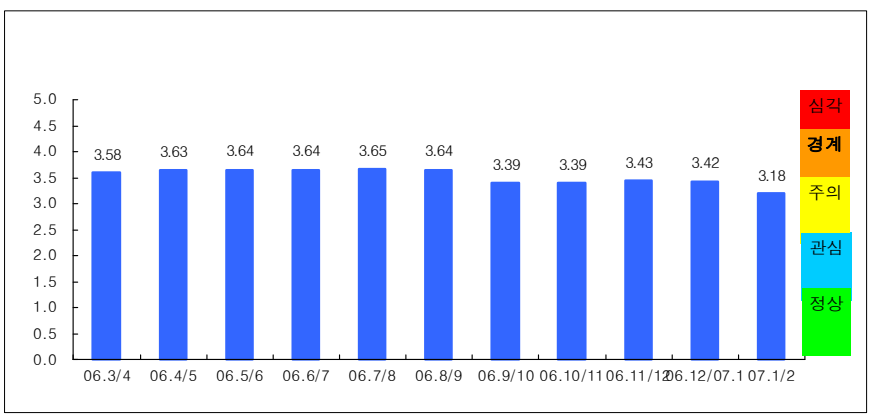
경보등급	판단기준	상 황
관심	1.5~2.5	석유시장 점검변수 일부가 정상범위를 벗어난 경우
주의	2.5~3.5	석유시장 점검변수 다수가 정상범위를 벗어난 경우
경계	3.5~4.5	석유시장 점검변수의 추세가 크게 정상범위를 벗어난 경우
심각	4.5 이상	석유시장 상황, 추세 등이 위험한 경우

자료: 한국석유공사 보도자료(2005.7.15.)(검색일: 2023.4.13.)

석유 부문의 조기경보시스템은 정부의 위기관리체제 구축 방침에 따라 2004년 6월에 선정된 외부연구용역기관을 통해 EWS 개발이 추진되었으며, 정부의 5개 분야(원자재, 외환, 노동, 부동산, 금융)의 조기경보시스템 구축 계획에 의거하여 정부가 연구용역기관으로 선정한 대외경제정책연구원에서 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템의 효과적인 운영을 위해 석유전문기관인 한국석유공사가 석유부문 조기경보시스템의 운영주체로서 2005년 1월부터 동 시스템의 가동을 담당해왔다.

한국석유공사 석유정보처에서 시스템 가동에 필요한 자료를 수집, 시스템 입력 및 가동을 통해 정기적으로 조기경보지수를 산출하고, 관련내용을 정부에 보고한다. 또한 고유가 지속에 대비한 정부정책에 부응하고, 대국민 알 권리충족을 위해 매월 15일경에 EWS 조기경보지수 및 분석 내용을 한국석유공사 웹사이트를 통해 보도자료의 형식으로 발표해왔다.[45]

〈그림 2-4〉 석유부문 조기경보 지수 추이 예시



주: 정상(1.5미만), 관심(1.5~2.5미만), 주의(2.5~3.5미만), 경계(3.5~4.5미만), 심각(4.5이상)
자료: 한국석유공사 보도자료(2007.2.15.)(검색일: 2023.4.13.)

45) 한국석유공사 보도자료(2005.7.15.)(검색일: 2023.4.13.)

2) 원자재 상시경보통제시스템

2011년 원자재 시장으로의 투기성 자금유입, 판매자시장으로 재편, 신흥개발도상국의 원자재 수요 증가에 따라 원자재가격의 변동주기가 짧아지고 변동성이 심화됨에 따라 가격과 수급의 예측이 더욱 어려워졌다. 이에 따라 종합적인 원자재 지원대책과 더불어 원자재 모니터링시스템 구축의 필요성이 대두되었다.

2011년 당시 지식경제부와 조달청은 원자재 관리시스템 개편방안을 마련하여 경제정책조정회의에서 발표하였다. 원자재 관리시스템의 일환으로 정부는 원자재 가격 및 수급 동향에 대한 모니터링을 강화하기 위해 철광석, 구리 등 총 16개 품목의 원자재 상시경보시스템(WACS, Warning and Control System)을 도입하고 원자재 관련 부처 간 정보를 공유하는 방안을 제시하였다.[46]

원자재 상시경보시스템은 원자재의 수급, 가격 동향, 관련 경제상황을 반영해 현재와 미래 상황을 판단하고 예측하는 경보시스템으로 경보대상 품목은 석유, 유연탄, 철광석, 구리, 아연, 니켈, 알루미늄, 철스크랩 등 주요 원자재 16종을 포함한다. WACS는 원자재 정보모니터링시스템, 상시경보시스템, 산업 원자재 지수 등으로 구성되어 있다.

원자재 정보모니터링시스템은 원자재 가격, 시황, 분석 자료, 뉴스 등 가격과 수급 상태를 수시로 확인할 수 있는 정보를 제공하는 역할을 한다. 상시경보시스템은 원자재 품목별로 경보를 위한 계량모형을 개발하고, 경보 등급을 산출하며 등급별 대응 방안을 마련하는 데 활용된다. 다음으로 산업 원자재 지수는 주요 원자재에 부문별 가중치를 적용함으로써 종합 지수화한 것이다.

46) 조달청 보도자료(2011.6.15.)(검색일: 2023.4.14.)

WACS에 따라 정상, 관심, 주의, 경계, 심각 등 5단계로 경보 등급 및 대응 매뉴얼을 마련하고 있으며, 구체적으로 아래 표에 나타난 바와 같이 경보 등급에 따라 점검반과 위원회 등 체계적인 조직운영과 대응이 추진된다.

〈표 2-3〉 WACS에 따른 대응 매뉴얼

경보등급	정부 대응
정상	원자재점검반 운영
관심	원자재점검반 운영
주의	원자재점검반 운영
경계	원자재위기 대응반 운영
심각	원자재수급대책위원회 운영

자료: 아주경제(2012.3.21.)(검색일: 2023.4.17.)

산업통상자원부는 기존에 관리하던 원자재 품목 외에 최근 들어 중요성이 커진 경제안보 핵심품목에 대해서도 가격 등의 정보를 모니터링할 수 있도록 WACS의 시스템을 고도화하겠다는 계획을 2022년 4월 발표하였다. 구체적으로 경제안보 핵심품목 중 우선관리 품목으로 지정된 마그네슘, 텅스텐, 네오디뮴, 수산화리튬 등 19개 원자재를 WACS 구성 항목에 추가해 총 35개 품목에 대한 가격 정보를 수집·관리하기로 하였다. 또한 원자재 가격 변동과 공급망 문제가 발생했을 때 더욱 선제적·효과적으로 대응할 수 있도록 상시경보시스템의 위험요인 사전 감지 기능을 강화해 '조기경보시스템'으로 개선할 방침이다.[47]

2022년 11월에 열린 경제정책조정회의에서는 기획재정부, 지식경제부, 조달청, 석유공사, 광물공사 등 원자재 유관 부처와 기관은 공동으로 원자재 협의체를 구성하여 동향 점검, 정보공유 및 정책 공조를 강화하기로 발표하였다. 또한 원자재 상시경보통제시스템의 운영을 위해 산업연구원에 WACS 운영팀을 설치하고, 원자재 시장 및 가격·수급 정보 분석을 담당하도록 계획하였다.[48] 정부는 국내 주요 산업용 원자재의 높은 수입 의존도와

47) 중소기업뉴스(2022.04.18.)(검색일: 2023. 4.14.)

수급 불확실성 증대에 효과적이고 체계적으로 대응하고자 2012년에 시스템을 구축해 내부적으로 운용해왔다. 또한 산업통상자원부는 2012년부터 운영해왔던 WACS의 고도화를 위해 2022년에 구체적인 개선 방안을 확정하고 2023년부터 본격적인 작업에 착수할 것이라는 구체적인 계획을 발표하였다.

3) 국제곡물 조기경보시스템

우리나라는 쌀을 제외한 곡물의 국내 생산기반이 취약함에 따라 대부분의 곡물을 수입에 의존하고 있으며 곡물의 국제가격 상승은 국내 식품, 사료, 축산물 등의 물가에 불안요인으로 작용해왔다. 이에 따라 국제 곡물시장의 위협요인을 사전에 인지하고 대비하기 위한 목적으로 국제곡물 분야의 조기경보시스템을 구축하는 것의 필요성이 꾸준히 제기되어 왔다.[49]

이러한 배경하에 한국농촌경제연구원은 2013년 국정과제인 '안정적 식량수급체계 구축'의 일환으로 국제곡물 조기경보시스템 구축을 추진하였으며 2013년 선물가격 관측모형 개발과 2014년 조기경보지수 개발과 대응매뉴얼 마련을 거쳐 2015년 국제곡물 조기경보시스템을 구축하였다. 2015년 상반기에 시범운영을 거쳐 하반기인 8월부터 본격적인 조기경보시스템을 가동하기 시작하였다.

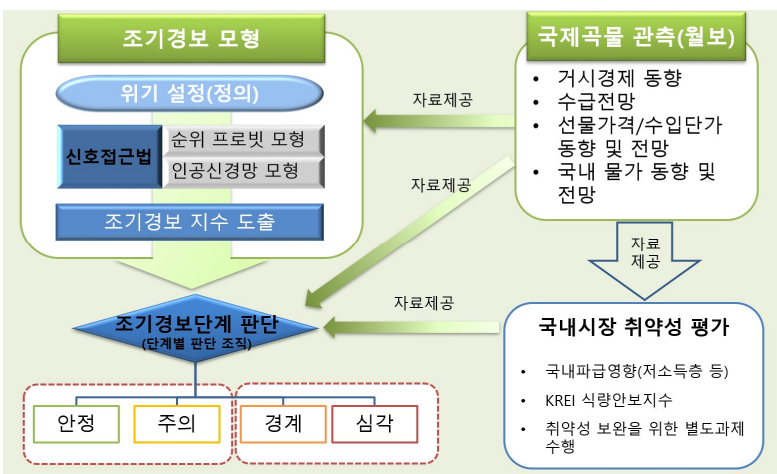
국제곡물 조기경보시스템은 크게 국제곡물 시장 모니터링, 수급 가격 예측, 위기단계 판단, 경보 및 위기대응 매뉴얼의 네 가지 부분으로 구성되어 있다. 특히 모니터링과 관련해서는 한국농촌경제연구원에서 국제곡물 관측을 통해 수행하고 있으며, 모니터링 결과를 기초로 조기경보지수를 산출하고 위기경보 단계를 판단한다. 위기경보는 한국농촌경제연구원에서 발간하는 국제곡물 관측월보에 매월 조기경보지수와 함께 발표함으로써 관련업계와 이해관계자들이 참고할 수 있도록 정보를 제공하고 있다.[50]

48) 지식경제부, 조달청 보도자료(2011.6.15.)(검색일: 2023.4.14.)
49) 한국농촌경제연구원 보도자료(2015.8.27.)(검색일: 2023.8.12.)

국제곡물 조기경보에서 위기는 “국내에 주로 수입되는 주요 곡물의 국제가격이 안정적인 상태를 벗어나 국내 물가에 상당한 파급영향이 우려되는 경우”[51]로 정의하고 있으며, 주요 국제 곡물 FOB 가격지수의 전년 동월 대비 변화율과 수준을 동일한 비중으로 가중평균함으로써 위기지수를 산출한다. 또한 위기지수의 평균과 분산을 이용하여 위기구간을 설정한다. 조기경보지수는 국제곡물 수급, 선물가격, 거시경제 변수 등을 이용해 도출하는 국제곡물 위기지수의 ‘예측치’이다. 해외곡물의 구매에서 국내도입에 이르기까지 통상적으로 3~6개월이 소요된다는 점에서 국제곡물 조기경보지수의 도출에는 3개월 선행변수를 활용한다.[52]

조기경보지수를 도출하기 위한 모형으로는 예측력을 강화하기 위해 신호접근모형, 순위프로빗모형, 인공신경망모형을 활용하며 세 가지 모형에서 산출한 조기경보지수의 결과를 가중평균하여 통합 조기경보지수를 산출한다.

〈그림 2-5〉 국제곡물 조기경보 단계 판단 절차



자료: 김종진(2023), p. 37.

50) 한국농촌경제연구원 보도자료(2015.8.27.)(검색일: 2023.8.12.)
51) 농림축산식품부(2020), p. 54.
52) 농림축산식품부(2020), p. 56.

국제곡물 조기경보시스템은 체계적인 모니터링과 조기경보지수를 토대로 조기경보단계를 판단하고, 국내 파급영향과 취약성을 고려하여 위기대응 매뉴얼을 마련함으로써 조기경보시스템의 유기적이고 실질적인 작동을 뒷받침하고 있다. 위기대응 실행 매뉴얼 또는 조기경보 실행 매뉴얼은 식량 수급 불안 등에 대비한 종합 위기관리 체계로, 단계별 관련 기관의 역할과 추진방안 등을 포함하고 있다.

3. 해운시장 조기경보시스템

1997년 외환위기, 2008년 글로벌 금융위기 등 위기상황에서 국내 선사들은 위기를 미리 감지하지 못해 적절하게 대응하지 못한 탓에 위기가 발생했을 때마다 해운산업을 포함한 전후방 산업은 그동안 큰 타격을 입었다. 그간 우리나라의 해운시황은 유럽의 해운중개업체와 전문조사기관 등이 제공하는 정보에만 의존하는 한계가 있었다. 뿐만 아니라 사전 위기대응이 가능한 체계가 부재했으며 시황에 대한 분석만으로는 해운기업의 부실과 해운산업 전반의 위기를 감지하는 데 한계가 있었다.

이러한 문제에 직면하여 해운거래정보센터는 금융과 조선 등 해운산업의 연관산업에 분산되어 있는 변수를 종합적으로 검토하여 조기경보지수와 경보모형을 개발하였다. 지수와 모형의 개발 목표는 해운시장과 거시경제 상황의 변화가 국내 해운기업의 경영에 타격을 주는 것을 선제적으로 대응하는 것으로 설정하였다. 자사선 대비 높은 용선 비중, 선종별 업황의 큰 격차 발생이라는 국내 해운산업의 특성을 고려하여 사전에 위기를 감지할 수 있는 수단을 확보하고자 노력하였다.

해운거래정보센터는 신호접근법을 이용하여 해운시장 조기경보시스템을 개발하였다. 해당 변수가 위기에 대한 예측 능력이 있는지를 계산하여 다양한

변수들 중에서 의미 있는 변수만을 선별·조합하여 더 정확한 예측력을 지닌 데이터로 가공한다.[53] 종속변수는 해운기업 부도율로 해운시장 변동성으로 인한 산업 전체의 도산 가능성을 예측하기 위해 사용된다.[54] 독립변수는 조기경보지수 DB로 경제지표와 해운 관련 지표로 구분하여 정성적 방법으로 60개의 변수를 선정한다. 공급지표 19개, 수요지표 15개, 운임지표 7개, 경제지표 19개로 구성되어 있다. 종속변수의 향후 6개월 이내의 위기 발생에 대한 예측을 전제로 진행한다.[55]

총 8단계의 데이터 처리 과정을 통해 해운시장의 위기지수를 산출한다. 1단계는 월별데이터 가공, 2단계는 ADF(Augmented Dickey-Fuller) 검정을 통한 시계열 안정성(stationary) 확인, 3단계는 잡음-신호비율(NSR) 산출, 4단계는 투입변수 필터링, 5단계는 주성분 분석 시행, 6단계는 공통요인 산출, 7단계는 공통요인 NSR산출, 8단계는 팩터 필터링으로 이루어진다.[56]

조기경보지수 산출과정에서 분석된 구간별 위기예측 조건부 확률을 근거로 위기단계를 설정한다. 각 위기 단계별 모니터링 임무는 크게 정보분석과 정책 대응방안 지원으로 구분된다. 〈표 2-4〉는 위기단계별 조기경보지수 구간 및 모니터링 임무를 보여준다. 위기단계는 총 5단계로 정상, 관심, 주의, 경계, 심각으로 나누어진다.[57]

해운시장 조기경보시스템 모니터링 방안은 정량적 방법과 정성적 방법으로 구분할 수 있다. 정량적 방법은 조기경보지수를 활용한 모니터링 방법으로 조기경보지수의 변화와 개별 지표들의 위험신호를 추적하고 분석한다. 주요 위험요인에 대한 분석보고서를 정기적으로 작성하여 지속적인 모니터링 활동을 유지할 수 있다.

53) 해양수산부(2015), p. 40.
54) 해양수산부(2015), p. 31.
55) 해양수산부(2015), pp. 37-38.
56) 해양수산부(2015), p. 41.
57) 해양수산부(2015), pp. 66-67.

정성적 방법으로는 계량적 지표 이외 수단을 이용하는 방법으로 정성적 평가와 정성적 조기경보가 있다. 정성적 평가는 조기경보지수 분석 결과를 검토하고 시장의 상황, 전문가의 의견 등을 고려하여 위기단계를 결정하는 것이다. 정성적 조기경보는 주요 해운기업의 실패, 화주의 전략 변화, 주요 국가의 정책 변화 등에 대해 이슈보고서 등을 이용하여 영향력을 분석하는 과정을 말한다.[58]

〈표 2-4〉 위기단계 구분 및 주요 임무

위기 단계	조기경보지수 구간	위기예측 조건부확률	모니터링 임무
심각	0.6 이상	100%	• 정부 및 민간대응방안 검토 • 관련 정부부처와 협력방안 도출
	0.5~0.6 미만	100%	
경계	0.4~0.5 미만	84.62%	• 위험도 집중 부문에 대한 선별적 대응책 • 선사 용대선 현황 등 정부 조사
주의	0.3~0.4 미만	2222%	• 개별기업 위험 분석 • 파급 영향력 분석
관심	0.2~0.3 미만	9.52%	• 위험도 집중 부문 모니터링 강화
정상	0.1~0.2 미만	0%	• 해운산업 현안 분석 • 위험 임계치 초과 개별지표 분석
	0~0.1 미만	0%	

자료: 해양수산부(2015), p. 67, 재인용: 박성화 외(2021), p. 140.

조기경보시스템의 운영단계 역할은 주무부처, 주관기관, 전문가 자문기구, 위기대응 협의체, 협력사업자 등으로 구분되어 있다. 주무부처인 해양수산부는 위기경보단계를 발령 및 홍보하는 역할을 맡고 있으며 단계별 조치사항을 수행하고 위기대응 협의체를 구성·운영한다. 주관기관인 해운거래정보센터는 해운시장 조기경보시스템을 운영하며 해운시장 모니터링과 정보 분석을 통해 정기보고서를 발간하고 운영결과를 해양수산부에 보고하는 역할을 한다. 또한 위기대응 협의체에 해운시장 모니터링의 정량적, 정성적

58) 해양수산부(2015), pp. 65-66.

자료와 파급영향에 대한 자료를 제공한다. 〈표 2-5〉는 해운시장 조기경보 시스템 관련 운영기관의 구성 및 역할에 대한 내용을 나타낸다.[59]

〈표 2-5〉 조기경보시스템 운영구성 및 역할

구분	기관명		주요 업무 및 역할
주무부처	해양수산부		• 경보 심각단계 발령 • 대응방안 권고 • 위기대응협의회를 통한 공동대응책 수립 • 주관기관 관리 및 성과평가
주관기관	해운거래정보센터		• 조기경보모형개발 및 개선 관리 • DB구축 • 상시 모니터링 및 조기경보 적시 보고 • 대응방안 수립 및 적용 지원
전문가 자문기구	산·학·정 전문가로 구성		• 위기판단 및 경보발령에 대한 자문 • 새로운 위기감지 모형 및 개선 제안 • 관리대상지표 재선정
위기대응 협의체	정부	해수부, 산자부, 금융위, 기재부, 지자체	• 각 주체별 위기 영향진단 • 위기 공동대응방안 검토
	산업	선주협회, 조선협회, 해양금융종합센터, 해운중개업협회 등	
협력사업자	FnGuide		• 조기경보시스템 개발, 유지·보수

자료: 해양수산부(2015), p. 69, 재인용: 박성화 외(2021), p. 141.

59) 해양수산부(2015), pp. 67-68.

제2절 국외 조기경보시스템

해운산업 조기경보시스템 관련 해외 사례는 많지 않고 대부분 선박금융을 다루는 일부 은행에서 대출에 대한 포트폴리오의 건전성을 확보하기 위해 제한적으로 살펴보고 있다. 조기경보시스템과 가장 유사한 해외의 사례로는 중국의 해운업경기지수가 대표적이다. 해운업경기지수는 해운번영지수 혹은 기업경기지수라고도 하며 조기경보지수의 역할을 하고 있다. 상해 조기경보지수과 닝보 조기경보지수로 개발되어 운영되고 있다. 중국의 관련 지수는 국내 해운산업 조기경보시스템과 개발 목적 및 운영체계 등에 비교적 큰 차이를 보인다.

1. 금융 부문

1) IMF-FSB 조기경보시스템

2008년 글로벌 금융위기의 위험요인과 취약점을 효과적으로 감지하고 정책적으로 대응방안을 마련하기 위해 국제통화기금(IMF: International Monetary Fund)과 금융안정위원회(FSB: Financial Stability Board)는 IMF-FSB 조기경보시스템을 개발하였다. IMF-FSB 시스템은 위기발생 시점을 예측하는 것보다는 경제·금융 부문의 취약성을 분석하는 것에 초점을 맞추어 개발되었다. IMF-FSB 조기경보시스템 모형은 3개 부문과 29개의 세부 지표로 구성되어 있다. 먼저 3개 부문은 부문별 시장 취약성과 국가위험측정 모형 및 위험의 파급정도로 구성된다.

첫 번째로 부문별 시장 취약성은 시장 가격 관련 예측 정보의 종합을 통해 재정 변화를 예상한다. 두 번째로 국가위험모델은 부문별 그리고 시장 취약

성에 대한 분석을 활용하여 위기와 관련된 거시경제 변수가 급격하게 변화할 확률을 정량화한다. 즉 위기발생확률과 최악의 결과와 위기 발생 이후 위기 극복 가능성을 추정하여 잠재적 위기 비용을 예측한다. 세 번째로 무역 경로를 통한 전이 외에도 글로벌 금융기관과 비금융기관에 걸친 공통 위기를 측정한다. 그리고 국가와 금융시장 전반에 관련된 데이터를 통해 국가 간 혹은 대규모 복합금융기관 간 위험 전이 가능성을 분석한다.[60]

IMF와 FSB는 위기와 관련 있는 리스크를 5개 부문으로 나누어 분류하고 있으며, 이를 조기경보리스트(Early Warning Lists)에 작성한다. 리스크는 ① 금융위기의 악화와 신용규제, ② 정부 금융위험과 정책의 한계, ③ 장기적 글로벌 자산과 재화 가격의 디플레이션, ④ 근시안적인 정책 반응과 보호주의, ⑤ 무질서한 출구전략(disorderly exit strategy)으로 인한 중기적인 위기 조치 등 크게 5개 부문으로 나누어진다.[61]

IMF는 국가별 혹은 지역별 취약성을 높음(high), 중간(medium), 낮음(low) 3단계로 등급을 매기고 있다. 전체 취약성 등급은 부문별 취약성(외부, 재정, 금융, 비금융 기업)과 성장 및 인플레이션 거시경제리스크, 자산가격리스크, 시스템리스크, 전이리스크 등 리스크 평가를 반영한다.[62]

IMF-FSB 조기경보시스템은 IMF 연례총회 및 춘계총회 심의를 위한 정기적인 정보를 제공한다. 〈그림 2-6〉과 같이 총 3단계로 운영되고 있으며, 총회 약 3개월 전부터 정보제공을 위한 조기경보활동을 준비하여 진행한다.[63]

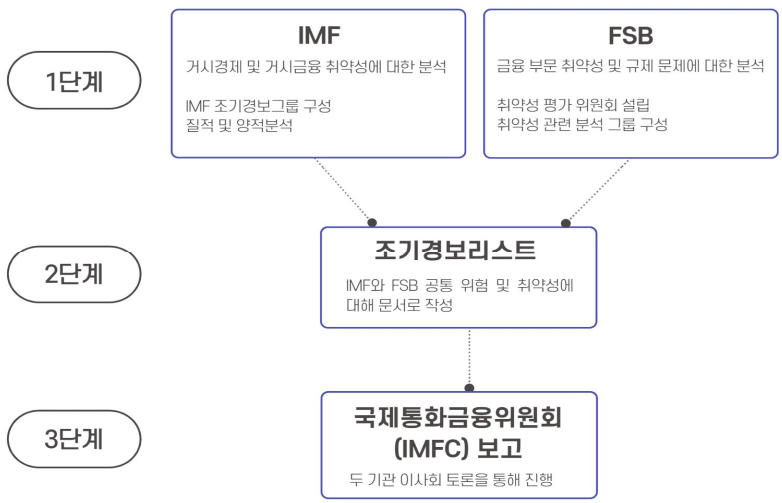
1단계에서는 분석 결과를 검토하여 후속 조치와 정량분석 결과 업데이트를 수행하고 정책 당국 및 외부전문가와 협력하여 위험요인을 작성한다.

60) IMF(2010), pp. 15-16.
61) IMF(2010), p. 13.
62) IMF(2010), p. 39.
63) IMF(2010), p. 11.

또한 조기경보그룹(EWG: Early Warning Group)을 구성함으로써 주요 위험과 근본적인 추세 및 취약성을 파악하고 체계적 중요도에 따라 순위를 매긴다. 뿐만 아니라 선진국 및 신흥국 경제의 취약성을 예측하고 취약성에 따라 국가를 세 부류로 분류한다. 이러한 과정을 통해 조기경보그룹이 작성한 5~6페이지의 초안을 바탕으로 IMF와 FSB가 공통적으로 생각하는 주요 리스크, 취약성 및 정책제언을 담은 조기경보리스트를 작성한다.

2단계에서는 총회 한 달 전 조기경보리스트 최종본을 완성하고 IMF 임원진 및 FSB 구성원에게 공유한다. 총회 발표 자료를 작성하여 내부적으로 IMF 임원진과 결과를 논의하고 정책방안을 마련한다. 3단계에서는 연례총회와 춘계총회를 통해 시급한 문제부터 해결방안까지 국제통화금융위원회에 보고한다. 조기경보시스템의 분석 결과는 두 기관의 대외비로 공식적인 문서를 배포되지 않는다.[64]

〈그림 2-6〉 IMF 조기경보시스템 운영체계



자료: IMF(2010), p. 11, 재인용: 박성화 외(2021), p. 147.

64) IMF(2010), p. 12.

2) 노무라 Damocles 조기경보지표

일본 투자은행인 노무라는 30개 신흥국(EM: Emerging Market)의 통화위기를 예측하고 위기에 대해 조기경보하기 위한 지표인 다모클레스(Damocles) 지수를 개발하였다.

다모클레스 지수는 30개 신흥국의 통화위기 가능성을 잘 인식할 수 있는 8개 지표를 기반으로 신호접근법을 통해 지수를 생성한다. 현재 한국을 포함해 32개 국가를 대상으로 모니터링을 실시하고 있다.

〈표 2-6〉 Damocles 지수 구성 및 임계값

구분		지표	임계값 (threshold)
단일지표 (single indicators)	1	외환보유고/수입 (FX reserves/imports)	〈5
	2	단기외채/수출 (Short-term external debt/exports)	〉35
	3	외환보유고/단기외채 (FX reserves/short-term external debt)	〈1.5
	4	광의통화/외환보유고 (Broad money/FX reserves)	〉4
	5	실질단기시장금리, % (Real short-term market interest rate, %)	〉6
공동지표 (joint indicators)	6	1y non-FDI gross inflows less △FX reserves, % GDP	1y (〉2)
		3y non-FDI gross inflows less △FX reserves, % GDP	3y(〉6)
	7	재정수지, % GDP (Fiscal balance, % GDP)	Fiscal (〈4)
		경상수지, % GDP (Current account % GDP)	CA (〈-2)
	8	5년 평균 REER % 편차 (REER % deviation from 5y average)	REER (〉3)
		경상수지, % GDP (current account, % GDP)	CA (〈-2)

자료: NOMURA(2019), p. 35, 재인용: 박성화 외(2021), p. 148.

8개 지표가 임계값을 초과할 때 통화위기가 발생할 수 있다는 경고 신호를 보내고 신호 정보를 종합지수인 다모클레스 지수에 가중치를 부여한다. 다모클레스 지수가 100을 초과할 때, 특히 수치가 지속적으로 100을 초과하는 경우 해당 국가가 향후 12개월 동안 환율 위기에 취약하다는 경고 신호로 해석한다.[65] 다모클레스 지수가 150을 넘으면 위기가 언제든지 발생할 수 있다는 확실한 경고로 판단한다. 노무라증권의 다모클레스지수는 지난 61개 위기 중 64%의 조기경보 정확도를 나타냈다.[66]

노무라는 비정기적으로 다모클레스 지수에 관한 특별보고서를 작성하고 있다. 최근에는 연간 1회 작성되는 것으로 파악되며 데이터는 보고서를 통해 확인할 수 있다.

3) CITI 조기경보지수

주요 신흥국의 외환시장 스트레스 상황을 측정하기 위한 목적에서 CITI 은행 조기경보지수(Early Warning Signal Risk Index)가 개발되었다. 환율의 절하 가능성에 대한 예측 정보를 지닌 6개 경제지표 및 금융지표를 단순 평균하여 작성한다. 해당 조기경보지수를 작성하는 대상국강는 한국을 포함하여 총 35개 국가로 조기경보지수를 통해 모니터링되고 있다.

지난 5년 동안 자료를 내림차순으로 정렬한 후 퍼센트 랭크(percent rank)를 활용하여 산출한다. 지수값이 오르면 위험도가 상승한 것으로 보고 특히 지수값이 50 이상이면 경고 신호로 본다.[67]

앞서 언급한 퍼센트 랭크는 퍼센트 순위법 방법론을 기반으로 계산된다. 퍼센트 순위법은 개별 변수를 최젓값으로 재배열한 후 최곳값에는 100%를

65) NOMURA(2019), p. 3.
66) NOMURA(2019)(검색일: 2023. 3. 20.)
67) CITIFX(2011), p. 7.

할당하고 최젓값에는 0%를 할당하여 최종적으로 조기경보지수를 작성하는 방법이다.

위험도는 4단계의 과정을 통해 측정된다. 1단계에서는 자국통화의 약세를 예측하는 데 유용한 경제 선행변수 6개, 금융 선행변수 6개 등 주요 모니터링 변수를 선정한다. 경제 선행변수는 펀딩갭지표(eternal financing need: (경상지수 + 순FDI)/GDP), 통화공급, 수출, 산업생산, 예대율 및 단기외채 6개를 의미한다. 다음으로 금융 선행변수는 환율 내재변동성, 주가수익률, CDS프리미엄, 실제치와 예상치의 차이를 이용해서 만든 경제서프라이즈지수, 글로벌리스크지수 및 실질실효환율의 6개를 포함한다.

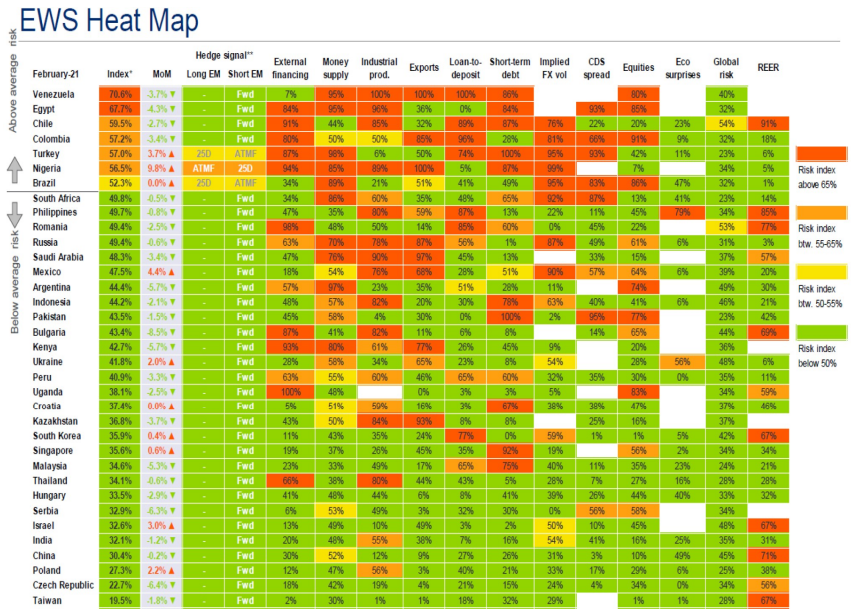
2단계는 선정된 변수의 안정성을 확보하기 위해 비율 변환, 성장률 및 증가율 전환 등의 방식으로 안정적 변수를 산출한다. 3단계는 안정성이 확보된 최종변수로부터 위험 정보를 추출한다. 위험 정보는 퍼센트 순위법을 기초로 얻은 0부터 100까지 값으로 판단한다. 마지막은 12개 변수의 값을 단순평균하여 추출된 위험 정보로부터 종합지수를 작성한다.

조기경보지수는 시계열 자료의 축적으로 극단치가 도출될 가능성이 낮기 때문에 지수의 값은 25%~75% 사이에 존재한다. 조기경보지수의 위험 수준은 4단계로 구분할 수 있는데 저위험군(0~50), 중위험군(50~55), 고위험군(55~65), 65 이상은 최상위 위험군으로 판단한다.

〈그림 2-7〉은 CITI의 국가별 조기경보지수 예시를 보여준다. 매월 보고서를 발간하고 있으며 자료와 보고서를 동시에 공개한다.[68]

68) 김권식(2021.5.14.), p. 21.

〈그림 2-7〉 CITI의 국가별 조기경보지수



February-21	Index*	MoM	Hedge signal** Long EM	Hedge signal** Short EM	External financing	Money supply	Industrial prod.	Exports	Loan-to-deposit	Short-term debt	Implied FX vol	CDS spread	Equities	Eco surprises	Global risk	REER
Venezuela	70.6%	-3.7% ▼	-	Fwd	7%	95%	100%	100%	100%	86%			80%		40%	
Egypt	67.7%	-4.3% ▼	-	Fwd	84%	95%	96%	36%	0%	84%		93%	85%		32%	
Chile	59.5%	-2.7% ▼	-	Fwd	91%	44%	85%	32%	89%	87%	76%	22%	20%	23%	54%	91%
Colombia	57.2%	-3.4% ▼	-	Fwd	80%	50%	50%	85%	96%	28%	81%	66%	91%	9%	32%	18%
Turkey	57.0%	3.7% ▲	25D	ATMF	87%	98%	6%	50%	74%	100%	95%	93%	42%	11%	23%	6%
Nigeria	56.5%	9.8% ▲	ATMF	25D	94%	85%	89%	100%	5%	87%	99%		7%		34%	5%
Brazil	52.3%	0.0% ▲	25D	ATMF	34%	89%	21%	51%	41%	49%	95%	83%	86%	47%	32%	1%
South Africa	49.8%	-0.5% ▼	-	Fwd	34%	86%	60%	35%	48%	65%	92%	87%	13%	41%	23%	14%
Philippines	49.7%	-0.8% ▼	-	Fwd	47%	35%	80%	59%	87%	13%	22%	11%	45%	79%	34%	85%
Romania	49.4%	-2.5% ▼	-	Fwd	98%	48%	50%	14%	85%	60%	0%	45%	22%		53%	77%
Russia	49.4%	-0.6% ▼	-	Fwd	63%	70%	78%	87%	56%	1%	87%	49%	61%	6%	31%	3%
Saudi Arabia	48.3%	-3.4% ▼	-	Fwd	47%	76%	90%	97%	45%	13%		33%	15%		37%	57%
Mexico	47.5%	4.4% ▲	-	Fwd	18%	54%	76%	68%	28%	51%	90%	57%	64%	6%	39%	20%
Argentina	44.4%	-5.7% ▼	-	Fwd	57%	97%	23%	35%	51%	28%	11%		74%		49%	30%
Indonesia	44.2%	-2.1% ▼	-	Fwd	48%	57%	82%	20%	30%	78%	63%	40%	41%	6%	46%	21%
Pakistan	43.5%	-1.5% ▼	-	Fwd	45%	58%	4%	30%	0%	100%	2%	95%	77%		23%	42%
Bulgaria	43.4%	-8.5% ▼	-	Fwd	87%	41%	82%	11%	6%	8%		14%	65%		44%	69%
Kenya	42.7%	-5.7% ▼	-	Fwd	93%	80%	61%	77%	26%	45%	9%		20%		36%	
Ukraine	41.8%	2.0% ▲	-	Fwd	28%	58%	34%	65%	23%	8%	54%		28%	56%	48%	6%
Peru	40.9%	-3.3% ▼	-	Fwd	63%	55%	60%	46%	65%	60%	32%	35%	30%	0%	35%	11%
Uganda	38.1%	-2.5% ▼	-	Fwd	100%	48%		0%	3%	3%	5%		83%		34%	59%
Croatia	37.4%	0.0% ▲	-	Fwd	5%	51%	59%	16%	3%	67%	38%	38%	47%		37%	46%
Kazakhstan	36.8%	-3.7% ▼	-	Fwd	43%	50%	84%	93%	8%	8%		25%	16%		37%	
South Korea	35.9%	0.4% ▲	-	Fwd	11%	43%	35%	24%	77%	0%	59%	1%	1%	5%	42%	67%
Singapore	35.6%	0.6% ▲	-	Fwd	19%	37%	26%	45%	35%	92%	19%		56%	2%	34%	34%
Malaysia	34.6%	-5.3% ▼	-	Fwd	23%	33%	49%	17%	65%	75%	40%	11%	35%	23%	24%	21%
Thailand	34.1%	-0.6% ▼	-	Fwd	66%	38%	80%	44%	43%	5%	28%	7%	27%	16%	28%	28%
Hungary	33.5%	-2.9% ▼	-	Fwd	41%	48%	44%	6%	8%	41%	39%	26%	44%	40%	33%	32%
Serbia	32.9%	-6.3% ▼	-	Fwd	6%	53%	49%	3%	32%	30%	0%	56%	58%		34%	
Israel	32.6%	3.0% ▲	-	Fwd	13%	49%	10%	49%	3%	2%	50%	10%	45%		48%	67%
India	32.1%	-1.2% ▼	-	Fwd	20%	48%	55%	38%	7%	16%	54%	41%	16%	25%	35%	31%
China	30.4%	-0.2% ▼	-	Fwd	30%	52%	12%	9%	27%	26%	31%	3%	10%	49%	45%	71%
Poland	27.3%	2.2% ▲	-	Fwd	12%	47%	56%	3%	40%	21%	33%	17%	29%	6%	25%	38%
Czech Republic	22.7%	-6.4% ▼	-	Fwd	18%	42%	19%	4%	21%	15%	24%	4%	34%	0%	34%	56%
Taiwan	19.5%	-1.8% ▼	-	Fwd	2%	30%	1%	1%	18%	32%	29%		1%	1%	28%	67%

자료: 김권식(2021.5.14.), p. 22.

2. 해운 부문

1) 상해 조기경보시스템

외환위기, 글로벌 금융위기 등 위기상황으로 인해 중국 해운산업은 큰 타격을 입었다. 이에 상해국제항운연구중심[69]은 상해 기반 해운산업의 시장상황과 경영상황을 지수화하여 영향요인을 분석하기 위한 조기경보시스템을 개발하였다. 이는 상해 기반의 해운선사들에 미치는 영향을 분석하기 위해 개발되었으므로 중국의 해운업 전체를 대표하는 조기경보지수로써 활용되기 어렵다는 한계점이 있다.

69) 2008년 8월 상해해사대학, 상해교통국, 건설교통위원회, 상해항만그룹, COSCO, China Shipping, 상해항운교역소, 중국항만협회, 상해선주협회 등 21개 기관이 공동으로 설립

상해해운번영지수는 2009년 4분기 시범적으로 발표되었으며 2010년 2분기부터 공식 발표되었다. 상해해운번영지수는 상해항운교역소에서 총괄하는 약 240개 해운선사의 경영성과에 영향을 미치는 요소들을 선정하여 그 요소들의 움직임을 하나의 지수로 개발하였다. 경제, 해운시장의 수요와 공급, 해운선사의 수익과 비용 등 21개의 지표를 활용하여 해운선사의 성과를 파악한다. 구성 지표는 산업여건 변수 15개, 산업이익 변수 6개로 산업여건 부분은 수요, 공급, 경제로 나누어지며 산업이익은 수익, 비용으로 구분된다.[70]

상해국제항운연구중심은 조기경보지수 경보를 홍색(과열), 황색(주의), 녹색(정상), 남색(저조). 진남색(침체) 등 5단계로 구분하여 분기별로 상해해운번영지수와 보고서를 발간한다. 경보단계별 정부 대응방안이나 정책을 제시하고 있지는 않으며 기업과 시장이 참고자료로 활용하는 수준이다.[71]

〈표 2-7〉 상해해운번영지수 구성변수

산업 여건			산업 이익	
공급	수요	경제	수익	비용
• 선박발주량 • 신조선가격 • 중고선가격 • 용선료	• 전력생산 • 석탄총처리량 • 연안석탄처리량 • 철광석처리량 • 철강처리량 • 대외무역 • 석탄재고	• 산업부가가치성장률 • 구매관리지수(PMI) • 소비성향지수(MCSI) • 다우존스지수	• BDI • CCBFI • CBCFI • TCE	• 싱가폴벙커유가(CST380) • 브렌트유가

자료: 해양수산부(2015), p. 22, 재인용: 박성화 외(2021), p. 143.

70) 해양수산부(2015), pp. 20-21.
71) 해양수산부(2015), p. 22.

2) 닝보 조기경보시스템

닝보항운교역소는 글로벌 금융위기 이후 급격히 악화된 해운업계를 지원하고 해운시장을 활성화하기 위해 해운경기지수 개발에 착수하였다. 2012년부터 해상실크로드지수(Maritime Silk Road Index)를 개발 및 운영 중이며 닝보수출컨테이너운임지수(NCFI: Ningbo Containerized Freight Index)와 닝보항운경기지수(NESI: Ningbo Shipping Economic Index)가 동 지수에 포함되어 있다.[72] 시진핑 국가주석의 일대일로정책에 발맞추어 2015년 2월 MSRI지수가 국가전략사업에 선정되고 2015년 10월 시진핑주석의 영국 방문 후부터 NCFI지수가 발틱해운거래소에 정식 발표되기 시작하였다. NSFI지수는 해운조기경보지수로써의 역할을 하며 해운경기지수, 해운기업신뢰도지수, 해운업경기 신호등 등으로 이루어져 있다.[73]

닝보해운번영지수는 대기업, 중기업, 소기업으로 균등하게 배분된 50여 개 해운기업의 경영성과를 매월 조사하여 해운번영지수를 생성하고, 번영지수 점수를 토대로 신호단계를 구분하여 발표하고 있다. 닝보해운번영지수는 해양실크로드지수, 닝보항운경제지수, 닝보수출컨테이너운임지수 등 관련 부문의 타 지수와 연계하여 개발되었으며 지수별 설정 임계치를 근거로 경보체계가 운영되고 있다.

조기경보지수의 경보는 빨간색(과열), 노란색(주의), 초록색(정상), 파란색(저조), 남색(침체) 등 5단계로 구분하여 리포트와 함께 월별로 발표한다. 발표 시 과거 2년간 성약데이터를 바탕으로 100점을 중위값으로 기준 삼아 지수를 선정하여 발표한다. 계량적으로 산출된 지수로만 시황을 판단하고 있어 거시적 사건 등의 스트레스 테스트와 취약성 분석은 시행하지 못하고 있다.[74]

72)MSRI, 해상실크로드지수(MSRI)(검색일: 2023.4.17.)
73) 해사신문(2016.10.29.)(검색일: 2023.4.17.)
74) 해양수산부(2015), pp. 25-27.

제3절 소결

1997년 외환위기를 극복한 지 얼마 지나지 않은 시점에서 국내 신용카드 기업의 유동성 위기가 발생하면서 우리나라 정부는 경제 전반에 걸친 국가 위기관리 체계 구축을 추진하였다. 이러한 배경하에 위기발생 시점을 예측하는 것을 목적으로 5개 경제 부문을 대상으로 조기경보시스템을 구축했으며 신호접근모형과 프로빗·로짓모형 등을 활용하여 시스템을 개발하였다.

외환시장 조기경보시스템은 신호접근모형을 바탕으로 국제금융시장과 외환시장에 대한 모니터링을 통해 사전에 외환위기를 대비하기 위해 개발되었다. 금융위원회는 거시경제와 금융시장 지표의 이상 징후를 감지하기 위한 목적에서 신호접근법을 활용하여 금융시장 조기경보시스템을 위한 지수를 개발하였다. 한편 금융감독원은 개별 금융회사의 부실 가능성을 예측하기 위해 금융산업 조기경보시스템을 개발하고 각 금융권역별로 조기경보모형을 구축하여 운영하고 있다.

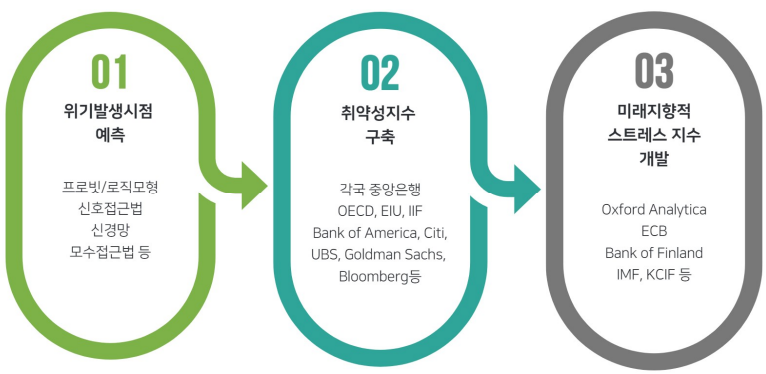
석유와 주요 비철금속을 포함한 원자재 시장의 경우 오일쇼크와 2011년 원자재 가격 변동성 심화 등을 계기로 원자재 가격에 대한 영향을 모니터링하기 위한 목적에서 조기경보를 위한 지수와 관련 시스템을 작성 및 개발하였다. 공통적으로 각 원자재와 관련성이 높은 주요 지표들을 기반으로 종합지수를 작성하고 신호접근법을 통해 위기를 판단하고 있다.

다음으로 해운시장의 경우 2008 글로벌 금융위기로 촉발된 해운시장의 불황에 대응하기 위한 목적에서 우리나라뿐만 아니라 해운항만업이 발달하고 수출입 무역 규모가 큰 중국이 이 분야의 조기경보시스템을 구축 및 운영하고 있다. 해운시장의 조기경보를 위한 주요 지표는 해운기업의 경영성과와 주요 거시경제 지표를 활용한다는 특징이 있다.

이렇게 다양한 부문에 걸쳐 구축된 국내 조기경보시스템은 2008년 글로벌 금융위기를 겪으면서 위기 예측력에 의문이 제기되었다. 〈그림 2-8〉은 조기경보시스템의 발전 단계를 세 단계로 구분하여 보여주고 있다. 1단계는 1997년 외환위기가 발생했던 시기에 프로빗/로짓모형, 신호접근법, 인공신경망 등 모수적 접근을 사용해 위기발생 시점을 예측하는 단계이다. 이러한 전통적인 시장예측 모형은 제한된 시장위기에 대한 예측을 목표로 하기 때문에 더욱 종합적이고 포괄적인 시장 진단과 예측에는 한계가 있다.

특히 신호접근법의 기본 가정인 과거의 위기 기간을 바탕으로 미래의 위기를 예측하기에는 위기의 성격이 각각 다르고 비교적 적은 횟수의 제한적인 위기 경험에 근거하여야 하는 한계점이 존재한다. 이에 따라 각국의 중앙은행은 전통적 모형의 한계 극복을 목적으로 취약성 지수를 개발하기 시작하였다. 취약성 지수는 일일 데이터를 기반으로 구축하여 현재 시점의 위기는 판단할 수 있으나 예측에 대한 정보는 없다. 이에 거시경제 충격에 따른 시장별 안정성 파악과 선제적 대응을 위한 미래지향적 스트레스 테스트 분석 기반의 산업위험 관리가 비교적 활발하게 이루어지고 있다.[75]

〈그림 2-8〉 조기경보시스템 발전 단계



자료: 김권식(2021.5.14.), p. 22, 재인용: 박성화 외(2021), p. 163.

75) 박성화 외(2021), p. 163.

뿐만 아니라 기존의 조기경보시스템은 대외공표보다는 기관 내부적으로 위험관리 대상의 모니터링을 위한 정책집행 단계에서 주로 활용된다는 특징이 있다. 앞서 살펴본 운영 사례들 중에서 한국석유공사의 경우 2005년 7월 15일부터 2007년 2월 15일까지 매월 조기경보지수를 공표하였으나 그 이후로는 더 이상 공표하지 않고 있다. 산업연구원에 운영팀을 두고 산업통상자원부를 통해 관리되고 있는 원자재 상시경보시스템은 최근 요소수 사태 등 공급망 혼란을 겪으며 그 중요성이 더 중요해졌음에도 불구하고 2011년에 시스템을 구축하던 당시부터 유관부처 간 정보 공유의 형태로 생성된 정보가 활용되고 있다. 또한 국제통화기금(IMF)과 금융안정위원회(FSB)의 조기경보시스템 운용에 따른 분석결과 또한 양 기관이 대외비로 지정하여 공표하지 않고 있다.

〈표 2-8〉 국내외 조기경보 시스템 운영 사례 비교

구분	부문	담당 기관	주요 위기 사건	위기측정 모형	위험관리대상
국내	외환시장	국제금융센터	아시아 금융위기 글로벌 금융위기	신호접근법	국내주식시장 국내채권시장 외환시장
	금융시장	금융위원회	카드회사 유동성 위기	신호접근법	금융시장
	금융산업	금융감독원		주성분분석	금융산업 개별 금융회사
	석유시장	한국석유공사	오일쇼크	신호접근법	석유
	원자재 시장	산업통상자원부	2011년 원자재 가격 변동성 심화	신호접근법	주요 원자재 16종
	해운시장	해양진흥공사	아시아 금융위기 글로벌 금융위기	신호접근법	국내선사
국회	금융시장	IMF-FSB	글로벌 금융위기	DCSD모형	금융시장
	금융시장	노무라	글로벌 금융위기	Damocles	신흥국 통화시장
	금융시장	CITI은행	글로벌 금융위기	퍼센트랭크	신흥국 외환시장
	해운시장	상해국제 항운연구중심	외환위기 글로벌 금융위기	신호접근법	상해기반 해운선사
	해운시장	닝보항운교역소	외환위기 글로벌 금융위기	신호접근법	닝보기반 해운선사

자료: 박성화 외(2021), p. 162를 참고로 저자 작성

이는 크게 두 가지 목적에 따른 운영방식으로 이해된다. 우선 조기경보시스템의 작성 및 관리 주체가 정부 및 공공기관 중심이라는 점에서 조기경보의 목적이 기업, 산업, 시장 등 위험관리 대상의 상황 점검과 모니터링에 국한됨에 따라 기관 내부자료로만 활용된다는 점이다. 금융위원회의 금융시장 조기경보지수는 앞서 분석한 바와 같이 위기경보지수 산출 이후 금융위원회가 모니터링을 통해 해당 지수를 매월 점검하는 형태로 운영하고 있으며, 금융감독원의 조기경보시스템 또한 6개 조기경보모형을 구축하여 매분기 또는 수시로 운영함으로써 금융회사의 위기수준을 평가하는 데 활용하고 있다. 우리나라 해운시장 또한 주무부처인 해양수산부와 주관기관 및 전문가 등 해운시장 관련 주체들의 협력을 바탕으로 해운시장의 상황을 모니터링하고 평가하는 데 활용하고 있다.

다음으로는 조기경보 대상이 기업, 시장, 산업 등 민간영역이기 때문에 정부와 공공기관의 조기경보가 오히려 민간영역의 행위자들에게 잘못된 신호를 보내거나 혼란을 가지고 올 수 있다는 점에서 내부적으로만 관리 및 활용되고 있는 것으로 판단된다. 이러한 점을 고려했을 때 현실에서 조기경보시스템의 운영과 대외공표, 그리고 조기경보 분석결과에 따른 의사결정과 대안발굴은 신중하게 접근할 필요가 있다.[76]

본 장에서 살펴본 국내외 주요 조기경보시스템 구축사례를 검토한 결과, 조기경보지수 개발 대상은 전 세계 컨테이너 시장이 적합하다고 판단하였다. 해운산업은 전 세계 교역량의 85%를 차지하고, 글로벌 시장에 운송 서비스를 제공하기 때문에 초국가적인 성격을 지닌다. 따라서 우리나라에 국한된 위기 감지보다는 전 세계 운송시장을 대상으로 하는 것이 조기경보지수의 실효성을 확보하는 데 도움이 될 것이다. 또한 조기경보지수가 지닌 예측력의 한계를 극복하기 위해 조기경보지수 개발 과정에서 다양한 모형과

76) Park, Kwon, & Kim(2022), p. 14.

설명변수를 활용할 필요가 있다. 실제로 2015년 개발된 해운시장 조기경보시스템은 적시성과 활용 범위 등의 한계가 노출되어 2019년 운영이 잠정 중단된 바 있다. 해운시장 조기경보시스템에 대한 의구심이 생긴 까닭은 동 모형이 신호접근법이라는 단일 모형에 의존하였고, 해운기업의 부도확률을 바탕으로 산업의 위기를 식별하였기 때문이라 할 수 있다. 기업의 부도확률을 산출하기 위한 재무정보는 공표시점과 집계시점 간 시차가 존재하기 때문에 선제적인 위기 감지를 목적으로 하는 조기경보지수의 적시성에 한계가 존재하기 마련이다. 따라서 해운산업이 복합적인 요인에 의해 영향을 받는다는 것을 고려하였을 때, 조기경보지수 개발 과정에 가능한 모든 정보를 활용하고 단기, 중기, 장기 등 다양한 예측시계와 다모형(a suite of models)을 적용하여 컨테이너 운송시장의 조기경보지수를 개발하는 것이 지수의 실효성과 예측력을 제고하는 데 중요하다고 판단하였다.

03
컨테이너 심리지수 작성 및 유용성 평가

제1절 개요

해상운임이 높은 변동성을 지니는 이유는 해운산업의 수요·공급 구조와 함께 다양한 지정학적 요인과 금융 환경 등에 영향을 받기 때문이다. 시장 참여자의 의사결정은 운임 변동성을 이해하는 데 중요하다고 할 수 있다. 의사결정은 관측 가능한 시장 정보 외에도 시장참여자의 시장에 대한 기대와 전망 등 복합적인 요인에 의해 결정된다. 따라서 투자심리가 운임 변동성에 미치는 영향을 분석하는 것은 학술적으로나 실무적으로 중요한 연구 주제이다.

투자심리를 측정하고 자산 가격에 미치는 영향을 분석한 연구는 주식 시장을 중심으로 발전되어 왔다. Baker & Wurgler(2006)는 폐쇄형 펀드 할인율, 거래량 회전율 등 6개 대용 변수를 활용하여 투자심리를 측정하였으며, Papapostolou et al.(2014)은 Baker & Wurgler(2006)가 제시한 방법론을 건화물선, 컨테이너선, 탱커선 시장에 적용하여 해운시장심리지수를 작성하기도 하였다.

한편, 데이터 과학이 발전하면서 언론 보도의 텍스트 정보를 활용하여 심리를 측정하는 연구가 다양한 분야에서 이루어졌다. 뉴스 빅데이터 분석은 뉴스 데이터가 존재하는 한 지수 개선이 집계 자료에 비해 용이하고, 지수 작성에 대한 비용이 경제적이라는 장점이 있다.[77] 또한 다른 자료에 비해 데이터 구축에 시간이 소요되지 않아 실시간 데이터를 활용할 수 있다는 점도 뉴스 빅데이터 분석의 장점이다.[78] Bai, Lam, &Jakher(2021)는 건화물선 시장의 투자심리를 뉴스 빅데이터를 통해 작성하였으며, 박성화·권장한·김태일(2018)은 국내 기사를 활용하여 해운시장의 신용위험을 측정하였다. 최건우·윤희성·김동원(2019)은 뉴스 데이터를 활용하여 컨테이너 시황에 대한 예측 연구를 수행하였다.

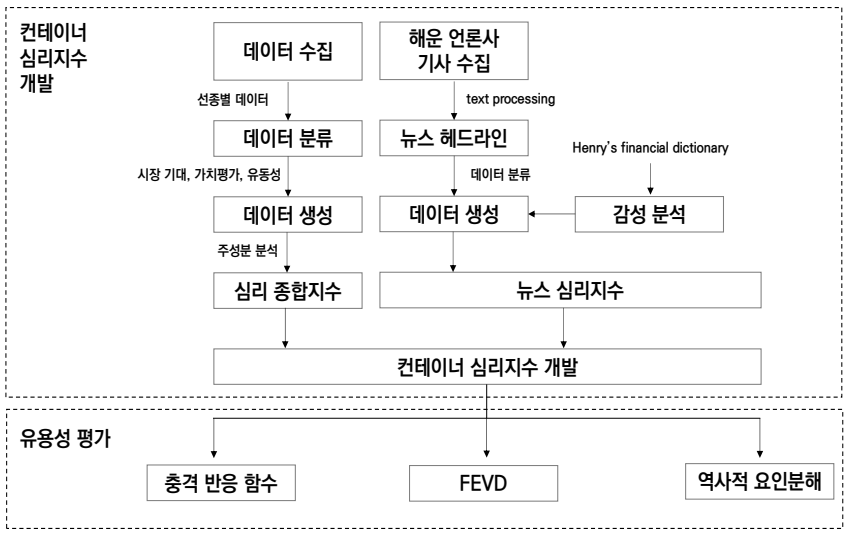
본 장에서는 Papapostolou et al.(2014)의 주성분 분석을 통한 지수 개발 방법과 Bai, Lam, & Jakher(2021)의 뉴스 빅데이터 분석 방법을 조합하여 컨테이너 시장심리지수를 개발하였다. 뉴스의 심리는 호황, 불황과 같은 시장성과에 대한 시장 참여자의 전망 혹은 여론을 바탕으로 작성되기 때문에 심리와 실제 시장성과 간 괴리가 존재할 수 있다. 한편, 정형 데이터인 시장 자료를 바탕으로 측정된 심리는 데이터에서 심리 요인을 추출하는 방법을 사용하기 때문에 실제 시장성과에서 심리의 영향을 파악할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 뉴스 심리는 뉴스가 지닌 속보성과 시의성으로 인하여 시장의 비정상적인 움직임을 포착하기 용이하고, 시장 데이터의 집계·가공에 걸리는 시간을 효율적으로 단축할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 정형 데이터인 시장 자료와 비정형 데이터인 뉴스를 종합하여 비관측 요인인 심리를 측정하는 것은 수요·공급 요인 외에도 다양한 복합적인 원인에 의해 높은 변동성을 보이는 컨테이너 운임에 대한 새로운 통찰을 제공할 수 있다. 본 연구에서 개발된 심리지수를 통해 선주, 용선사, 트레이더,

77) 박성화·권장한·김태일(2018), p. 283.
78) 최건우·윤희성·김동원(2019), p. 274.

투자자, 정책 담당자 등 해운 시장 참여자에게 중요한 시사점을 제공할 수 있기를 기대한다.

본 장의 구성은 다음과 같다. 통계적 기법을 적용하여 심리지수를 개발하기 위해 컨테이너 선종별 시장의 데이터를 수집하였다. 시장 기대, 가치평가, 유동성 항목에 포함된 데이터의 주성분을 추출하여 심리 종합지수를 개발하였다. 다음으로 뉴스 심리지수는 해운 언론사 기사의 헤드라인을 수집하여 감성분석을 수행하였으며, 감성 사전 분류를 종합하여 뉴스 심리지수를 개발하였다. 컨테이너 심리지수는 개발된 두 지수의 주성분으로 산출하였다. 마지막으로 구조형 벡터자기회귀모형의 분석 방법인 충격반응함수, 예측오차 분산분해(FEVD: Forecast Error Variance Decomposition), 역사적 요인분해(HD: Historical Decomposition)를 적용하여 개발된 지수의 컨테이너 운임변동에 대한 설명력을 평가하였다.

〈그림 3-1〉 컨테이너 심리지수 개발



자료: 저자 작성

제2절 컨테이너 심리지수 개발

1. 통계적 기법

주성분 분석을 활용한 심리 종합지수 작성을 위해 컨테이너 시장을 소형(1,000TEU~2,999TEU), 중형(3,000TEU~7,999TEU), 그리고 대형(8,000 TEU~11,999TEU)으로 분류하였다. 심리지수 작성 기간은 2003년 3월부터 2023년 1월이며, 데이터 출처는 Clarkson의 Shipping Intelligence Network이다. 통계적 기법을 적용한 컨테이너 시장 심리지수는 Papapostolou et al.(2014)의 방법론을 참고하였다. 시장 기대, 가치평가, 유동성에 해당하는 대용 변수를 구성하여 컨테이너 심리지수를 작성하였다. 지수 작성에 사용된 대용 변수에 관한 설명은 다음과 같다.

첫째, 시장 기대 부문은 순계약(NC: net contracting), 소요 자본(MC: Money Committed)으로 구성되었다. 순계약은 선박 수주잔량과 관련된 변수로서 아래의 식과 같이 산출되었다. 식에서 i는 t시점의 컨테이너 선종별 시장이며, $order$는 선박 수주잔량이다. del은 인도량을 나타내며, $scrap$은 폐선된 선박의 수를 나타낸다. 순계약은 선박 수주잔량에 인도량과 폐선량을 제외함으로써 신규 선대에 대한 시장의 순투자를 나타낸다.

$$NC_{i,t} = (order_{i,t} - order_{i,t-1} + del_{i,t}) - scrap_{i,t} \quad \text{[식 3-1]}$$

Green & Hanson(2015)에 따르면, 선사는 고수익에 공격적으로 투자를 단행하는 습성이 있으나 이러한 투자는 낮은 미래 수익률로 이어진다고 하였다. 이러한 현상은 선사가 긍정적인 시황이 이어질수록 시장에 대한 초낙관주의적(overoptimistic) 전망을 유지하고, 선사의 투자행태에는 군집

행동(herding behavior)이 존재하기 때문이라 하였다. 따라서 해운기업의 시장에 대한 평가가 긍정적일수록 신조 발주가 증가하므로 순계약과 시장 심리는 양의 상관관계를 지닐 것으로 판단할 수 있다.

소요 자본은 신규 선박에 소요되는 자본으로서 아래와 같은 식을 통해 구하였다. 아래 식에서 P_{it}^{new}는 i부문의 신조선 가격을 의미한다. 소요 자본은 시장의 자본 능력과 신규 선박 투자에 대한 경향을 나타낸다. 선사와 금융회사의 신규 투자 증가는 시황에 대한 평가가 긍정적임을 의미하므로 소요 자본과 시장 심리는 양의 상관관계를 지닐 것으로 예상할 수 있다.

$$MC_{i,t} = order_{i,t} \times P_{i,t}^{new} \quad \text{[식 3-2]}$$

선박 수익률(PE: price-to-earning)과 신조선 대비 중고선(SNB: Second-Hand-to-newBuilding) 가격 비율을 통해 시장의 가치평가 부문을 분석하였다. 선박 수익률은 1년 용선료($earn_{it}$) 대비 5년 중고선가(P_{it}^{sch})로 정의하였다. 수익률이 높다는 것은 용선료(수익)에 비해 중고선가가 높다는 것을 의미하므로 낮은 투자심리를 나타내는 것으로 해석할 수 있다.

$$PE_{i,t} = \frac{P_{i,t}^{sch}}{earn_{i,t}} \quad \text{[식 3-3]}$$

시장이 호황일 때, 신조선이 중고선에 비해 경제적 수명이 길고, 효율적이라는 장점이 있음에도 불구하고 선사는 중고선을 확보하여 즉각적인 수익을 창출하려 할 것이다. 신조선 대비 중고선 가격 비율은 이와 같은 선사의 행태를 나타내는 지표이다. SNB는 시장 참여자가 즉각적인 선박 투입을 얼마나 선호하는지를 나타내는 지표로 시장에 대한 낙관적인 전망을 측정하는 지표라 할 수 있다.

$$SNB_{i,t} = \frac{P_{i,t}^{sch}}{P_{i,t}^{new}} \quad \text{[식 3-4]}$$

마지막으로 회전율(turnover)은 컨테이너 시장의 상대적인 유동성을 의미한다. t-시점의 회전율은 선박 대비 중고 선박 매매의 12개월 이동평균으로 정의하였다. 중고 선박 거래가 활발하게 이루어졌다는 것은 현재 시장에 대한 전망이 낙관적인 것으로 해석할 수 있으므로 회전율과 투자심리는 양의 상관관계를 지닐 것이다. 아래 식에서 M은 12이며, $Sale_{ip}$는 i 시장의 p시점 중고선 매매이며, $Fleet$는 전체 선박 수를 의미한다.

$$TURN_{i,t} = \frac{1}{M} \sum_{p=t-M+1}^{t} \frac{Sale_{i,p}}{Fleet_{i,p}} \quad \text{[식 3-5]}$$

〈표 3-1〉 해운심리지수 구성변수(종합지수 방법)

분류	변수	심리와의 관계(예상부호)
시장 기대	순계약(NC)	+
	소요 자본(MC)	+
가치평가	선박 수익률(PE)	−
	신조선 대비 중고선 가격(SNB)	+
유동성	회전율($TURN$)	+

자료: 저자 작성

컨테이너 심리지수는 다음과 같은 과정을 통해 작성되었다. 앞서 소개한 시장별 5개 구성변수를 작성한 후, HP(Hodrick-Prescott) 필터를 적용하여 각 변수의 추세를 제거하였다. 투자심리는 관측 가능한 시장 정보 외에도 시장에 대한 기대 및 전망 등 복합적인 요인에 의해 결정되므로 세계 경기에 영향을 많이 받을 것이다. 본 연구는 각 구성변수가 지닌 경기적 요인을 제거하기 위해 종속변수가 구성변수이고, 독립변수는 OECD 산업

생산지수 성장률 및 경기 침체 더미인 회귀식을 추정하여 얻은 잔차항을 통해 경기적 요인에 대한 직교화(orthogonalization)를 수행하였다.

$$v_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \Delta IP_t^{G7} + \beta_2 D_t^{G7} + \epsilon_{i,t},$$

$$v_{i,t}^{\perp} = \epsilon_{i,t} \quad \text{[식 3-6]}$$

직교화한 변수를 표준화한 후, 5개 대용 변수에 주성분 분석(PCA: Principal Component Analysis)을 적용하였다. 주성분 분석은 다변량 자료의 변동을 변수의 선형결합 형태로 이루어진 새로운 변수(주성분)로 나타내는 방법이다.[79] 5개 대용 변수의 공통성분을 시장별 심리지수로 산출하였으며 [식 3-7]부터 [식 3-9]의 가중치는 PCA를 통해 산출되었다. 각 시장별 대용 변수의 가중치는 다음과 같다.

$$SENTI_{large,t}^{\perp} = 0.36NC_{large,t}^{\perp} + 0.30MC_{large,t}^{\perp} + 0.17TURN_{large,t}^{\perp} - 0.09PE_{large,t}^{\perp} + 0.08SNB_{large,t}^{\perp} \quad \text{[식 3-7]}$$

$$SENTI_{medium,t}^{\perp} = 0.38NC_{medium,t}^{\perp} + 0.25MC_{medium,t}^{\perp} + 0.17TURN_{medium,t}^{\perp} - 0.13PE_{medium,t}^{\perp} + 0.08SNB_{medium,t}^{\perp} \quad \text{[식 3-8]}$$

$$SENTI_{small,t}^{\perp} = 0.34NC_{small,t}^{\perp} + 0.23MC_{small,t}^{\perp} + 0.21TURN_{small,t}^{\perp} - 0.16PE_{small,t}^{\perp} + 0.07SNB_{small,t}^{\perp} \quad \text{[식 3-9]}$$

79) 변진호·김근수(2013), p. 234.

앞의 과정을 통해 생성된 시장별 심리지수 $SENTI^{\perp}_{large}$, $SENTI^{\perp}_{medium}$, $SENTI^{\perp}_{small}$에 주성분 분석을 적용하여 컨테이너 심리지수를 개발하였다. 대형 컨테이너 시장의 경우, 데이터 확보가 가능한 시점이 2017년 6월부터이기 때문에 2017년 6월 이전은 소형과 중형 시장의 심리지수의 주성분을 활용하였고, 2017년 6월 이후 심리지수는 소형, 중형 및 대형의 주성분을 심리지수로 개발하였다. 이때 심리지수의 통계적 특성을 유지하기 위해 소형·중형·대형으로 구성된 심리지수의 평균과 표준편차(SD: Standard Deviation)를 소형·중형 심리지수와 일치시켜서 연장하였다. 마지막으로 생성된 심리지수의 평균이 100, SD가 10이 되도록 조정하였다. 따라서 심리지수는 100을 기준으로 100을 초과하면 컨테이너 시장의 투자심리가 강화됨을 의미하고 100 미만이면 투자심리가 위축된 상황으로 해석할 수 있다.

2. 감성분석

투자 심리가 자산 가격의 변동을 이해하는 데 중요한 역할을 함에도 불구하고 직접적으로 심리를 관측하는 것은 불가능하기 때문에 실증 분석 활용에 어려움이 존재하였다.[80] 그러나 최근 들어 텍스트에 담긴 메시지의 주관적인 정보에서 긍정 및 부정 정도를 분석하는 감성분석(sentiment analysis)이 발전하면서 텍스트 데이터를 바탕으로 한 심리지수 작성이 진행되고 있다.[81] 사회과학 분야에서의 연구는 텍스트 데이터에 대한 인간의 의사결정을 이해하기 위해 감성분석을 적극적으로 활용하고 있다.[82]

80) Soo(2018), p. 3679.
81) Baker, Bloom, & Davis(2016)와 Saphiro, Sudhof, & Wilson(2022)은 뉴스 기사를 바탕으로 경제의 불확실성을 측정하는 지수를 개발하였다.
82) Prollochs, Feuerriegel, & Neumann(2016), p. 67.

뉴스, 소셜 미디어 등 다양한 텍스트 데이터 중 뉴스를 바탕으로 감성 분석을 수행하는 연구는 언론의 정보전달자 역할을 강조한다.[83] 기사의 객관성과 공정성을 달성하기 위한 보도 규범을 바탕으로 유사한 사건이 발생하였을 때, 언론인이 공통적으로 사용하는 어휘가 존재하고, 언론보도는 시장 데이터, 전문가 의견, 여론 등 다양한 정보를 기초로 작성되므로 뉴스는 시장의 심리를 측정을 위한 의미 있는 정보원이 될 수 있다.[84]

컨테이너 운임의 투자심리를 측정하기 위해 분석 기간인 2017년 10월부터 2023년 1월까지 6개 해운 전문언론사의 13,279건 기사를 수집하였다.

〈표 3-2〉 해운 전문언론사

언론사	수집 기간
FreightWaves	2017년 10월~2023년 7월
gCaptain	
Hellenic Shipping News	
Marine Link	
The Maritime Executive	
TradeWinds	

자료: 저자 작성

수집된 기사가 얼마나 긍정(부정)적인 시각을 담고 있는지 파악하기 위해서는 기사에 사용된 단어의 감성을 분석할 수 있는 감성 사전(lexicon)이 필요하다. 감성 사전은 수천 개의 단어로 구성되어 있으며, 각 단어는 −1(가장 부정적)에서 +1(가장 긍정적)까지 수치화된 감성 점수를 지닌다.[85] 기사에 내포된 감성을 분석하기 위해서는 해당 분야에서 사용되는 용어로 구성된 감성 사전의 적용이 중요한데, 이유는 일상적인 블로그와 경제·금융 분야에서 사용되는 용어의 쓰임새와 의미가 다를 수 있기 때문

83) Alexopoulos & Cohen (2009), p. 4.
84) 박성화·권장한·김태일(2018), p. 282.
85) Bai, Lam, & Jakher(2021), p. 4.

이다. 따라서 본 연구는 경제 및 금융분야의 감성을 분석하기 위해서 작성된 Henry's financial dictionary(Henry, 2008)를 적용하여 뉴스 심리지수를 작성하였다.

뉴스 심리지수는 다음과 같이 작성되었다. 먼저 6개 해운 전문언론사의 월별 기사를 수집한 후, Henry's financial dictionary를 바탕으로 각 기사 제목의 감성을 분석한다. 기사의 감성은 긍정도($\#positive$)와 부정도($\#negative$)의 차이로 계산된다. i언론사에서 발표한 j기사의 t시점 감성을 $NEWS$라 한다면, 각 기사의 감성은 [식 3-10]과 같이 구할 수 있다.

$$NEWS_{i,j,t} = \#positive_{i,j,t} - \#negative_{i,j,t} \quad \text{[식 3-10]}$$

i언론사의 t시점 뉴스 심리지수는 표준화된 기사 $Z_{i,t}$의 평균으로 구했으며, t시점 뉴스 심리지수는 언론사의 심리지수의 평균으로 산출하였다. 종합지수와 마찬가지로 뉴스 심리지수도 평균이 100, SD가 10이 되도록 조정하여, 100을 기준으로 시장의 감성을 판단하도록 하였다.

$$SENTI_{i,t}^{NEWS} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Z_{i,t} \quad \text{[식 3-11]}$$

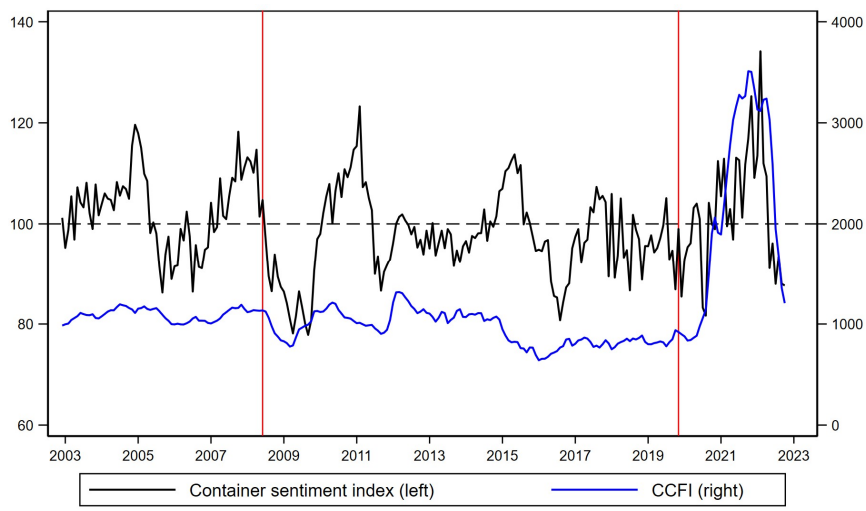
$$SENTI_{t}^{NEWS} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} SENTI_{i,t}^{NEWS} \quad \text{[식 3-12]}$$

3. 컨테이너 심리지수 개발 결과

컨테이너 심리지수는 앞서 개발한 종합지수 방법의 심리 지수와 뉴스 빅데이터 감성분석을 활용한 심리지수의 주성분을 추출하여 작성하였다. 뉴스 심리지수의 경우 지수 개발 기간이 2017년 10월부터이므로 2017년 10월 이전까지는 종합지수 방식의 심리지수를 활용하였고, 10월 이후부터는 뉴스 심리지수와 종합지수의 주성분으로 시계열을 연장하였다.

〈그림 3-2〉는 주성분 분석을 활용한 컨테이너 시장의 심리지수 개발 결과를 보여준다. 그림에서 검은 선은 심리지수를 의미하며, 푸른 선은 중국 컨테이너 운임지수(CCFI: China Containerized Freight Index)이다. 붉은 수직선은 컨테이너 시장에 있었던 주요 사건이 발생한 시기로 2008년 9월(글로벌 금융위기)과 2020년 2월(COVID-19 팬데믹)이다.

〈그림 3-2〉 심리지수와 CCFI



자료: 저자 작성

제3절 심리지수의 유용성 평가

본 절에서는 투자심리가 운임에 미치는 영향을 분석하여 작성된 심리지수의 유용성을 점검하였다. 구조형 벡터자기회귀모형을 통해 컨테이너 시장의 수요, 공급, 선박 활용(utilization of fleet) 및 심리 충격을 식별하고 충격반응함수, 예측오차 분산분해, 그리고 역사적 요인분해를 활용하여 운임 변동성에 대한 심리 충격의 영향을 실증 분석하였다.

1. 데이터 및 분석 방법

1) 데이터

컨테이너 시장의 수요는 해상운송을 필요로 하는 상품 생산에 영향을 받는다. 따라서 해운 수요는 교역과 같은 실물 경제활동과 밀접한 관련이 있는데, 본 연구는 컨테이너 운송에 대한 수요변수로 네덜란드 경제분석기관(CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis)의 세계교역지수(WTI: World Trade Index)를 사용하였다. WTI는 전 세계 교역의 약 99%를 차지하는 81개국의 교역 데이터로 작성된다.[86] 한편, 공급은 상선 용적량과 관련이 있으므로 본 연구는 세계 컨테이너 선대 규모(fleet development)를 공급의 대용 변수로 설정하였다. 마지막으로 컨테이너 해운시장의 가격인 운임은 CCFI를 활용하였다. 선대 증감과 CCFI는 Clarksons의 Shipping Intelligence Network의 자료를 활용하였다. 마지막으로 본 연구에서 작성된 심리지수를 모형에 포함하여 컨테이너 해운시장의 투자심리 영향을 분석하였다.

86) Ebregt(2016), p. 4.

〈표 3-3〉 데이터 설명 및 출처

변수	설명	출처
WTI	세계교역지수	CPB
FLEET	컨테이너 선대 규모	Clarkson
CCFI	중국 컨테이너 운임지수	Clarkson
SENTI	컨테이너 해운시장 심리지수	저자 작성

자료: 저자 작성

Augmented Dicky-Fuller 검정 결과, *WTI*와 *CCFI*는 로그-차분과 로그-HP필터, 즉 로그를 취한 후 HP필터를 적용하여 추세를 제거한 변수가 단위근이 없는 정상(stationary) 시계열로 나타났으며, *FLEET*는 로그-HP 필터를 제외한 모든 변환이 정상성을 지닌 것을 확인할 수 있었다. *SENTI*는 원계열 및 모든 변환에서 정상성을 확보한 것으로 나타났다.

〈표 3-4〉 단위근 검정

변수	원계열	로그-수준	로그-차분	로그-HP필터
WTI	-1.83	-2.14	-18.12***	-4.51***
FLEET	-7.93***	-11.55***	-4.98***	-1.52
CCFI	-1.29	-1.29	-7.47***	-4.32***
SENTI	-5.76***	-5.69**	-22.17***	-5.92**

자료: 저자 작성

단위근 검정 결과에 따라 *WTI*, *FLEET*, 및 *SENTI*는 로그-차분변수를 사용했으며, *CCFI*는 로그를 취한 후 HP 필터를 통해 추세를 제거한 순환변동치를 사용하였다. 모형에 사용된 변수의 기초통계량은 〈표 3-5〉와 같다.

〈표 3-5〉 기초 통계량

변수	관측치	평균	SD
Δwti	238	0.29	2.50
$\Delta fleet$	238	0.27	0.30
$ccfi^{hp}$	239	0.00	18.64
$\Delta senti$	238	0.15	6.49

자료: 저자 작성

2) 구조형 벡터자기회귀모형

본 연구는 컨테이너 해운시장의 수요, 공급, 선대 운용 및 심리 충격을 식별하기 위해 다음과 같은 4변수 SVAR모형을 사용하였다.

$$B_0 Y_t = c + \sum_{i=1}^{p} B_i Y_{t-i} + \varepsilon_t,\ \varepsilon_t \sim iid(0, I_K) \qquad [식\ 3\text{-}13]$$

위 식에서 $Y_t = [\Delta wti, \Delta fleet, ccfi^{hp}, \Delta senti]'$으로서 세계교역지수, 컨테이너 선대 규모, 컨테이너 운임, 그리고 심리지수로 구성된 (4×1)벡터이다. p는 아케이케 정보기준(AIC: Akaike Information Criterion)에 따라 4로 설정하였다. B_0는 경제 구조에 따른 충격승수행렬(impact multiplier matrix)인데, B_0는 관측 불가능하기 때문에 연구자는 다음과 같은 축약형(reduced form) VAR모형을 추정한다.

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^{p} A_i Y_{t-i} + u_t \qquad [식\ 3\text{-}14]$$

$$단,\ A_i = B_0^{-1} B_i,\ u_t = B_0^{-1} \varepsilon_t \qquad [식\ 3\text{-}15]$$

[식 3-14]와 [식 3-15]를 통해 SVAR모형과 축약형 VAR모형은 충격행렬 B_0를 매개로 한 관계임을 확인할 수 있다. 즉 SVAR모형의 구조적 교란항 ε_t와 근본적(fundamental) 교란항 u_t는 충격행렬 B_0에 의해 정해지는데, B_0의 추정은 각 교란항의 분산-공분산 행렬(variance-covariance matrix)을 통해 이루어진다.

$$E(u_t u_t') = B_0^{-1} E(\varepsilon_t \varepsilon_t') B_0^{-1\prime} = B_0^{-1} B_0^{-1'} = \Sigma_u, \qquad \text{[식 3-16]}$$

[식 3-16]에서 Σ_u의 자유도는 $K(K+1)/2$인 반면 B_0는 $(K \times K)$행렬이므로 고유한 B_0를 얻기 위해 B_0에 대한 제약이 추가적으로 필요하다. B_0의 식별은 주로 경제학적 이론을 바탕으로 하는데, 본 연구는 촐레스키(Cholesky) 분해를 통한 단기제약(short-run restriction)을 사용하여 충격을 식별하였다. 단기제약을 적용한 근본적 교란항과 구조적 교란항의 관계는 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} u_t^{dem} \\ u_t^{sup} \\ u_t^{util} \\ u_t^{senti} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_t^{dem} \\ \varepsilon_t^{sup} \\ \varepsilon_t^{util} \\ \varepsilon_t^{senti} \end{bmatrix} \qquad \text{[식 3-17]}$$

위 식에서 ε_t^{dem}, ε_t^{sup}, ε_t^{util} 및 ε_t^{senti}는 각각 수요 충격, 공급 충격 및 선대 운용 충격, 심리 충격을 나타낸다. [식 3-17]의 하방삼각행렬(lower triangular matrix)은 각 충격에 대한 변수의 시차 관계를 나타낸다. 예를 들어, 위의 변수 순서(ordering)에서 t-기에 발생한 수요는 동기에 자신의 충격에만 영향을 받지만 심리는 수요, 공급, 운용 및 심리 모든 변수 충격에 영향을 받음을 의미한다.

변수 순서에 대한 가정은 다음과 같다. 수요는 4변수 SVAR모형에서 가장 외생적이며, 수요 충격은 충격이 발생한 시기에 모든 변수에 영향을 주지만 공급과 운임, 심리 충격은 시차를 두고 수요에 영향을 준다고 가정하였다. 이와 같은 가정은 해운시장의 수요와 운임 간 시차관계를 분석한 연구와 동일하다. Park, Kwon, & Kim(2021)은 세계 경기가 선박 투자와 운임에 그랜저 인과(Granger cause)함을 밝힌 바 있으며, Nomikos & Tsouknidis(2023)도 수요를 가장 외생적으로 가정하여 분석한 바 있다.

공급 충격은 사고 및 손실, 선사의 경영악화에 따른 선박압류, 신규 건조 부문 취소로 인해 발생할 수 있다. 환경규제 또한 선대 규모에 영향을 주는 요인이다.[87] 공급 충격은 수요와 자신의 충격에 동시적으로 영향을 받는다고 가정하였는데, 이는 Park, Kim, & Kwon(2023)의 변수 순서와 일치한다. 신규 선박 건조에 시간이 소요된다는 점에서 선복량은 단기에 비탄력적이지만, 신규 선박 투입 외에 선사는 경기 상황에 따라 폐선을 늦추는 등 공급을 조정할 수 있다는 점에서 수요 충격의 영향을 받는다고 가정하였다. 선대 운용 충격은 수요와 공급 요인 외에 운임 변동을 유발하는 요인으로 항만 정체, 항만 폐쇄 등과 같은 지정학적 사건 등에 의해 촉발될 수 있다.[88] 선대 운용 충격은 운임에는 즉시 영향을 주지만 수요와 공급에는 시차를 두고 영향을 주는 것으로 설정하였다. 마지막으로 투자심리는 시장 정보와 기대, 의사결정자의 본능 등 시장 관련 모든 정보가 반영되기 때문에 내생변수 벡터의 제일 마지막에 배치하였다.

(1) 충격반응함수 분석

컨테이너 해운시장에서 투자심리 충격이 운임에 미치는 영향을 동태적으로 분석하기 위해 충격반응함수(IRF: Impulse Response Function) 분석을

87) Nomikos & Tsouknidis(2023), p. 567.
88) Nomikos & Tsouknidis(2023), p. 567.

수행하였다. IRF는 어떤 변수에 발생한 예상치 못한 변화가 다른 변수에 미치는 영향을 동태적으로 표현한 함수로서 시계열 분석에서 널리 사용되는 방법론이다. IRF 도출을 위해 SVAR모형을 벡터이동평균(VMA: Vector Moving-Average)으로 변환하면 다음과 같다.

$$y_t = \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i u_{t-i} = \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i B_0^{-1} B_0 u_{t-i} = \sum_{i=0}^{\infty} \Theta_i \varepsilon_{t-i} \quad \text{[식 3-18]}$$

단, $\varepsilon_{t-i} = B_0 u_{t-i},\ \Theta_i \equiv \Phi B_0^{-1}$

IRF는 한 변수의 구조적 교란항 ε_t에 충격이 발생할 때, 다른 변수 y_t^i의 미래($t+h$) 반응을 나타내는 함수로 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\frac{\partial y_t}{\partial \varepsilon'_{t-i}} = \frac{\partial y_{t+i}}{\partial \varepsilon'_t} = \Theta_i \quad \text{[식 3-19]}$$

(2) 예측오차 분산분해(FEVD)

본 연구는 IRF 분석을 통한 투자심리 충격이 운임에 미치는 영향 분석 외에도 운임 변동에 대한 수요, 공급, 선대 운용 및 심리 충격의 설명력을 살펴보기 위해 FEVD를 구하였다. FEVD는 내생변수 변동에 대한 각 오차항의 상대적 중요도를 측정하는 수단으로서, 한 변수의 평균제곱 예측오차(MSPE: Mean Squared Prediction Error)에 대해 각 충격이 지닌 설명력을 분석하는 방법이다.[89] VAR모형의 h-기 이후 예측오차는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

89) 김명직·장국현(1998), p. 388; Kilian & Lutkepoh(2017), p. 113.

$$y_{t+h} - y_{t+h|t} = \sum_{t=0}^{h-1} \Phi_i u_{t+h-i} = \sum_{t=0}^{h-1} \Theta_i \varepsilon_{t+h-i} \quad \text{[식 3-20]}$$

단, $\varepsilon_{t-i} = B_0 u_{t-i}$, $\Theta_i \equiv \Phi B_0^{-1}$

따라서, h기의 MSPE는 다음과 같다.

$$\text{MSPE}(h) = E[(y_{t+h} - y_{t+h|t})(y_{t+h} - y_{t+h|t})'] = \sum_{i=0}^{h-1} \Phi_i \Sigma_u \Phi_i'$$

$$= \sum_{i=0}^{h-1} \Theta_i \Sigma_\varepsilon \Theta_i'$$

그런데, $\Sigma_\varepsilon = I_k$ 이므로,

$$\text{MSPE}(h) = \sum_{i=0}^{h-1} \Theta_i \Theta_i' \quad \text{[식 3-21]}$$

만약 $\theta_{kj,h}$를 Θ_h의 k의 j번째 성분이라고 하면 j번째 충격으로 설명되는 y_{kt}의 h-기 MSPE는 아래의 식과 같다.

$$\text{MSPE}_{\text{j}}^{\text{k}}(h) = \theta_{kj,0}^2 + \cdots + \theta_{kj,h-1}^2 \quad \text{[식 3-22]}$$

y_{kt}의 h-기 전체 MSPE는 다음과 같다.

$$\text{MSPE}^{\text{k}}(h) = \sum_{j=1}^{K} \text{MSPE}_{\text{j}}^{\text{k}}(h) = \sum_{j=1}^{K} (\theta_{kj,0}^2 + \cdots + \theta_{kj,h-1}^2) \quad \text{[식 3-23]}$$

j충격이 k의 전체 MSPE에서 차지하는 비중은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$1 = \frac{\mathrm{MSPE}_1^{\mathrm{k}}(h)}{\mathrm{MSPE}^{\mathrm{k}}(h)} + \frac{\mathrm{MSPE}_2^{\mathrm{k}}(h)}{\mathrm{MSPE}^{\mathrm{k}}(h)} + \cdots + \frac{\mathrm{MSPE}_{\mathrm{K}}^{\mathrm{k}}(h)}{\mathrm{MSPE}^{\mathrm{k}}(h)} \quad \text{[식 3-24]}$$

위 식에서 $\mathrm{MSPE}_{\mathrm{j}}^{\mathrm{k}}(h)/\mathrm{MSPE}^{\mathrm{k}}(h)$는 k의 표준오차 분산에서 j충격으로 설명되는 비중이라 할 수 있다.

(3) 역사적 요인분해

앞서 살펴본 IRF와 FEVD를 통해 우리는 변수의 평균적인 움직임을 분석할 수 있지만 어떤 충격이 변수의 실제 변화를 유발하였는지를 분석하는 데는 한계가 있다.[90] 역사적 요인분해(HD: Historical Decomposition)는 SVAR을 통해 식별된 구조적 충격이 실제 변수의 움직임을 얼마나 설명할 수 있는지를 분석할 수 있게 해준다. 본 연구를 예로 들면, 역사적 요인분해를 통해 글로벌 금융위기 등 컨테이너 해운시장의 주요 사건이 발생하였을 때 수요, 공급, 선대 운용 및 심리 충격 중 어떠한 충격이 운임의 변동 원인이었는지를 분석할 수 있다.

공분산이 정상성을 지녔고, 1에서부터 t-기까지로 구성된 데이터를 지닌 VAR모형의 t-시점은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$y_t = \sum_{s=0}^{t-1} \Theta_s \varepsilon_{t-s} + \sum_{s=t}^{\infty} \Theta_s \varepsilon_{t-s} \quad \text{[식 3-25]}$$

위 식은 y_t가 구조적 교란항인 $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_t$에 의해 결정됨을 보여준다. 그런데 관측 데이터 이전 시점($t < 1$)에서는 구조적 교란항 추정이 불가능하다. t가 증가함($t \to \infty$)에 따라 [식 3-25] 우변의 두 번째 항은 0에 가까워지며 다음과 같은 근사관계가 성립하게 된다.

90) Kilian & Lutkepoh(2017), p. 116.

$$\hat{y_t} = \sum_{s=0}^{t-1} \Theta_s \varepsilon_{t-s} \qquad \text{[식 3-26]}$$

HD는 다음과 같은 과정을 거쳐 구할 수 있다. ① 구조적 이동평균 계수인 $\Theta_1,...,\Theta_{t-1}$을 추정한다. ② 구조적 교란항 $\varepsilon_t = B_0 u_t$를 추정한다(단, $t = 1,...,T$). ③ 구조적 교란항과 상응하는 충격반응 가중치를 대응하여 $\widehat{y_k^{(j)}}$를 산출한다. 예를 들어, 4변수로 구성된 VAR모형($K = 4$)에서 각 충격이 4번째 변수의 역사적 변동에 미친 영향이 궁금하다면 역사적 요인분해는 다음과 같은 가중 합계(weighted sum)로 구할 수 있다.

$$\widehat{y_{4t}^{(1)}} = \sum_{s=0}^{t-1} \theta_{41,s} \varepsilon_{1,t-s},\ \widehat{y_{4t}^{(2)}} = \sum_{s=0}^{t-1} \theta_{42,s} \varepsilon_{2,t-s},$$

$$\widehat{y_{4t}^{(3)}} = \sum_{s=0}^{t-1} \theta_{43,s} \varepsilon_{3,t-s},\ \widehat{y_{4t}^{(4)}} = \sum_{s=0}^{t-1} \theta_{44,s} \varepsilon_{4,t-s} \qquad \text{[식 3-27]}$$

위 식에서 $\theta_{jk,s}$는 k번째 변수 충격에 대한 j의 구조적 이동평균 계수이고, $\varepsilon_{k,t}$는 t-시점의 k번째 변수 충격을 의미한다. $\widehat{y_t^{(j)}} = (\widehat{y_{41}^{(j)}},...,\widehat{y_{4T}^{(j)}})'$은 j 충격에 대한 4번째 변수의 역사적 누적 영향을 나타낸다.

$$\widehat{y_{4t}} = \sum_{j=1}^{K} \widehat{y_{4t}^{(j)}} \qquad \text{[식 3-28]}$$

2. 분석 결과

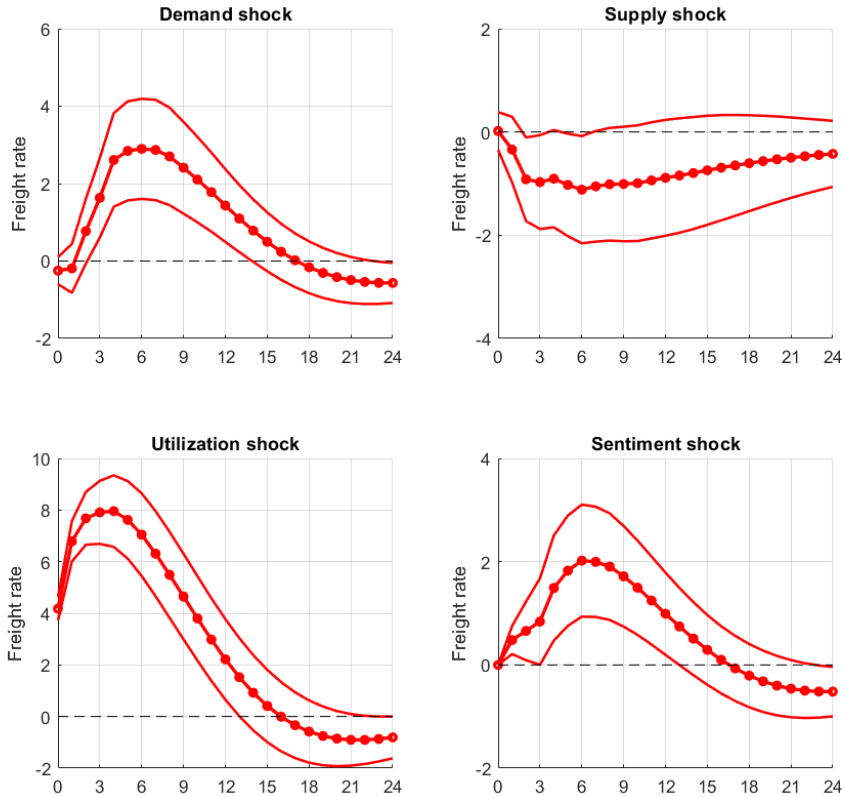
1) 충격반응함수 분석

〈그림 3-3〉은 단기제약을 통해 식별된 1 SD 충격에 대한 운임의 충격반응함수이다. 그림에서 원이 있는 붉은 선은 OLS 추정치이며 실선은 1 SD 신뢰구간으로 Goncalves & Kilian(2004)의 recursive-design wild bootstrap을 2,000번의 반복 과정을 거쳐 계산하였다. 로그-차분을 사용한 변수는 누적(cumulative) IRF를 제시하였음을 밝힌다.

운임의 충격반응함수를 살펴보면, 수요에 예상치 못한 변화(충격)의 발생은 운임을 유의하게 상승시키는 것으로 나타났다. 수요 충격 발생 후 3개월이 지난 시점부터 운임은 상승하기 시작하여, 7개월 후에 약 2.89%의 정점을 보인 후, 점차 하락하는 것으로 나타났다. 선대 규모 증가에 따른 공급충격은 충격 발생 시점으로부터 즉각적이고 급격한 운임 하락을 유발하는 것을 확인할 수 있다. 공급 충격은 6개월 이후 운임을 -1.12%까지 하락시킨 뒤 점차 회복하는 보이는 모습을 보인다. 이처럼 수요 충격이 가격(운임) 상승을 유발하는 한편, 공급 충격으로 인해 가격이 하락하는 모습은 전통적인 수요·공급 곡선의 움직임을 실증적으로 확인한 결과라 할 수 있다.

본 연구에서 고려한 네 가지 요인 중에서 선대 운용 충격이 운임을 가장 크게 변화시키는 것으로 나타났다. 선대 운용 충격은 즉각적으로 운임을 상승시키며, 2개월 이후 약 8.00%의 운임 상승을 이끌지만 가파른 하락을 보이며, 24개월 후에는 -0.81%까지 운임 하락을 유발하는 것을 확인할 수 있다. 선대 운용 충격은 컨테이너 해운시장의 수요·공급 요인 외에 운임의 변동을 유발할 수 있는 지정학적 사건에 의해 발생할 수 있으므로 일시적인 시장의 불균형은 운임의 변동성을 확대하나 일정 기간이 지난 후 운임이 다시 정상화되는 것으로 해석할 수 있을 것이다.

〈그림 3-3〉 운임의 충격반응함수



주: 1 SD 충격에 대한 운임의 충격반응함수. 원이 있는 붉은 실선은 OLS 추정치이며 실선은 1 SD 신뢰구간임. 분석기간: 2003년 4월~2023년 1월

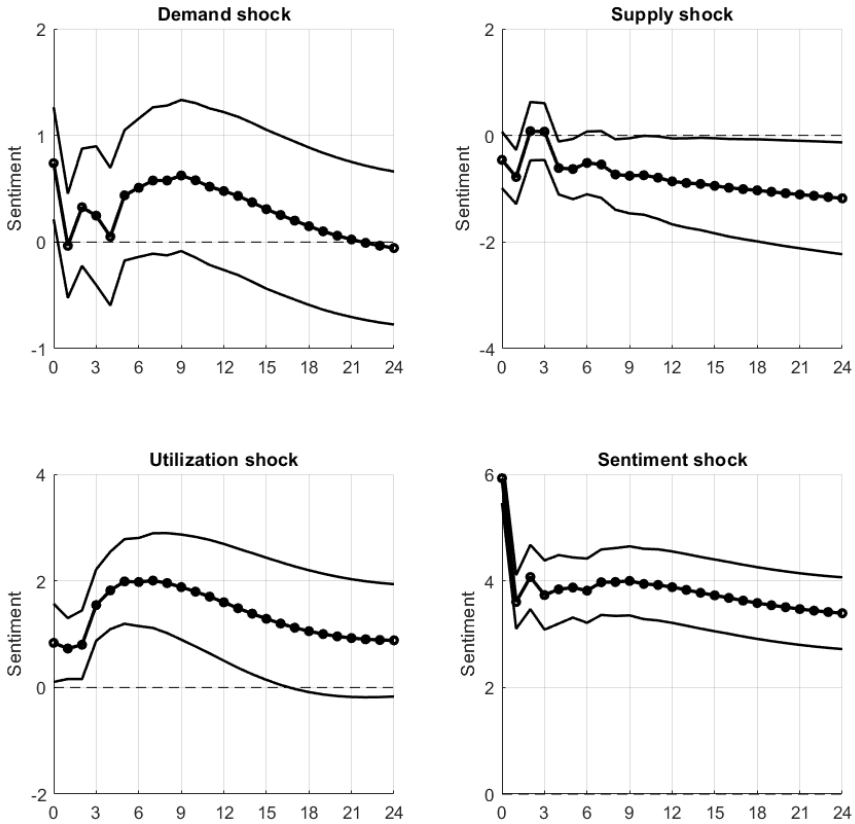
마지막으로 투자심리 충격은 선대 운용 충격 다음으로 큰 운임 변동성을 유발하는 것으로 나타났다. 투자심리의 예상치 못한 변화는 운임을 6개월 후에 약 2.02% 상승시킨 후 점진적으로 하락시켜 24개월 후에는 운임이 약 -0.51%까지 하락하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 음의 상관관계는 투자심리가 낮은 투자수익과 관련되어 있음을 밝힌 Papostolou et al. (2014)의 연구에서도 확인할 수 있다. 그러나 동 연구는 회귀분석을 통한 정태적인 상관관계만을 분석하였으며, 본 연구는 충격반응함수 분석을 통해

컨테이너 해운시장의 여러 요인의 상호관계를 동태적으로 고려하였다는 점에서 차별성을 지닌다. Greenwood & Hanson(2015)에 따르면, 해운시장 참여자는 호황기에 투자를 늘리는 경향이 있으며, 이는 미래 수익률 저하로 이어진다고 하였다. 이러한 현상은 호황이 지속될 것이라고 믿는 선주의 초낙관적인(overoptimistic) 전망에서 비롯되어 호황기에 발주한 물량이 본격적으로 시장에 투입되면서 미래 수익률이 저하된다고 강조하였다. 투자심리 충격에 대한 운임의 반응에서도 이러한 투자 행태를 확인할 수 있다. 시장이 호황일 때 시장참여자의 투자심리는 강화되고, 이는 신규 투자 증가로 이어진다. 그러나 신규 선박 인도와 시황이 안정되면서 운임이 점차 하락하는 것을 확인할 수 있다.

시장이 호황, 즉 운임이 강세일 때 투자심리가 강화된다는 것은 투자심리의 충격반응함수에서도 확인할 수 있다. 〈그림 3-4〉는 1 SD 충격에 대한 투자심리의 충격반응함수이다. 그림에서 원이 있는 검은 선은 OLS 추정치이며, 실선은 2,000번의 반복과정을 통해 얻은 1 SD 신뢰구간이다.

그림에서 확인할 수 있듯, 운임 충격은 수요·공급 충격에 비해 투자심리를 크게 상승시키며, 시장 요인 중에서 운임이 투자심리에 미치는 영향이 큰 것을 의미한다. 네 가지 요인 중 투자심리 충격은 투자심리를 가장 크고 장기적으로 상승시키는 것으로 나타났는데, 이는 Greenwood & Hanson (2015)의 결과를 지지하는 것으로 시장이 호황일 때(투자심리가 강화되었을 때) 호황이 지속될 것이라는 믿는 컨테이너 해운시장 참여자의 초낙관적인 행태를 나타낸다고 할 수 있다.

〈그림 3-4〉 심리의 충격반응함수



주: 1 표준편차 충격에 대한 운임의 충격반응함수. 원이 있는 붉은 실선은 OLS 추정치이며 실선은 1 표준편차 신뢰구간임. 분석기간: 2003년 4월~2023년 1월

2) 예측오차 분산분해 및 역사적 요인분해

투자심리가 운임의 변동성을 이해하는 데 유용한 정보를 지녔다는 것은 FEVD 결과에서도 확인할 수 있다. 〈표 3-6〉은 운임의 FEVD 결과이다. 운임의 변동성에 대한 운임 자신의 충격, 즉 선대 운용 충격의 기여율은 분석 기간 평균 64.74%로 나타났으며, 투자심리 충격의 기여율은 평균 19.98%로 나타나 공급(8.72%), 수요(6.52%)에 비해 높은 설명력을 지닌

것을 확인할 수 있다. 투자심리 충격의 기여율은 시간이 지날수록 상승하는 것으로 나타났는데, 기여율은 6개월 예측시계에서 10%를 돌파한 후 꾸준히 상승하여 24개월에서는 28.80%의 기여율을 보였다.

〈표 3-6〉 운임 예측오차 분산분해(FEVD)

단위: %

예측 시계(h)	수요충격	공급 충격	선대운용충격	투자심리충격
1	0.50	0.20	99.30	0.00
6	4.70	8.60	71.70	14.90
12	8.80	11.20	52.30	27.70
18	9.20	11.90	50.30	28.50
24	9.40	11.70	50.10	28.80
평균	6.52	8.72	64.74	19.98

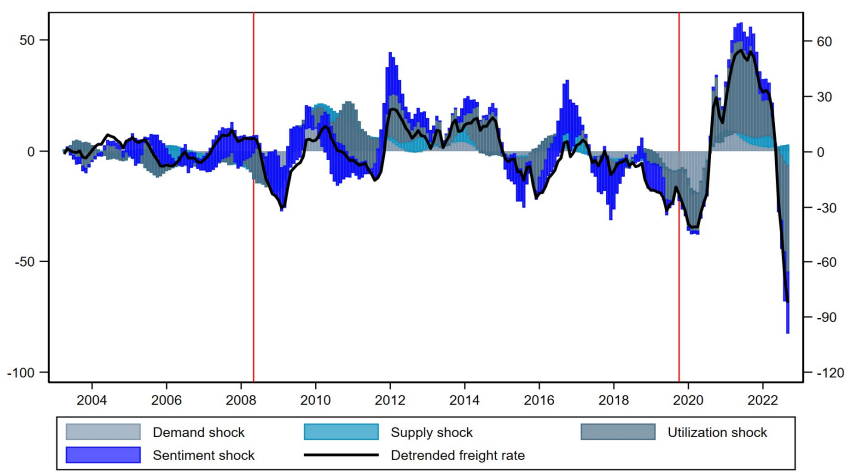
자료: 저자 작성

IRF와 FEVD는 운임 변동에 대한 각 충격의 영향을 분석할 수 있다는 장점이 있지만, 두 방법의 결과는 데이터의 평균적인 패턴만 분석할 수 있다. 컨테이너 운임과 같이 복합적인 요인에 의해 영향을 받고 높은 변동성을 지닌 변수의 움직임을 이해하기 위해서는, 과거와 현재에 발생한 구조적 충격이 실제 시계열 자료의 변동에 어느 정도 영향을 미쳤는지 파악하는 것도 중요할 것이다. 본 연구는 분석 기간 동안 컨테이너 해운시장에 중요한 영향을 끼쳤던 주요 사건에 대한 HD를 수행함으로써 각 충격의 영향을 분석하였다.

〈그림 3-5〉는 운임 변동분에 대한 HD 결과를 나타낸다. 그림에서 검은 실선은 HP 필터를 통해 추세를 제거한 CCFI이며, 색이 있는 막대그래프는 운임 변동에 대한 각 충격의 기여율을 나타낸다. 붉은 수직선은 컨테이너 해운시장 주요 사건이 발생했던 시점으로 2008년 9월(글로벌 금융위기)과 2020년 2월(COVID-19 팬데믹)이다.

그림에서 알 수 있듯이, 선대 운용충격과 투자심리충격이 운임 변동분의 움직임에 대한 설명력을 지닌 것을 확인할 수 있다. 그러나 주요 사건 성격에 따라 충격의 기여율도 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있는데, 글로벌 금융위기 때의 운임 하락은 투자심리 위축과 수요 감소가 주요 원인이었던 한편, COVID-19 팬데믹 초기에는 경기 침체 우려와 항만 폐쇄 등으로 인한 선대 운용 충격이 주요 원인인 것으로 나타났다. 특히 COVID-19 팬데믹 이후 목격된 운임의 폭등은 공급망 병목현상으로 인한 선대 운용 충격의 설명력이 가장 높았으며, 2021년 이후에는 수요 충격과 공급 충격 및 투자심리 충격이 어우러져 유례없는 호황을 이끈 것으로 나타났다. 이와 같이 글로벌 금융위기와 COVID-19 팬데믹에 대한 운임 변동성이 다르게 나타나는 이유는 두 사건 모두 시장에 부정적인 영향을 주었다는 공통점은 있으나 글로벌 금융위기는 금융시스템 붕괴가 실물 경제로 전이되면서 장기간의 경기 침체와 투자심리를 위축시켰던 한편, COVID-19 팬데믹은 전염병 여파가 경제시스템의 붕괴로는 이어지지 않았기 때문으로 해석할 수 있다.

〈그림 3-5〉 운임 변동분에 대한 역사적 요인분해



자료: 저자 작성

제4절 소결

본 장은 컨테이너 해운시장의 투자심리를 측정하기 위해 통계적 기법과 감성분석을 활용하여 컨테이너 심리지수를 작성하고, SVAR모형을 적용하여 컨테이너 해운시장의 수요와 공급, 투자심리 등의 요인별 충격에 따른 컨테이너 운임의 반응을 실증분석하였다. 통계적 기법은 Papapostolou et al.(2014)이 제안한 심리지수 작성 방식을 참고하여 컨테이너 시장별 시장 기대, 가치평가, 유동성의 다섯 가지 대용 변수를 설정한 후, 주성분 분석을 통해 컨테이너 심리지수를 작성하였다. 뉴스 감성분석을 적용한 심리지수는 2017년 10월부터 2023년 1월까지 수집한 6개 해운 전문언론사의 13,279건 기사에 Henry's Financial Dictionary를 적용하여 심리지수를 작성하였다. 두 지수의 주성분을 추출하여 컨테이너 운송 시장 심리지수를 개발하였다.

투자심리가 운임의 변동에 미치는 영향을 분석하기 위해 충격반응함수 분석과 예측오차 분산분해를 수행하였으며, 실제 운임의 변동에 투자심리가 미친 영향을 분석하기 위해 역사적 분해를 적용하여 분석하였다. 분석 결과에 따르면, 투자심리 충격은 운임을 유의하게 상승시키며 다른 충격보다 더 큰 운임의 상승을 유발하는 것으로 나타났다. 또한 투자심리는 운임 변동성에 대한 유의한 설명력을 지니고 있고 글로벌 금융위기 당시 운임 하락은 컨테이너 시장의 투자심리 위축이 주요 원인임을 확인할 수 있었다.

컨테이너 운임의 변동성을 이해하기 위해 비관측적 요인인 투자심리를 정형 데이터와 비정형 데이터를 활용해 측정하고, 그 유용성을 평가하였다는 점이 본 장의 의의라 할 수 있을 것이다. 본 장의 연구 결과는 해운시장 참여자인 선주, 용선사, 투자자, 정책 담당자에게 다음과 같은 시사점을 제공한다. 첫째, 시장의 심리를 파악함으로써 투자에 대한 잠재적 손실을 줄

이고 잠재적 호황을 활용할 수 있다. 선주는 시장 심리가 긍정적일 때 스팟 용선에 선박을 배치하여 수익을 극대화하는 전략을 취할 수 있다. 한편, 용선사와 트레이더는 시장 심리가 과도하게 낙관적일 때, 운임 상승으로 인한 손실을 줄이기 위해 선박을 조기에 확보하거나 시간 용선을 활용하는 등의 전략을 사용할 수 있다. 둘째, 정부는 운임시장의 심리 상태를 진단함으로써 해운사의 올바른 의사결정을 돕고, 수출기업의 운임부담을 줄이는 지원방안을 마련할 수 있다. 마지막으로 컨테이너 운임시장의 심리지수는 향후 시장 추세에 대한 이해를 촉진함으로써 합리적인 선박 투자 결정 등의 유용한 도구로 활용될 수 있다.

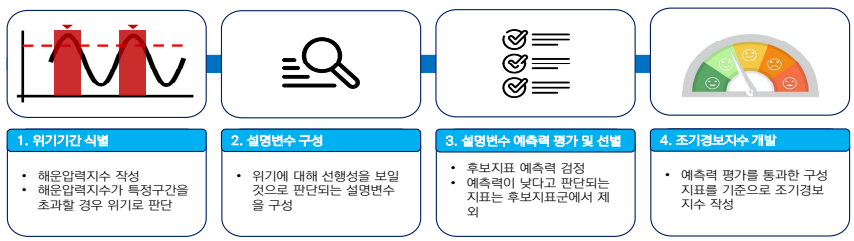
04
컨테이너 운임시장 조기경보지수 개발

제1절 조기경보지수 작성방법론

1. 신호접근법

신호접근법은 조기경보지수를 작성하는 대표적인 비모수적 방법으로서 시장에 위기가 발생하기 전 관련변수가 급등 혹은 급락하는 이상 움직임을 보이고, 이러한 패턴이 다음 위기에도 체계적으로 발생한다고 가정하여 조기경보지수를 개발하는 방법이다. 신호접근법은 ① 위기 기간의 식별, ② 설명변수 구성, ③ 설명변수 예측력 평가 및 선별, ④ 조기경보지수 개발의 과정을 거쳐 조기경보시스템을 구축한다.[91]

〈그림 4-1〉 신호접근법 과정



자료: 권장한 외(2021), p. 99의 〈그림 5-1〉을 바탕으로 저자 작성

91) 이항용(2015), pp. 28-32; Choi, Kim & Han(2018), pp. 1012-1017.

1) 위기기간 식별

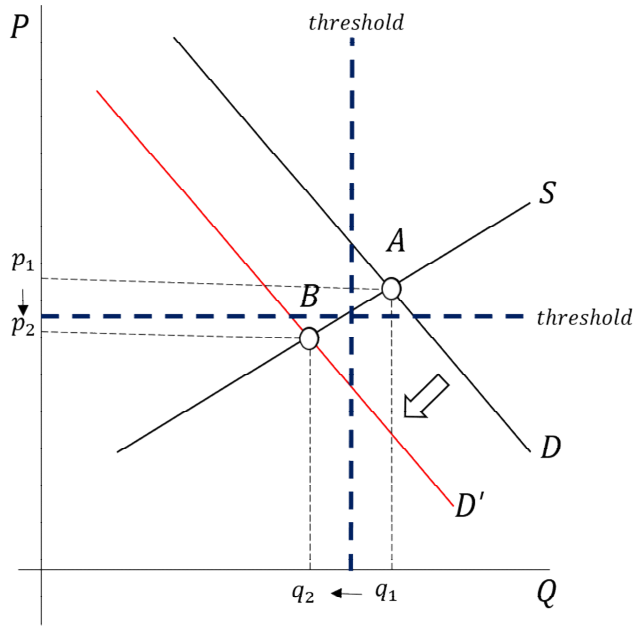
신호접근법의 첫 단계는 목표시장의 위기 기간을 식별하는 것이다. 일반적으로 위기란 침체가 일정 수준 이상으로 심화되었을 때를 의미하는데, 안타깝게도 위기의 기준과 식별 방법에 대한 학술적 컨센서스는 아직 정립되지 않았다. 따라서 조기경보지수를 개발한 다양한 연구는 목적과 범위에 따라 다양한 식별 방법을 적용하였다.[92] 위기 기간을 식별하는 방법으로는 서술적 접근과 통계적 접근을 주로 사용하는데, 서술적 접근은 시장에 특정 사건이 발생한 시점을 기준으로 위기를 식별하는 방법이다. 해운시장의 위기 발생 시점을 한진해운 법정관리 신청 시점으로 설정하는 것이 서술적 접근의 한 예이다. 한편, 통계적 접근은 시장의 위기를 나타내는 압력지수(PI: Pressure Index)를 경제지표의 가중평균으로 작성하고, 압력지수가 임계치 이상 상승할 경우 위기가 발생하는 것으로 판단한다. 이때, 임계치는 표본평균과 표본표준편차의 k배 이상으로 설정하는 것이 일반적이다.

$$PI_t > \mu_{PI} + k\sigma_{PI} \qquad \text{[식 4-1]}$$

수요·공급 프레임워크(framework)를 활용하여 압력지수를 통한 위기 식별을 설명하면 아래 그림과 같다. 시장의 초기 균형은 수요곡선과 공급곡선이 만나는 A에서 이루어진다. 이때 만약 음의 수요충격이 발생하여 수요 곡선이 이동($D \rightarrow D'$)이 일어나면, 새로운 균형 B에서는 가격($p_1 \rightarrow p_2$)과 수량($q_1 \rightarrow q_2$) 모두 감소하게 된다. A에서 B로의 이동은 음의 수요충격으로 인한 침체 발생을 나타낸다. 그러나 경제는 확장과 수축을 반복하며 성장하기 때문에 모든 침체를 위기라 할 수는 없을 것이다. 위기는 심각한 침체라 할 수 있으므로 임계치를 설정하여 특정 기준 이하로 하락할 경우를 위기라 정의하고, 이때 임계치는 일반적으로 표본평균과 표본표준편차를 기준으로 설정한다.

92) Park, Kwon, & Kim(2022), p. 7.

〈그림 4-2〉 압력지수를 통한 위기 식별의 예



자료: 저자 작성

2) 설명변수 구성

위기를 식별한 후, 조기경보지수 개발에 활용될 설명변수를 구성한다. 설명변수는 앞서 작성한 압력지수의 움직임에 선행할 것이라고 판단되는 지표로 구성하며, 시장의 수요, 공급, 금융 등 다양한 분야에 속한 변수로 구성한다.

3) 설명변수 예측력 평가 및 선별

본격적인 설명변수 예측력 평가에 앞서 모든 설명변수의 평균을 0, 표준편차를 1로 통일하는 표준화 과정을 수행한다. 이러한 과정은 특정 지표의 과도한 움직임으로 인해 조기경보지수가 왜곡되는 것을 방지하기 위함이다.

설명변수 예측력 평가는 압력지수가 임계치를 벗어난 시점, 즉 위기 발생 시점에서 예측시계를 기준으로 설명변수가 적절한 신호를 내었는지를 기준으로 판단한다. 여기서 예측시계는 설명변수의 선행성을 판단하는 기간으로 3~12개월을 적용하는 것이 일반적이다. 설명변수가 압력지수와 정의 상관관계 있을 경우, 임계치를 상회하거나 음의 상관관계 있을 경우 하회할 때 설명변수가 적절한 신호를 발생하였다고 판단하고 조기경보지수에 사용될 변수로 선별한다.

설명변수의 임계치 설정은 변수의 예측력을 극대화하는 방향으로 설정한다.[93] 예측력은 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)를 통해 판단한다. 예측력에 관한 지표는 실제 위기발생과 설명변수의 신호발생의 경우의 수를 나타낸 혼돈행렬(confusion matrix)을 사용하여 구할 수 있다. 민감도는 실제 위기가 발생하였을 때 신호가 발생한 경우의 비율로, 혼돈행렬에서 A/(A+C)로 표현할 수 있다. 한편 특이도는 위기가 발생하지 않았을 때, 설명변수 역시 신호를 발생하지 않은 비율로, D/(B+D)로 나타낼 수 있다.

〈표 4-1〉 혼돈 행렬

후보 지표		위기	
		발생	비발생
신호	발생	A	B
	비발생	C	D

자료: Park et al.(2021), p. 13의 Table 8을 바탕으로 저자 작성

잡음-신호 비율 (1-특이도)/민감도의 비율로서, 위기가 발생하지 않았음에도 설명변수가 신호를 발생한 '잡음'과 적절한 신호를 발생시키는 '신호'의 비율로 표현된다. 잡음-신호비율을 수식으로 표현하면 [식 4-2]와 같다.

93) 이항용(2015), p. 30.

$$NTSR = \frac{[B/(B+D)]}{[A/(A+C)]} = \frac{1-Specificity}{Senstitivity} \quad [식\ 4\text{-}2]$$

설명변수에 따라 잡음-신호비율이 다르게 나타나는데, 만약 어떤 설명변수의 잡음-신호비율이 1보다 크다면 그 지표는 과도하게 거짓 신호를 발생시키는 것으로 해석할 수 있으며 따라서 바람직한 선행지표가 되지 못한다.[94]

4) 조기경보지수 개발

위 과정을 통해 최종적으로 선정된 선행지표들을 기준으로 각각의 선행지표에 내재된 정보를 종합하여 조기경보지수(EWI: Early Warning Index)를 작성한다. 조기경보지수는 선행지표의 가중합으로 시산되며, 지표별 가중치는 잡음-신호비율의 역수를 사용한다. 어떤 지표의 잡음-신호비율이 낮다는 것은 그 지표의 예측력이 높다는 것을 의미하므로, 잡음-신호비율의 역수를 가중치로 사용한다는 것은 예측력이 높은 지표에 더 높은 가중치를 준다는 것을 의미한다.[95]

$$EWI_t = \sum_{i=1}^{n} w_i S_{i,t} \quad [식\ 4\text{-}3]$$

위 식에서, w_i는 i번째 선행지표의 잡음-신호비율의 역수이고, $S_{i,t}$는 t 시점에 신호가 발생하면 1, 그렇지 않으면 아니면 0의 값을 지니는 이항변수이다.

94) 이항용(2015), p. 30.
95) 이항용(2015), p. 32.

2. 서포트 벡터 회귀[96)]

1) 연구 방법

서포트 벡터 회귀 모형(SVR: Support Vector Regression)은 서포트 벡터 머신(SVM: Support Vector Machine) 모형의 일종으로 선형 회귀 분석이 오직 하나의 선형회귀계수를 추정하는 데 비해 SVR은 커널(Kernel) 함수를 통해 적정 간격(margin) 내에서 최적 모형을 찾는다는 특징이 있다.[97)] SVR은 지도학습 접근 방식으로 대칭 손실 함수를 사용하여 훈련하며, 높은 추정치와 낮은 추정치를 동일한 벌칙항(penalty)을 적용한다.[98)] SVR은 예측력이 우수하고 벌칙항으로 인해 과적합 문제에서 비교적 자유로우며, 함수 근사(approximation)에 있어서 이상치에 대한 영향이 적다는 장점이 있다.[99)] 이러한 장점으로 인해 SVR은 조기경보지수 연구에 널리 사용되고 있다. Wang, Wang, & Zhang(2012)은 소비자 물가지수 예측을 위한 조기경보지수를 SVR을 통해 개발하였으며, Li et al.(2015)은 SVR을 활용하여 채소 가격에 대한 조기경보시스템을 구축하였다.

SVR 추정의 목적은 모든 학습 데이터에 대해서 모든 목표값 y_i로부터 무감각 모수(insensitive parameter)인 ϵ의 최고만큼의 편차 내에 있으며 가능한 작은 크기의 가중치 w를 가지는 함수 $f(x)$를 찾는 것이다.[100)] 학습 데이터가 $\{(x_1,y_1),...,(x_l,y_l)\}$과 같이 주어졌다면, SVR은 일반적으로 다음과 같은 근사함수를 추정한다. 학습 데이터에서 x는 입력 벡터, y는 출력 벡터, R^n은 입력 공간을 의미하며, $x_i \subset R^n$, $y \subset R$, $i=1,...,N$이다.

96) 김종수·이성근(2012), pp. 74 – 77; Awad & Khanna(2015) pp. 67–73의 자료를 바탕으로 저자 작성
97) 권장한·박성화(2022), p. 405.
98) Awad & Khanna(2015), p. 67.
99) 김종수·이성근(2012), p. 74.
100) 김종수·이성근(2012), p. 75.

$$y = f(x) = < w,\ x > + b \qquad \text{[식 4-4]}$$

$$f(x) = \begin{bmatrix} w \\ b \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} x \\ 1 \end{bmatrix} = w^T x + b$$

위 식에서 $w \in R^n$, $b \in R$이며, SVR의 미래값을 정확하게 근사하는 함수를 찾는 문제는 [식 4-4]에서 회귀위험(regression risk)을 최소화하는 w와 b를 찾는 것이 목적이 된다. w를 최소화하는 문제는 다음과 같은 볼록 최적화 문제(convex optimizaition problem)로 표현할 수 있다.

$$\min \frac{1}{2} \| w \|^2 \qquad \text{[식 4-5]}$$

[식 4-5]의 최적화 문제를 해결하기 위한 제약조건으로 SVR은 ϵ 무감각 손실(insensitive loss) 함수를 사용한다. ϵ 무감각 손실 함수는 선형 함수, 2차 함수, Huber 함수 등을 사용하는데, 본 연구는 선형 함수를 사용하여 SVR을 추정하였다. 선형 함수 제약은 [식 4-6]과 같다.

$$L_\epsilon(y, f(x,w)) = \begin{cases} 0 & |y - f(x,w)| \le \epsilon; \\ |y - f(x,w)| - \epsilon & otherwise, \end{cases} \qquad \text{[식 4-6]}$$

만약 학습 데이터가 편차 내인 ϵ-tube에 존재하지 않는다면 [식 4-6]은 성립하지 않는다. 따라서 학습 데이터에 대한 어느 정도 오차를 허용하는 여유변수(slack variable) ξ_i, ξ_i^*를 허용하는 볼록 최적화 문제를 다시 구성하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\min \frac{1}{2} \| w \|^2 + C \sum_{i=1}^{l} (\xi_i + \xi_i^*) \qquad \text{[식 4-7]}$$

$$\text{subject to} \begin{cases} y_i - w^T x_i \le \epsilon + \xi_i^* \\ w^T x_i - y_i \le \epsilon + \xi_i, \text{ 단 } i = 1, ..., N \\ \xi_i, \xi_i^* \ge 0 \end{cases}$$

[식 4-6]의 상수 C는 추정오차의 벌칙항으로서 C가 커질수록 모형의 복잡도가 증가하게 된다.[101] [식 4-6]의 최적화 문제를 풀기 위해 라그랑지 승수(Lagrange multiplier)를 도입하면, 목적함수와 제약조건으로 구성되는 이차문제의 라그랑지 함수로 표현이 가능하다.

$$L(w,\xi^*,\xi,\lambda,\lambda^*,\alpha,\alpha^*) = \min \frac{1}{2} \parallel w \parallel^2 + C\sum_{i=1}^{l}(\xi_i+\xi_i^*) + \sum_{i=1}^{N}\alpha_i^*(y_i - w^T x_i - \epsilon - \xi_i^*) + \sum_{i=1}^{N}\alpha_i(-y_i - w^T x_i - \epsilon - \xi_i) - \sum_{i=1}^{N}\lambda_i\xi_i + \lambda_i^*\xi_i^* \quad \text{[식 4-8]}$$

SVR 추정은 쌍대 최적화 문제(dual optimiazation problem)를 이용하여 라그랑지 함수를 최대화하는 α_i, α_i^*를 구한다. 여기서, α_i와 α_i^*는 서포트 벡터(support vector)로서 0이 아닐 경우 회귀선 예측에 유용한 정보를 제공한다.

$$\max_{\alpha,\alpha^*} -\epsilon\sum_{i=1}^{N^{sv}}(\alpha_i+\alpha_i^*) + \sum_{i=1}^{N^{sv}}(\alpha_i^*-\alpha_i)y_i - \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{N^{sv}}\sum_{i=1}^{N^{sv}}(\alpha_i^*-\alpha_i)(\alpha_j^*-\alpha_j)x_i^T x_j \quad \text{[식 4-9]}$$

$$\text{subject to } \sum_{i=1}^{N^{sv}}(\alpha_i^*-\alpha_i) = 0,\ \alpha_i,\alpha_i^*[0,C]$$

101) Li et al.(2015), p. 3829.

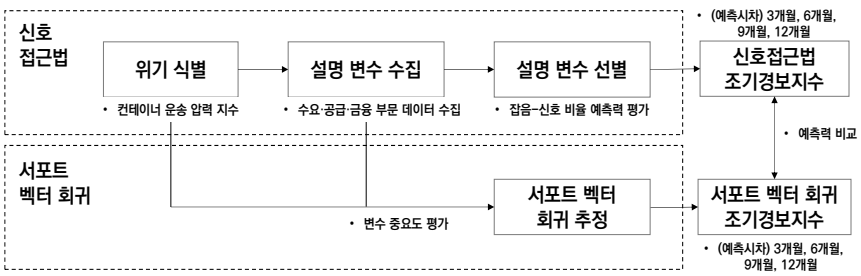
2) 서포트 벡터 회귀 조기경보지수 개발 절차

서포트 벡터 회귀 모형을 활용한 조기경보지수는 위기식별과 설명변수 구성을 일치하여 조기경보지수 간 정합성을 유지하였다. 다시 말해, 신호접근법의 압력지수를 통해 식별된 위기 기간과 해운산업에 영향을 줄 것으로 판단되는 설명변수 수집을 일치하여 동일한 위기기간에 대한 지수 간 예측력을 비교하였다.

신호접근법과 서포트 벡터 회귀를 활용한 조기경보지수는 설명변수 선별 과정을 달리하여 지수 간 차별성을 두었다. 신호접근법이 잡음-신호 비율을 통해 각 변수의 예측력을 평가한 후 변수를 종합하여 조기경보지수를 개발한 한편, 서포트 벡터 회귀는 각 변수의 중요도를 평가한 후 중요도가 높은 상위 10개 변수로 조기경보지수를 개발하였다.

두 지수 모두 3개월, 6개월, 9개월, 그리고 12개월의 예측시계를 적용하여 지수의 실효성을 확보하고자 하였으며, 개발된 지수 간 민감도, 특이도, 제1종 및 제2종 오류, 수신자 특성곡선의 아래면적(AUC: Area Under the receiver operator Characteristic)을 비교하여 예측력 검정을 수행하였다.

〈그림 4-3〉 조기경보지수 개발 과정



자료: 저자 작성

제2절 신호접근법을 통한 조기경보지수 개발

1. 컨테이너 운임 위기 식별

컨테이너 운임의 효율적인 모니터링 시스템을 구축을 위해서는 컨테이너 운임의 위기를 식별하는 것이 선행되어야 한다. 조기경보지수는 과거 위기 경험을 기준으로 미래에 발생 가능한 위기를 감지하고 선제적인 대응 방안을 마련하는 것을 목적으로 하므로 가능한 정확하게 위기를 식별하고 위기 기간을 설정하는 것은 조기경보지수 개발에서 핵심적인 역할을 한다.[102] 이러한 중요성에도 불구하고 위기에 대한 기준은 아직 확립되지 못하였는데, 조기경보지수를 개발한 선행 연구는 연구 대상 및 목적에 따라 다양한 방법의 위기 식별 방법을 적용하였다.[103] Choi, Kim, & Han(2018)은 해운기업의 집단 부도로 인해 해운업의 위기가 발생한다고 가정하고, 상장 해운사의 부도 확률이 7% 이상 증가할 경우를 위기로 식별하였다. Park, Kwon, & Kim(2022)은 압력지수를 작성하여 해운시장의 수요와 가격, 수익이 일정 수준 이하로 떨어질 경우를 위기로 식별하였다.

본 연구는 Park, Kwon, & Kim(2022)의 압력지수 방법에 따라 컨테이너 운송시장의 수요와 가격의 대리변수를 설정한 후, 수요 감소와 동시에 운임을 일정 수준 밑으로 하락시키는 경우를 위기로 가정하였다. 컨테이너 운송시장의 위기를 식별하기 위해 작성한 컨테이너 운송 압력지수(CSPI: Container Shipping Pressure Index)는 다음과 같다.

$$CSPI_t = -\Delta wtvi_t - \Delta ccfi_t \qquad \text{[식 4-10]}$$

102) Boonman(2019), p. 274.
103) Park, Kwon, & Kim(2022), p. 7.

위 식에서 $wtvi$는 수요부문으로 CPB(Centraal Planbureau)의 세계상품 교역량 지수(world trade volume index)를 나타낸다. 컨테이너 운송의 수요는 해상 운송을 필요로 하는 실물 경제활동에 의해 결정되므로 상품 생산 및 교역량과 관련이 있다.[104] $wtvi$는 세계 교역을 나타내는 지수로서, 전 세계 무역의 약 99%를 차지하는 81개국의 교역 규모를 반영한다.[105] 가격을 나타내는 $ccfi$는 중국 컨테이너 운임지수(CCFI: China Containerized Freight Index)를 사용하였다. 분석 자료는 월간자료이며, 분석 기간은 2004년 1월부터 2023년 4월까지이다.

〈표 4-2〉 컨테이너 운송 압력지수 구성지표

부문	지표	단위	출처	기간
수요	세계상품교역지수	포인트	• CPB	2004M1~2023M4
가격	CCFI	포인트	• Clarksons	

자료: 저자 작성

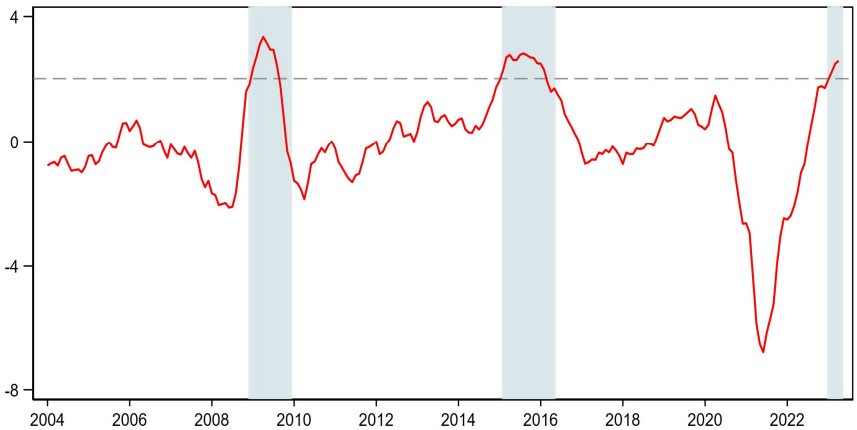
CSPI를 구성하는 변수는 단위 통일과 계절성 제거를 위해 전년도 동월 대비 증감률로 변환하였다. CSPI는 각 구성 변수의 평균과 표준편차로 표준화한 후, 가중하여 산출하였다.

위기 식별은 압력지수의 표본 평균과 표본 표준편차를 기준으로 이루어지는데, 압력지수가 표본 평균에서 k배 표본 표준편차를 초과할 경우를 위기로 판단한다. 본 연구는 CSPI가 표본 평균으로부터 1.2 표본 표준편차 초과한 경우를 위기로 판단하였다($k = 1.2$). 분석 기간 동안 글로벌 금융위기(2008M11~2009M8)와 선복 과잉(2015M3~2016M1) 기간, 2023년 상반기(2023M2~2023M4), 총 3회의 위기가 발생한 것으로 나타났다.

104) Lim, Nomikos, & Yap(2019), p. 2.
105) Ebregt(2016), p. 4.

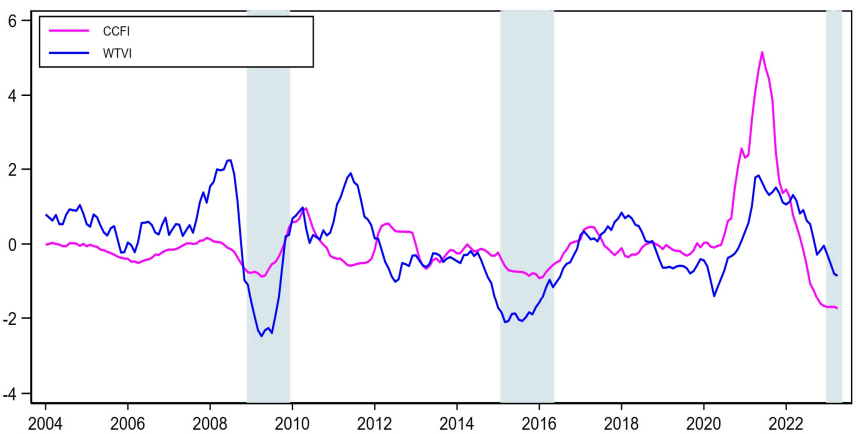
〈그림 4-4〉 컨테이너 운송압력지수와 위기 기간

단위: 지수



가. 컨테이너 운송 압력지수

단위: 전년동월대비 증감율(표준화)



나. 컨테이너 압력지수 구성 지표

주: 1) 회색 점선은 CSPI의 표본 평균과 표본 표준편차를 기준으로 산출된 위기 임계치
2) 푸른색 음영구간은 위기 기간을 의미
자료: 저자 작성

2. 조기경보지수 설명변수 수집 및 선별

1) 설명변수 수집

조기경보지수의 설명변수는 위기 식별에 사용된 CSPI에 대해 선행할 것으로 예상되는 변수를 수집한 다음 예측력 평가를 통해 유의미한 예측력을 지닌 변수로 구성된다. 본 연구는 공급 부문 5개, 수요부문 35개, 금융 부문 2개, 불확실성/리스크 부문 16개, 총 58개의 설명변수를 구성하였다.

〈표 4-3〉 공급 부문 설명변수

지표	변수	단위	출처	기간
신조선 계약	$S1$	TEU	Clarksons	2003M1 ~2023M1
선박 인도	$S2$	TEU		
중고선 거래	$S3$	TEU		
신조선 가격	$S4$	Index		
중고선 가격	$S5$	Index		
계선량	$S6$	TEU		

자료: 저자 작성

부문별로 살펴보면, 공급 부문은 선복량에 영향을 주는 변수로서, 컨테이너 부문의 선복량, 선박 인도, 중고선 거래 등으로 구성하였다. 선복량 관련 변수 외에도 계선량을 포함하여 공급 부문에 대한 예측력을 평가하였다. 선사는 계선량을 통해 해운 시장에 대한 공급을 조절할 수 있는데, 실제로 COVID-19 팬데믹 당시 봉쇄조치로 인해 수요 감소를 직면했던 선사는 계선량을 늘리는 전략을 채택하여 공급을 조절한 바 있다.[106]

수요부문은 실물경제와 관련이 있는 변수로, 산업 생산, 수출입, 원자재 가격 등을 포함하였다. 산업 생산, 수출입 변수는 전 세계 산업 생산지수

106) Peng & Bai(2022), p. 141.

및 수출입 지수와 세계 글로벌 공급망에 영향력을 지닌 중국, EU, 일본, 한국, 대만, 영국, 미국, 7개 경제의 변수를 사용하였다. 한편, 소매 판매는 7개 경제에 대한 변수와 OECD 가입국의 데이터를 사용하였다.

〈표 4-4〉 수요부문 설명변수 – 실물경제

지표	변수	단위	출처	기간
전세계 산업생산지수	$D1$	지수	Datastream, OECD, FRED	2003M1 ~2023M1
중국	$D1_1$			
EU	$D1_2$			
일본	$D1_3$			
한국	$D1_4$			
대만	$D1_5$			
영국	$D1_6$			
미국	$D1_7$			
전 세계 수출지수	$D2$	지수, 자국통화	CPB, Datastream	2003M1 ~2023M1
중국	$D2_1$			
EU	$D2_2$			
일본	$D2_3$			
한국	$D2_4$			
대만	$D2_5$			
영국	$D2_6$			
미국	$D2_7$			
전 세계 수입지수	$D3$	지수, 자국통화	CPB, Datastream	2003M1 ~2023M1
중국	$D3_1$			
EU	$D3_2$			
일본	$D3_3$			
한국	$D3_4$			
대만	$D3_5$			
영국	$D3_6$			
미국	$D3_7$			

지표	변수	단위	출처	기간
OECD 소매 판매	$D4$	지수, 자국통화	Datastream	2003M1 ~2023M1
중국	$D4_1$			
EU	$D4_2$			
일본	$D4_3$			
한국	$D4_4$			
대만	$D4_5$			
영국	$D4_6$			
미국	$D4_7$			

주: CPB=Centraal Planbureau; OECD=Organisation for Economic Co-operation and Development; FRED=Federal Reserve Economic Data
자료: 저자 작성

글로벌 공급망 붕괴와 항만 적체가 2020년 중반부터 이어진 컨테이너 운임 급등의 원인으로 지목되는 만큼 글로벌 공급망 압력 지수를 수요부문에 포함하여 조기경보지수의 설명력을 향상시키고자 하였다.[107] 글로벌 공급망 압력 지수(GSCPI: Global Supply Chain Pressure Index)는 해상운송 및 항공운송 운임과 7개 경제(EU, 중국, 일본, 한국, 대만, 영국, 미국)의 구매 관리자 지수(PMI: Purchase Manager Index) 설문 자료를 바탕으로 글로벌 공급망의 잠재적 혼란을 측정하기 위해 만들어진 지표이다.[108] 또한 글로벌 거시경제 상황을 반영하기 위해 원자재 가격과 원유 가격을 조기경보지수의 설명변수로 추가하였다.

〈표 4-5〉 수요 부문 설명변수 – 거시경제 부문

지표	변수	단위	출처	기간
글로벌 공급망 압력지수(GSCPI)	$D5$	표준편차	FRB New York	2003M1~2023M1
Bloomberg commodity index	$D6$	지수	Datastream	2003M1~2023M1
원유 가격(브렌트 유)	$D7$	$/BBL	Datastream	

주: FRED=Federal Reserve Bank
자료: 저자 작성

107) Ke et al.(2022), p. 10.
108) Benigno et al.(2022).

금융 부문의 LIBOR(London Inter-Bank Offered Rate)은 해운산업의 자본집약적 특성을 고려하기 위해 포함되었다. 금리를 설명변수에 추가함으로써 해운기업의 현금 흐름 및 유동성을 반영하고자 하였다.[109] 해운의 초국가적인 영업활동으로 인하여 대부분의 결제가 달러로 이루어지므로 환율변동은 해운업의 중요한 리스크 요인이다. 달러의 변동을 반영하기 위해 달러와 여러 외국 통화로 구성된 바스켓과 교환되는 비율을 가중 평균한 실효환율(EER: Effective Exchange Rate)을 사용하였다.

〈표 4-6〉 금융부문 설명변수

지표	변수	단위	출처	기간
LIBOR	$F1$	%	Datastream	2003M1 ~2023M1
달러 명목실효환율	$F2$	지수	BIS	

자료: 저자 작성

불확실성과 지정학적 리스크 역시 운임 변동을 유발하는 중요한 요인으로 알려져 있다.[110] 이러한 요인은 기업은 물론 시장참여자, 그리고 정부의 의사결정에 영향을 주며, 특히 선박 투자에 대규모의 자본이 투입되고 해양을 무대로 상품을 운송해야 하는 컨테이너 운송시장 변동과 밀접한 관련이 있다. 본 연구는 두 가지 불확실성 지표를 사용하였는데, 첫 번째는 시카고 옵션거래소 변동성지수(Chicago Board Options Exchange Volatility Index)인 VIX를 사용하였다. VIX는 다수의 연구에서 불확실성의 대용변수로 사용되었다. 불확실성은 컨테이너 시장의 수요에 영향을 주는데, 불확실성이 증대되는 상황에서 기업은 투자와 생산을 미루어 해운시장 수요에 영향을 주고, 선주는 선박 투자를 연기하여 해운시장의 공급에 영향을 미치게 된다.[111]

109) Alexandridis et al.(2018), p. 173.
110) Nomikos & Tsouknidis(2022), p. 567.
111) Park, Kwon, & Kim(2022), p. 9.

두 번째는 World Uncertainty Index로 The Economist Intelligence Unit(EIU)의 국가보고서에서 불확실성을 의미하는 단어 uncertainty와 uncertain, uncertainties와 같은 파생어의 빈도로 불확실성을 측정한 지수이다.[112]

〈표 4-7〉 수요부문 설명변수 – 불확실성/지정학적 리스크/투자 심리

지표	변수	단위	출처	기간
VIX	$U1$	지수	FRED	2003M3 ~2023M1
World uncertainty index	$U2$		worlduncertaintyindex.com	
중국	$U2_1$			
일본	$U2_2$			
한국	$U2_3$			
대만	$U2_4$			
영국	$U2_5$			
미국	$U2_6$			
Geopolitical Risk (GPR) Index	$U3$		www.matteoiacoviello.com/gpr.htm	
중국	$U3_1$			
일본	$U3_2$			
한국	$U3_3$			
대만	$U3_4$			
영국	$U3_5$			
미국	$U3_6$			
컨테이너 심리지수	$U4$		저자작성	

주: FRED=Federal Reserve Economic Data; VIX=CBOE Volatility Index
자료: 저자 작성

지정학적 리스크에 대한 대용 변수로 GeoPolitical Risk(GPR) 지수를 사용하였다. 해상운송은 불확실성뿐만 아니라 러·우전쟁, 외교갈등과 같은 지정학적 리스크에도 영향을 받기 때문에 컨테이너 운송시장 위기를 감지

112) Ahir, Bloom, & Furceri(2022), p. 8.

하는 데 중요한 역할을 할 것이다. Geopolitical Risk(GPR) Index는 부정적인 지정학적 사건과 관련 위협에 대해 논의하는 뉴스 기사의 비율로서 지정학적 리스크를 측정한 지수이다.[113] WUI와 GPR 지수는 전 세계의 불확실성과 지정학적 리스크 지수 외에도 주요 6개국(중국, 일본, 한국, 대만, 영국, 미국)의 변수를 사용하였다. 마지막으로 해운심리지수는 본 연구에서 개발한 컨테이너 심리지수로 정형 데이터를 활용한 종합지수와 해운전문 언론사의 기사를 감성분석한 지수를 종합하여 개발한 지수이다. Papapostolou et al.(2014)과 Bai, Lam, & Jakher(2021)는 해운시장의 투자심리가 운임에 유의한 예측력을 지님을 확인한 바 있다.

2) 설명변수 선별

설명변수는 위기가 발생하기 전에 경고신호를 보내야 한다. 조기경보지수 설명변수 구성은 변수의 예측력을 기준으로 이루어지는데, 예측력 평가에 앞서 예측시계(forecasting horizon)를 설정하여야 한다. 적절한 예측시계는 시장 모니터링 측면에서 중요한데, 예측시계가 너무 짧으면 위기대응에 대한 준비 기간이 부족하여 적절한 대처가 어려운 한편, 장기의 예측시계는 설명변수의 예측력을 하락시킬 수 있다는 문제가 있다.[114]

본 연구는 각각 3개월, 6개월, 9개월, 그리고 12개월의 예측시계를 구성하여 조기경보지수를 개발하였다. 다양한 예측시계를 지닌 조기경보지수를 비교함으로써 예측력이 담보된 컨테이너 운임시장 조기경보지수를 개발하고자 하였다. 변수의 예측력은 설명변수의 확률분포를 분할하는 임계치를 설정한 후, 변수의 신호와 실제 위기를 비교하여 평가한다. 이때 임계치는 설명변수의 예측력을 극대화하는 방향으로 설정되는데, 본 연구는 Liu(2012)가 제안한 민감도와 특이도의 곱이 극대화하는 임계치를 설정하였다.[115]

113) Caldara & Iacoviello(2022), p. 1197.
114) 이항용(2015), p. 30.

위기 기간을 식별하고 설명변수를 구성한 다음 설명변수의 위기에 대한 예측력을 평가한다. 설명변수는 자신의 변수와 표준편차로 표준화하여 단위를 일치시켰으며, 극단치로 인한 왜곡을 방지하기 위해 각 변수의 분포 하단 5%와 상단 5% 범위에서 임계치를 탐색하였다.

설명변수와 위기와의 상관관계에 따라 적절한 신호비율을 판단한다. 예를 들어, 설명변수와 위기가 정의 상관관계라면 변수가 임계치를 상회하는 경우 신호 발생으로 판단하고, 음의 상관관계인 경우 임계치를 하회하는 경우 변수가 신호를 발생하였다고 판단한다. 설명변수는 [식 4-2]의 잡음-신호 비율이 1보다 작으면 적절하다고 판단한다. 잡음-신호 비율은 제1종 오류와 제2종 오류를 모두 고려하는 통계로 예측력 검정에서 가장 중요하고 널리 사용되는 통계이다.[116]

예측시계별 조기경보지수의 설명변수 구성의 특징은 다음과 같다.[117] 잡음-신호 비율을 기준으로 보았을 때, 6개월 예측시계에서 가장 많은 변수를 활용할 수 있는 것으로 나타났다. 6개월 예측시계 조기경보의 설명변수는 35개로 예측시계 중 가장 많은 변수가 1 미만의 잡음-신호비율을 지닌 것으로 나타났고, 3개월 및 9개월 12개월 조기경보지수의 설명변수는 27개로 동일하였다.

115) 권장한 외(2021), p. 107.
116) 이항용(2015), p. 31.
117) 예측력 검정에 따른 예측시계별 조기경보지수 설명변수 구성은 부록을 참고하기 바란다.

〈표 4-8〉 조기경보지수 공통 설명변수

부문	지표
공급	• 선복량, 선박 인도, 중고선 거래, 신조선 가격
실물 경제	• (산업생산) 전 세계, EU, 영국 • (소매판매) OECD, 중국, EU, 한국
금융	• LIBOR, 달러 환율
불확실성 및 리스크	• VIX • (불확실성) 전 세계, 중국, 일본, 한국, 대만, 영국, 미국 • (지정학적 리스크) 전 세계, 한국, 대만, 영국, 미국 • 컨테이너 심리지수

자료: 저자 작성

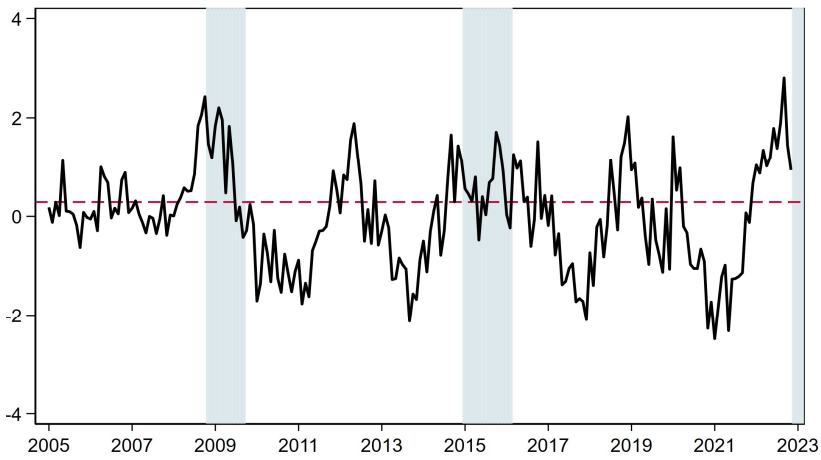
설명변수 성격별로 살펴보면, 불확실성/지정학적 리스크/투자심리 부문의 변수의 예측력이 뛰어나 컨테이너 운송시장의 위기에 대한 설명력을 지니는 것을 확인할 수 있었다. 산업생산 중에서는 EU 및 영국의 산업생산지수가 높은 예측력을 지녔고, 소매 판매 중에서는 중국과 EU가 높은 예측력을 지닌 것으로 나타났다. 금융 부문의 금리와 환율 모두 조기경보지수의 설명변수로 채택되었다. 특히 환율은 모든 예측시계에서 가장 낮은 잡음-신호 비율을 지닌 것으로 나타나 달러로 대부분의 결제가 이루어지는 컨테이너 운송시장이 달러 가치 변동에 민감한 것을 확인할 수 있었다.

3) 신호접근법 조기경보지수

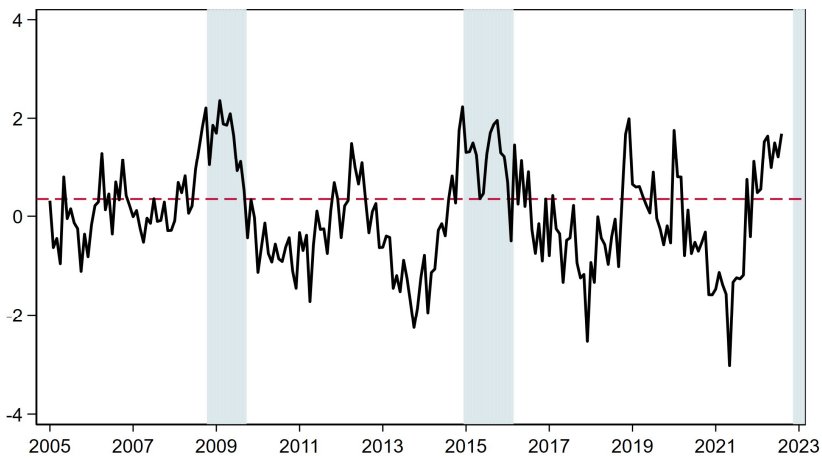
〈그림 4-5〉는 3개월과 6개월 예측시계의 조기경보지수 개발 결과를 보여주며, 〈그림 4-6〉은 9개월과 12개월 예측시계의 조기경보지수를 보여준다. 그림에서 붉은 점선은 Liu(2012)를 통해 추정된 최적 임계치이다.

〈그림 4-5〉 신호접근법 조기경보지수 – 3개월 및 6개월 예측시계

단위: 지수



가. 3개월 예측시계

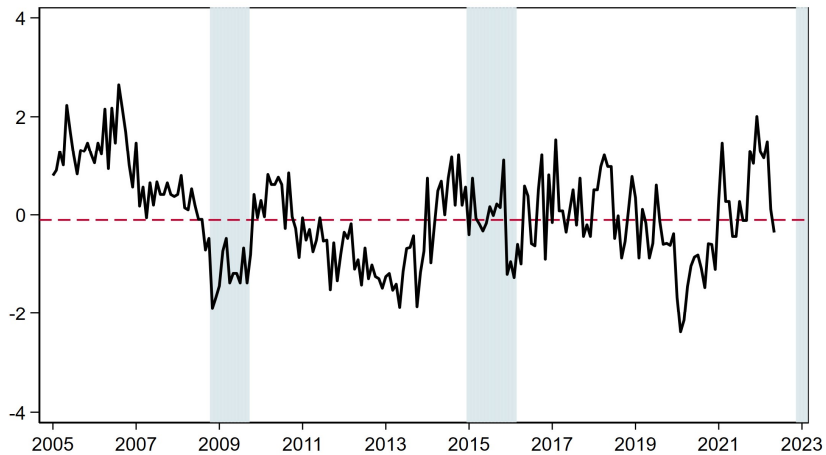


나. 6개월 예측시계

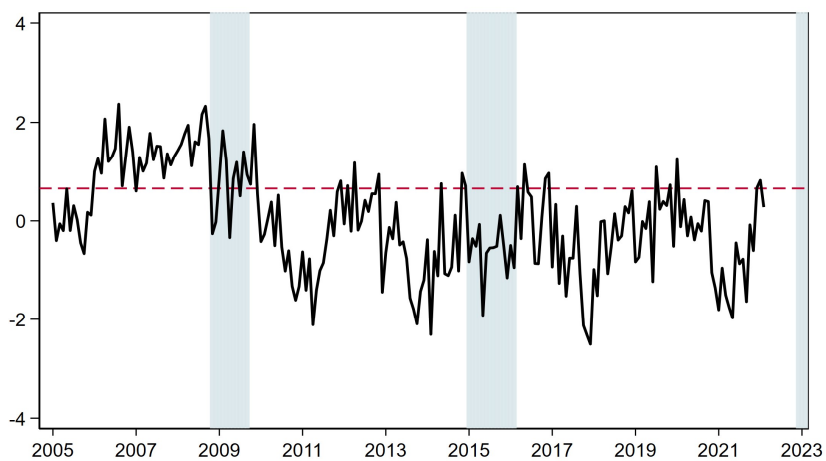
주 1) 검은 실선은 해운조기경보지수를 의미하며, 붉은 점선은 최적 임계치
2) 푸른 음영구간은 위기 기간을 나타냄
자료: 저자 작성

〈그림 4-6〉 신호접근법 조기경보지수 – 9개월 및 12개월 예측시계

단위: 지수



가. 9개월 예측시계



나. 12개월 예측시계

주: 1) 검은 실선은 해운조기경보지수를 의미하며, 붉은 점선은 최적 임계치
2) 분석기간: 2004M1~2023M1

자료: 저자 작성

제3절 서포트 벡터 회귀를 활용한 조기경보지수 개발

조기경보지수는 경제의 취약성을 파악하기 위해 가용한 모든 정보를 활용하는 포괄적인 접근 방식이다.[118] 위기는 복잡한 사건과 관련된 경제 시스템의 내재적 취약성에서 비롯되기 때문에 위기에 대한 예측력을 극대화하는 방향으로 조기경보지수를 개발하여야 한다. 따라서 조기경보지수를 개발한 연구는 다양한 방법론을 적용하여 종합적이고 포괄적인 시장 모니터링 체계를 구축하고자 하였다. 이에 따라 본 연구는 모수적 방법인 신호접근법을 활용한 조기경보지수와 상호보완적인 역할을 수행하기 위해 서포트 벡터 머신을 적용한 조기경보지수를 개발하였다.

서포트 벡터 머신을 활용한 조기경보지수는 신호접근법의 결과에 기초하여 개발하였다. 즉 신호접근법의 컨테이너 운송 압력지수를 통한 위기 식별과 조기경보지수 개발을 위해 수집된 변수로 설명변수를 구성하였다. 또한 각 설명변수에 대한 서포트 벡터 회귀의 중요도를 파악하여 단일 변수의 예측력을 평가하였다.

1) 설명변수 예측력 평가

서포트 벡터 회귀 모형를 통해 개발된 조기경보지수의 설명변수는 신호접근법의 그것과 동일하게 구성하였으나 모든 분석 기간에 관측치가 존재하지 않는 변수를 제외한 43개의 설명변수로 구성하였다. 서포트 벡터 회귀는 훈련(training)과 검정(test) 데이터를 전체 데이터에서 무작위로 80%와 20%를 나누어 추정하였다.

118) Park, Kwon, & Kim(2021), p. 2.

조기경보지수는 가용한 데이터를 종합하여 하나의 지수로 경제의 취약성을 파악하기 때문에 개별 변수의 중요도를 평가하여 상시감시체계를 구축하는 것도 중요하다. 예를 들어, 실물경제 변수는 집계와 가공까지 시차가 존재하는 한편, 금융 변수는 실시간 데이터 수집이 가능하다는 장점이 있다. 따라서 시의성과 속보성을 위해서는 변수 시차의 한계를 보완하는 상시감시체계도 컨테이너 운송시장 모니터링의 실효성을 높이는 데 도움이 될 것이다. 따라서 컨테이너 운송 시장의 위기에 높은 설명력을 지니는 개별 변수를 분류하고 개별 변수에 대한 모니터링도 병행되어야 한다.

본 연구는 서포트 벡터 회귀 추정에 사용된 설명변수의 중요도를 산출하여 컨테이너 운송 시장 위기에 유의미한 설명력을 지닌 변수를 선별하였다. 중요도 산출 방법은 민감도 분석에 기반한 Cortez & Embrechts (2013)의 방법에 따라 산출하였다. 중요도 산출 결과를 바탕으로 상위 20개의 변수로 예측시계별 조기경보지수를 개발하였다.

〈표 4-9〉 서포트 벡터 회귀 변수 중요도(상위 10개)

단위: 중요도

변수	3개월	6개월	9개월	12개월	평균
글로벌 공급망 압력	0.0351	0.031	0.034	0.031	0.0328
VIX	0.0354	0.038	0.029	0.029	0.0327
영국 지정학적 리스크	0.0301	0.032	0.032	0.026	0.0302
한국 지정학적 리스크	0.0287	0.029	0.028	0.032	0.0295
미국 소매 판매	0.0277	0.028	0.028	0.030	0.0284
영국 산업생산	0.0270	0.028	0.028	0.030	0.0282
중국 산업생산	0.0275	0.027	0.029	0.029	0.0282
중고선 거래	0.0277	0.029	0.030	0.026	0.0281
OECD 소매 판매	0.0263	0.028	0.028	0.029	0.0279
EU 산업생산	0.0267	0.028	0.029	0.028	0.0279

자료: 저자 작성

설명변수 중요도 결과를 살펴보면, 잡음-신호 비율을 통해 평가한 설명변수 예측력과 유사한 결과를 보여주나, 서포트 벡터 회귀에서는 공급 부문에 대한 중요도는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 그러나 산업생산과 소매 판매, 불확실성에 대한 중요도는 높게 나타나 컨테이너 운송 시장 위기 감지에 해당 부문 정보가 중요하게 작용하는 것을 확인할 수 있었다.

〈표 4-10〉 서포트 벡터 회귀 조기경보지수 설명변수

번호	3개월	6개월	9개월	12개월
1	$D8$	$U1$	$D5$	$U3_{3}$
2	$U1$	$U3_{5}$	$U3_{5}$	$D5$
3	$D5_{5}$	$D5$	$U3$	$D4_{1}$
4	$D3_{5}$	$U3$	$S3$	$D4_{7}$
5	$D3_{1}$	$U3_{6}$	$D1_{1}$	$D1_{6}$
6	$U3$	$U3_{3}$	$U1$	$D4$
7	$U3_{6}$	$S3$	$D1_{2}$	$D4_{2}$
8	$U3_{3}$	$D1_{6}$	$U3_{3}$	$U3_{2}$
9	$S5$	$D1_{2}$	$D4_{7}$	$U1$
10	$D3_{5}$	$D4_{7}$	$D4$	$D1$
11	$S3$	$U3_{2}$	$D4_{2}$	$D1_{1}$
12	$D4_{7}$	$D4_{2}$	$D1_{6}$	$D1_{7}$
13	$D1_{1}$	$D4$	$U3_{2}$	$D1_{2}$
14	$D1_{6}$	$D1_{4}$	$D4_{1}$	$D4_{6}$
15	$D4_{6}$	$D4_{1}$	$D1_{4}$	$U3_{4}$
16	$D1_{2}$	$D8$	$D1_{7}$	$D1_{4}$
17	$U3_{2}$	$D1_{1}$	$D4_{6}$	$D3_{5}$
18	$D4_{2}$	$D4_{6}$	$D3_{5}$	$S3$
19	$D1_{4}$	$S5$	$D1_{5}$	$D1_{5}$
20	$D4$	$U3_{1}$	$S2$	$S2$

자료: 저자 작성

2) 서포트 벡터 회귀 조기경보지수

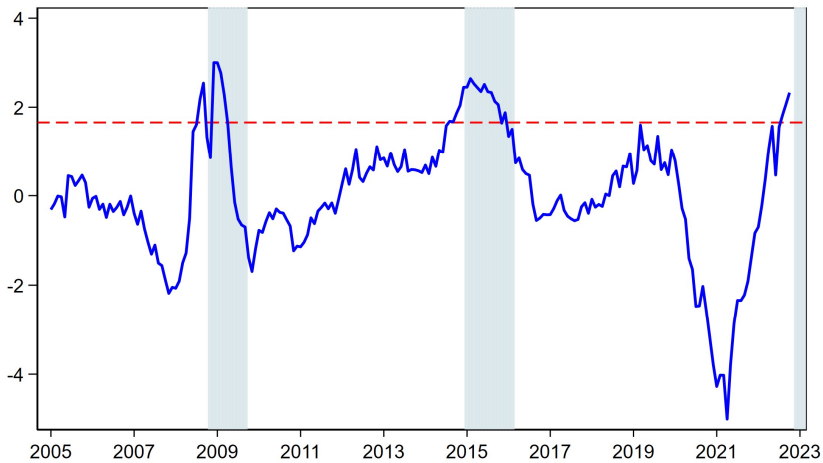
〈그림 4-7〉과 〈그림 4-8〉은 각각 서포트 벡터 회귀 모형을 통해 개발된 3개월 및 6개월 예측시차의 조기경보지수와 9개월 및 12개월의 조기경보지수이다. 그림에서 검은 점선은 각 조기경보지수의 최적 임계치이며, 푸른색 음영구간은 컨테이너 운송 시장의 위기 기간을 나타낸다. 분석기간은 2005년 3월부터 2023년 1월이다.

서포트 벡터 회귀의 조기경보지수는 신호접근법 지수에 비해 위기 발생 이전에 적절한 신호를 보내는 것을 확인할 수 있었다. 서포트 벡터 회귀를 통해 개발된 조기경보지수는 모든 예측시계에서 위기 전에 크게 상승하는 모습을 보이는 것을 확인할 수 있다. 한편, 비교적 단기인 3개월과 6개월 예측시계의 조기경보지수는 위기와 동행하는 모습을 보이나, 9개월 및 12개월 예측시계 조기경보지수는 위기 발생 전부터 완만하게 상승하여 위기 발생이 근접해질수록 상승하는 경향을 보인다. 이처럼 작성 방법 및 예측시계에 따라 지수의 예측력에 차이가 있다는 점은 종합적이고 포괄적인 위기 모니터링 체계의 필요성을 강조한다. 장·단기 예측시계를 활용하여 모니터링을 강화하고, 여러 모형의 신호를 상호보완적으로 활용함으로써 잘못된 신호로 인한 시장의 혼란을 최소화하여야 할 필요가 있음을 시사한다.

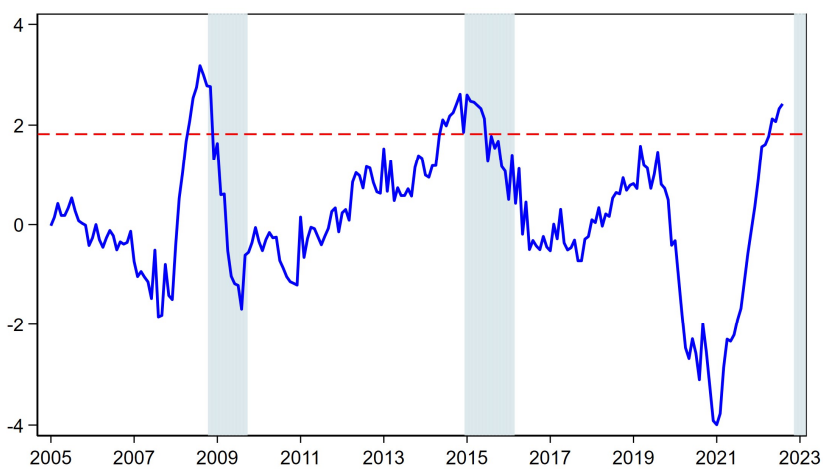
서포트 벡터 회귀를 적용한 조기경보지수의 작성 결과는 조기경보지수를 통한 위험 발생 신호에 따라 정부가 사전적으로 적절한 정책대응을 실시한다면 위기에 따른 충격을 완화하는 데 기여할 수 있을 것임을 의미한다.

〈그림 4-7〉 서포트 벡터 회귀 조기경보지수 – 3개월 및 6개월 예측시계

단위: 지수



가. 3개월 예측시계

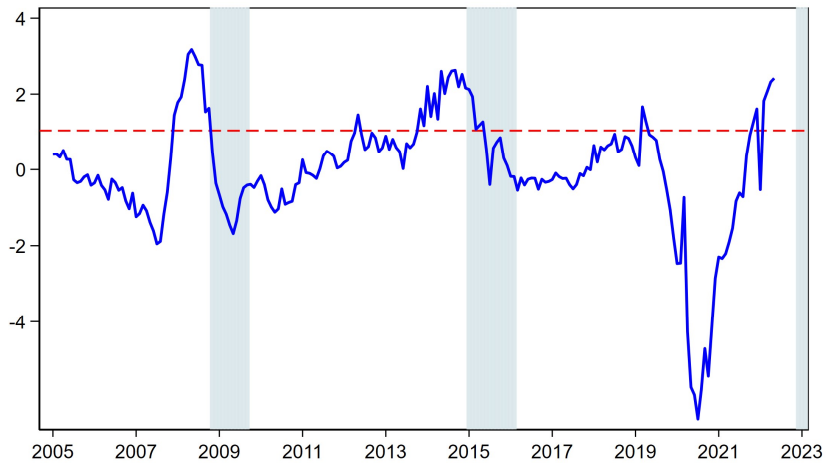


나. 6개월 예측시계

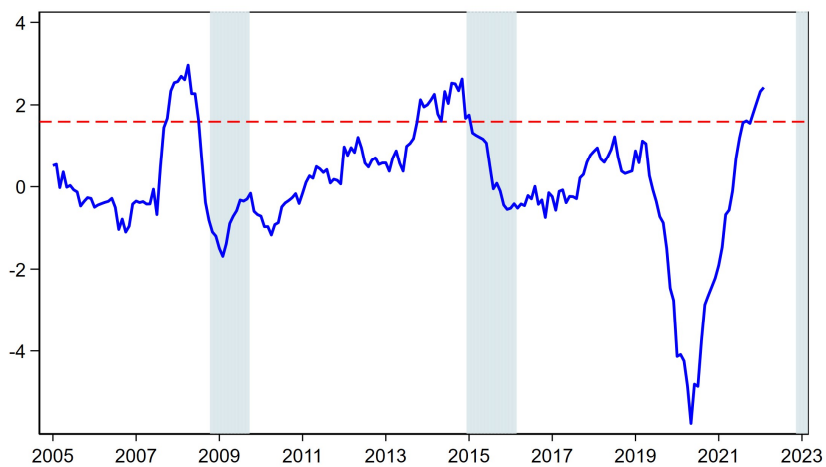
주: 1) 검은 실선은 해운조기경보지수를 의미하며, 붉은 점선은 최적 임계치
2) 분석기간: 2004M1~2023M1
자료: 저자 작성

〈그림 4-8〉 서포트 벡터 회귀 조기경보지수 – 9개월 및 12개월 예측시계

단위: 지수



가. 9개월 예측시계



나. 12개월 예측시계

주: 1) 검은 실선은 해운조기경보지수를 의미하며, 붉은 점선은 최적 임계치
2) 분석기간: 2004M1~2023M1
자료: 저자 작성

제4절 조기경보지수 적합도 검정 및 활용방안

1. 조기경보지수 적합도 검정

신호접근법과 서포트 벡터 회귀를 통해 개발된 조기경보지수의 적합도 검정은 혼돈행렬에서의 정확도, 민감도, 특이도를 비교하였다. 정확도는 전체표본에서 실제 위기 발생과 조기경보지수의 신호가 일치하는 경우이며, 민감도는 실제 위기가 발생하였을 때, 조기경보지수도 신호를 발생한 경우이다. 특이도는 실제 위기가 발생하지 않았으며, 신호 역시 발생하지 않은 비율을 나타낸다.[119)]

〈표 4-11〉 컨테이너 운송 시장 조기경보지수 적합도 검정

지수(시계)	정확도 (%)	민감도 (%)	특이도 (%)	제1종 오류(%)	제2종 오류(%)	AUC
SIG(3)	71.63	91.67	69.11	8.33	30.89	0.8039
SIG(6)	72.64	79.17	71.81	20.83	28.19	0.7549
SIG(9)	55.50	83.33	51.89	16.67	48.11	0.6761
SIG(12)	72.82	54.17	75.27	45.83	24.73	0.6472
SVR(3)	97.21	91.67	97.91	8.33	2.09	0.9479
SVR(6)	99.06	95.83	99.47	4.17	0.53	0.9765
SVR(9)	92.82	100.00	91.89	0.00	8.11	0.9595
SVR(12)	97.09	100.00	96.70	0.00	3.30	0.9835

주: 1) SIG는 신호접근법 기반의 조기경보지수, SVR은 서포트 벡터 회귀 기반의 조기경보지수. 지수 옆의 괄호는 예측시계를 표시.
2) 정확도는 실제 위기와 조기경보지수의 신호가 일치
3) 민감도는 실제 위기가 발생하고, 지수 또한 신호를 발생한 경우
4) 특이도는 위기가 발생하지 않고, 지수 또한 신호를 발생하지 않은 경우
5) AUC는 수신자 특성 곡선의 아래면적을 의미
자료: 저자 작성

119) 권장한 외(2021), pp. 117-118.

적합도 결과를 살펴보면, 전반적으로 서포트 벡터 회귀를 통해 작성된 조기경보지수의 적합도가 신호접근법 조기경보지수가 보다 높은 것으로 나타났다. 신호접근법의 4개 지수의 평균 정확도는 68.15%인데 비해, 서포트 벡터 회귀 조기경보지수의 평균은 96.54%였으며, 민감도 및 특이도에서도 큰 차이를 보였다. 서포트 벡터 회귀의 6개월 예측시계 조기경보지수를 나타내는 SVR(6)의 정확도가 99.06%로 개발된 조기경보지수 중 가장 높은 정확도를 보였다. 제1종 오류의 경우, SVR(9)와 SVR(12)가 0%로 가장 낮은 제1종 오류를 보였으며, 제2종 오류는 SVR(6)이 0.53%로 가장 낮았다.

조기경보지수의 적합도에 사용되는 통계는 조기경보지수의 목적에 따라 중요성이 달라진다. 예를 들어, 위기 발생으로 인한 사회적 비용이 막대하여 잘못된 신호로 시장에 혼란을 일으키더라도 위기 감지에 무게를 둔다면 위기 발생 시 신호가 발생하지 않은 제1종 오류를 최소화하는 방향으로 모형을 설정해야 할 것이다. 한편, 조기경보지수의 신뢰도를 확보하기 위해서는 위기가 발생하지 않았음에도 불구하고 위기가 발생할 것처럼 거짓신호를 보였던 비율인 제2종 오류를 최소화하는 것이 바람직할 것이다. 그런데 본 연구의 결과에서 확인할 수 있듯이 제1종 오류와 제2종 오류 간에는 상충관계가 존재하므로, 모형 적합도의 우열을 가리기 어렵다.

이러한 통계 간 상충 관계를 고려하여 모형의 예측력을 비교하는 통계로 수신자 특성곡선의 아래면적(AUC: Area Under the receiver operator Characteristic)이 주로 사용된다. AUC가 1에 가까울수록 모형이 예측성능을 지녔다고 판단하며, AUC를 기준으로 지수의 예측력을 평가한다.[120] AUC를 기준으로 하였을 때, SVR(12) 지수가 0.9835로 개발된 지수 중 가장 높은 AUC를 보여 예측 성능이 우수한 것을 확인할 수 있었다.

120) 권장한·박성화(2022), p. 407.

2. 조기경보지수 활용방안

본 연구는 가용한 데이터를 종합하여 조기경보지수 설명변수를 구성하고 신호접근법과 서포트 벡터 회귀 모형을 적용하여 조기경보지수를 개발하였다. 또한 3개월, 6개월, 9개월 및 12개월 예측시계를 구축하여 조기경보지수의 예측력을 향상하고자 하였다. 예측 성능 면에서 머신러닝기법이 신호접근법에 비해 우수한 예측 성능을 보여줘 Park, Kwon, & Kim(2022)과 Boonman et al.(2019) 등 조기경보지수 작성에 다양한 방법론을 적용한 연구와 일치하는 결과를 확인할 수 있었다. 그러나 예측력만을 기준으로 조기경보지수를 작성하기보다는 다양한 모형을 상호보완적으로 사용하여야 조기경보지수의 효율성을 확보하여야 할 것이다.[121]

조기경보지수는 위기에 선행하는 설명변수가 존재하고, 위기 이전에 이러한 설명변수의 이상 움직임이 다음 위기에도 관찰된다는 가정하에 작성된다.[122] 이러한 선제적(ex-ante) 성격은 실효성 있는 조기경보지수 작성의 어려움으로 작용하는데, 위기에 대한 경험이 제한적이고 위기의 성격에 따라 원인 및 파급 경로가 상이하기 때문이다.

정부의 입장에서 조기경보지수는 컨테이너 운송시장의 위기를 감지하고 예방하기 위한 사전적인 처방을 마련하는 역할을 한다. 선제적 조치는 태생적으로 불확실성을 내포하기 때문에 정책 시행 전에 정책 대상자에게 충분한 설명과 공감대를 형성해야 할 것이다. 시장의 공감을 이끌어 내기 위해서는 조기경보지수에서 발생한 신호의 타당성에 대한 검토와 예측력에 대한 실효성을 검증하는 과정이 필요하다. 따라서 단일 모형에 의존하기보다는 다양한 방법론과 예측시계를 조합하여 조기경보지수가 발생하는 신호에 대한 충분한 검토를 수행한 후, 시장에 메시지를 전달하여야 한다. 다

121) Dawood, Horsewood, & Strobel(2017), p. 24.
122) Edison(2003), p. 2.

시 말해, 동일한 위기예측에 대한 다양한 모형의 신호를 검토함으로써 단일 모형이 거짓 신호를 보내거나 위기에 대한 신호가 발생하지 않는 오류를 줄이고 다모형 운용을 통해 모형 리스크의 최소화를 이룬다면, 조기경보지수의 예측력과 실효성을 제고하는 데 큰 도움이 될 것이다.

제5절 소결

본 장에서는 신호접근법과 서포트 벡터 회귀모형을 통해 조기경보지수를 개발함으로써 컨테이너 운송시장에 대한 시장 감시·감독 체계를 구축하였다. 컨테이너 운송시장의 수요, 공급, 불확실성에 대해 가용한 변수를 검토하고 수집하여 설명변수를 구성하였다. 컨테이너 운송시장의 위기는 세계 교역과 컨테이너 운임을 바탕으로 개발된 컨테이너 운송 압력지수를 통해 식별하였다. 컨테이너 운송시장의 위기는 세계 교역과 운임이 동시에 하락하는 상황으로 가정하였으며, 위기에 대한 임계치는 컨테이너 운송 압력지수가 표본 평균에서 1.2 표준 편차이상 증가하는 경우로 설정하였다. 컨테이너 운송시장은 2003년 1월에서 2023년 4월까지의 분석기간 중 글로벌 금융위기(2008M11~2009M8)와 선복 과잉(2015M3~2016M1) 기간, 2023년 상반기(2023M2~2023M4), 총 3회의 위기를 경험한 것으로 나타났다.

신호접근법 조기경보지수 설명변수는 컨테이너 운송시장에 예측력을 지닌 것으로 알려진 변수로 구성하였다. 설명변수는 공급 부문 5개, 수요부문 35개, 금융 부문 2개, 불확실성/리스크 부문 16개, 총 58개의 변수로 구성되었다. 잡음-신호 비율을 기준으로 3개월, 6개월, 9개월 및 12개월의 예

측시계 조기경보지수를 작성한 결과, 6개월 예측시계 조기경보지수는 35개의 설명변수로 구성되었으며, 3개월, 9개월, 그리고 12개월 예측시계에서는 27개의 설명변수를 종합하여 조기경보지수를 개발하였다.

조기경보지수의 예측력과 실효성을 확보하기 위해 서포트 벡터 회귀모형을 통한 조기경보지수를 개발하였다. 신호접근법 조기경보지수와의 정합성을 유지하기 위해 컨테이너 운송시장의 위기와 설명변수 구성을 일치하여 서포트 벡터 회귀 모형을 적용하였다. 변수 중요도를 기준으로 각 예측시계별 상위 20개의 설명변수를 구성하여 서포트 벡터 회귀 조기경보지수를 개발하였다.

모형별 정확도, 민감도, 특이도, 제1종 오류, 제2종 오류 및 AUC 결과에 의거하여 조기경보지수의 적합도를 검정하였다. 검정 결과, 서포트 벡터 회귀로 추정된 조기경보지수가 신호접근법에 비해 적합도가 우수한 것으로 나타났으며, 서포트 벡터 회귀 조기경보지수 중 12개월 예측시계 지수의 예측 성능이 가장 우수한 것을 확인할 수 있었다.

05
결론 및 활용

제1절 결론 및 연구기여

1. 결론

해운산업은 구조적 특성과 더불어 지정학적 리스크, 그리고 시장참여자의 투자행태 등 다양한 요인의 영향을 받음에 따라 위기 예측에 취약한 분야로 인식되고 있다. 우리나라 해운산업은 1978년 제2차 석유 위기, 1997년 아시아 외환위기, 2008년 글로벌 금융위기, 2011년 유럽 재정위기, 2016년 한진해운 파산에 따른 해운산업 위기 등 반복적인 위기를 경험하였다. 이러한 반복적인 위기에도 선제적으로 해운산업의 위기를 예측하고, 대응책을 마련할 수 있는 체계적인 리스크 관리 방안이 부재함에 따라 위기 대응은 사후적 조치에 머무르고 있다. 조기경보시스템은 가능한 모든 정보를 이용하여 경제적 취약성을 탐지하는 모니터링 체계로 우리나라는 1997년 외환위기 이후, 위기 재발방지를 목적으로 국가 조기경보시스템을 구축해왔다.

이러한 문제의식을 바탕으로 본 연구는 세계 컨테이너 운송시장에 대한 조기경보지수를 작성함으로써 컨테이너 해운시장의 장래 위험요인을 조기에

탐지하여 위기 발생을 사전에 방지하고, 컨테이너 시장에 대한 종합적이고 포괄적인 위기관리 수단을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

연구 목적 달성을 위해 제2장에서는 문헌조사 및 사례연구를 바탕으로 국내외 조기경보시스템의 구축 사례를 검토함으로써 본 연구의 핵심 연구 대상인 컨테이너 시장의 조기경보지수 작성에 대한 적용 가능성을 모색하였다. 부문별 사례는 조기경보시스템이 금융위기에 대한 선제적 대응으로 도입되었다는 측면에서 금융, 원자재, 그리고 연구 대상인 해운 부문을 중심으로 분석하였다.

조기경보시스템의 사례를 분석한 결과, 모형의 활용과 관련해서는 그동안 위기 발생 시점의 예측을 목적으로 주로 신호접근모형, 프로빗·로짓모형 등이 많이 활용되어 왔다. 그러나 2008년 글로벌 금융위기를 겪으면서 위기 예측력에 의문이 제기됨에 따라 각국의 중앙은행은 취약성 지수를 개발하여 전통적 모형의 한계를 극복하기 위해 노력하였다. 또한 거시경제 충격에 따른 시장별 안정성의 파악과 선제적 대응을 위한 목적에서 미래지향적 스트레스 테스트 분석을 기초로 한 산업위험 관리가 추진되고 있다.

다음으로 조기경보 결과의 대외공표 및 활용과 관련해서는 기존의 조기경보시스템은 대외공표보다는 기관 내부적으로 위험관리 대상의 모니터링을 위한 정책집행 단계에서 주로 활용된다는 특징을 발견하였다. 이는 조기경보시스템의 작성 및 관리 주체가 정부 및 공공기관 중심이라는 점에서 조기경보의 목적이 기업, 산업, 시장 등 위기관리 대상의 모니터링에 국한됨에 따라 기관 내부자료로만 활용되는 것으로 판단된다. 뿐만 아니라 조기경보 대상이 기업, 시장, 산업 등 민간영역이기 때문에 정부와 공공기관의 조기경보가 오히려 민간영역의 행위자들에게 잘못된 신호를 보내거나 혼란을 가지고 올 수 있다는 점에서 내부적으로만 관리 및 활용되고 있는 것으로 추측된다.

따라서 조기경보시스템 사례분석 결과를 바탕으로 향후 조기경보시스템 구축 과정에서는 정형 및 비정형 데이터의 활용, 모수 및 비모수 접근법 등 다모형 접근법의 활용과 함께 조기경보 결과의 대외공표 및 의사결정 절차에 관한 세밀한 설계가 수반되어야 한다는 정책적 함의를 얻을 수 있었다.

제3장은 종합지수 방법과 뉴스 감성 분석 방법을 종합하여 컨테이너 해운시장의 심리를 측정하였다. 종합지수 방법을 통한 심리지수는 Papapostolou et al.(2014)의 방법을 적용하여 컨테이너 시장별 시장 기대, 가치평가, 유동성의 다섯 가지 변수를 생성한 후, 변수의 주성분을 추출하여 개발하였다. 뉴스 감성분석은 6개 해운 전문언론사 13,279건의 기사에 Henry's Financial Dictionary를 적용하여 뉴스 심리지수를 개발하였다. 통계적 기법과 감성분석을 통해 개발된 두 지수의 주성분으로 컨테이너 운송 시장 심리지수를 개발하였다. 컨테이너 운임 변동성에 심리가 미치는 영향을 분석하기 위해 SVAR모형의 분석 방법인 충격반응함수 분석, 예측오차 분산분해, 역사적 요인분해를 수행하였다. 분석 결과, 투자심리 충격은 통계적으로 유의한 운임 상승을 유발하며, 운임 변동성에 대한 설명력을 지닌 것을 확인할 수 있었다.

제4장은 종합적이고 포괄적인 컨테이너 운송 시장의 모니터링 체계를 구축하기 위해 신호접근법과 서포트 벡터 회귀 모형을 활용하여 조기경보지수를 개발하였다. 컨테이너 운송시장의 위기는 세계 교역과 컨테이너 운임을 종합한 컨테이너 운송시장 압력지수의 움직임을 바탕으로 글로벌 금융위기(2008M11~2009M8)와 선복 과잉(2015M3~2016M1) 기간, 2023년 상반기(2023M2~2023M4), 총 3회의 위기를 식별하였다.

조기경보지수는 3개월, 6개월, 9개월, 그리고 12개월 예측시계를 기준으로 개발되었다. 신호접근법을 통한 조기경보지수는 공급 부문 5개, 수요

부문 35개, 금융 부문 2개, 불확실성/리스크 부문 16개, 총 58개의 설명변수를 구성한 다음, 각 설명변수의 예측력 평가 결과를 바탕으로 변수를 종합하여 개발하였다. 잡음-신호 비율을 기준으로 6개월 예측시계의 구성 변수가 35개로 가장 많았으며, 3개월, 9개월, 그리고 12개월 예측시차의 조기경보지수는 27개의 설명변수를 종합하여 개발되었다.

서포트 벡터 회귀모형을 활용한 조기경보지수는 신호접근법 조기경보지수와의 정합성을 유지하기 위해 동일한 위기 기간과 설명변수 구성을 적용하였다. 단, 가용 데이터의 한계로 인하여 서포트 벡터 회귀의 설명변수는 43개로 구성되었다. 설명변수의 중요도 검정 결과를 바탕으로 각 예측시계별 상위 20개 변수로 조기경보지수를 개발하였다.

각 모형 및 예측시계별 조기경보지수 적합도 검정은 정확도, 민감도, 특이도, 제1종 오류, 제2종 오류, 그리고 AUC를 기준으로 이루어졌다. 검정 결과, 서포트 벡터 회귀를 통해 개발된 조기경보지수의 적합도가 신호접근법보다 우수한 것으로 나타났으며, 총 8개의 조기경보지수 중 서포트 벡터 회귀 모형을 적용한 12개월 예측시계 조기경보지수의 예측 성능이 가장 우수한 것으로 나타났다.

2. 연구 기여

본 연구는 컨테이너 운송시장의 시장 모니터링 체계 구축을 위해 컨테이너 운송시장 심리지수와 조기경보지수를 개발하였다. 단일 모형에 의존할 경우 발생할 수 있는 예측 오류 문제를 보완하고자 다양한 방법론을 적용하여 지수를 개발하였다. 문헌조사 및 사례연구를 바탕으로 국내외 조기경보 시스템의 구축 사례를 검토함으로써 컨테이너 운송시장에 대한 적용 가능성을 모색하였다. 이를 통해, 컨테이너 운송시장의 심리를 측정하고, 위기를

조기에 감지할 수 있는 실효성이 담보된 시장 모니터링 체계를 마련하고자 하였다. 방대한 문헌 검토와 사례조사를 바탕으로 비모수적 방법, 모수적 방법, 빅데이터 분석, 머신러닝 기법 등 다양한 방법론을 적용하여 시장 모니터링 체계를 구축하였다는 것이 본 연구의 의의라 할 수 있다.

본 연구에서 개발된 시장 모니터링 체계의 활용방안은 다음과 같다. 첫째, 심리지수를 통해 컨테이너 운송 시장의 심리를 파악함으로써 선박 투자에 대한 합리적 의사결정을 도울 수 있다. 시장의 심리가 낙관적이거나 비관적일 때 선주 및 트레이더는 수익을 늘리고 손실을 줄이는 전략을 구사할 수 있을 것이다. 또한 정부는 심리 지수를 통해 시장 추세를 이해함으로써 시장에 대한 적절한 조치를 신속하게 시행할 수 있다.

둘째, 다양한 예측시계와 방법론을 적용한 조기경보지수를 개발함으로써 정부의 시장 모니터링 능력을 강화하고 선제적인 시장 안정조치를 시행할 수 있다. 선제적인 조치는 아직 일어나지 않은 결과에 대한 조치라는 불확실성을 내포하기 때문에 시장 참여자에게 혼란을 유발할 수 있고, 정부의 결정이 과학적 근거를 바탕으로 이루어졌다는 시장의 공감대가 형성되어야 한다. 본 연구에서 제안한 조기경보지수는 종합적이고 포괄적인 방법으로 개발되었으므로 과거의 위기 경험으로 미래의 위기를 예측하기 때문에 비교적 예측력이 떨어지는 조기경보지수의 실효성을 향상하는 데 도움이 될 것으로 기대한다.

이러한 의의에도 불구하고 본 연구가 지닌 한계점과 향후 과제는 다음과 같다. 첫째, 심리지수와 조기경보지수 외에도 시장 모니터링에 대한 정성적 모니터링이 병행이 필요하다. 본 연구에서 개발한 지수는 과거의 경험을 바탕으로 작성되었다. 즉 과거에 관찰되었던 변수의 이례적인 움직임이 다음 위기에도 반복적으로 발생할 것이라는 암묵적 가정을 바탕으로 개발되었다. 그러나 위기를 유발하는 요인은 항상 변할 수 있으며, 위기의 전개양상

역시 일정할 것이라는 보장은 없다. 최근의 COVID-19 팬데믹은 전염병이라는 사건으로 인하여 글로벌 공급망 붕괴를 유발하였으며, 이로 인해 컨테이너 운송시장은 유례없는 호황을 맞이하였으나 글로벌 공급망의 정상화와 더불어 주요국의 긴축정책으로 글로벌 수요가 감소하면서 컨테이너 운송시장의 불황에 대한 우려를 키우고 있다. 따라서 산업 구조의 변화, 지정학적 리스크 등을 고려한 정성적 모니터링을 병행하여 잠재되어 있는 위기요인에 대한 모니터링이 필요하다.

정성적 모니터링은 정량적 모형이 감지하기 어려운 임박한 위험을 식별하는 데 도움이 될 수 있다. 또한 빅데이터가 지닌 속보성을 적극적으로 활용한다면 집계 데이터의 가공·산출에 소요되는 시간 동안 효율적으로 활용할 수 있을 것이다. 여러 변수의 공통적인 정보를 종합하여 위기를 감지하는 조기경보지수 외에도 본 연구에서 고안한 심리지수를 적극적으로 모니터링한다면 집계 데이터가 지니는 적시성의 한계를 극복할 수 있을 것이다. 실제로 국제금융센터는 우리나라 외환시장의 조기경보시스템을 운용하면서 정성적 모니터링도 병행하고 있다.[123]

둘째, 지수 설명변수의 지속적인 개선과 발굴이 필요하다. 투자 심리 종합지수와 뉴스 심리지수는 시장 집계 데이터와 감성 사전을 바탕으로 작성된다. 따라서 급변하는 시장 상황에 대응하기 위해서는 구성 지표의 지속적인 개선과 새로운 통계 발굴이 필수적이라 할 수 있다.

조기경보지수는 과거 데이터를 바탕으로 미래를 예측하기 때문에 과거 높은 예측력을 보여줬던 모형이더라도 미래에 대한 예측력이 낮을 수 있다. 실제로 조기경보지수에 대해 활발한 연구가 진행된 국제금융 분야에서는 1997년 아시아 외환위기를 계기로 외환시장에 대한 조기경보지수를 개발하는 다양한 시도가 이루어졌으나, 2009년 글로벌 금융위기를 예측하는

123) 이항용(2015), p. 57.

데는 큰 성과를 거두지 못하였다.[124] 이는 제한적이고 극단적인 상황에서 발생하는 위기는 발생 원인과 진행 과정이 위기마다 다르고 위기에 대한 경험이 제한적이기 때문이다. 따라서 시장 모니터링 능력을 강화하고 예측력을 높이기 포괄적인 접근이 중요한데, 시장의 변화에 민감하게 반응하는 새로운 통계 발굴과 설명변수의 개선은 실효성 높은 조기경보지수 개발에 중요한 역할이 될 것이다.

마지막으로, 컨테이너 운송시장 위기 식별에 대한 업계 및 학계의 컨센서스가 이루어져야 한다. 해운산업의 가장 위협적인 리스크 요인인 운임과 물동량을 기준으로 위기 기간을 식별하였으므로 본 연구의 위기는 해운 수요감소와 운임하락이 일정 수준을 넘어서는 경우로 정의할 수 있다. 이와 같은 정의는 해운기업의 실질적인 경영악화를 초래하는 상황이라는 점에서 타당성을 지닌다. 그러나 실효성이 담보된 조기경보지수 개발을 위해서는 해상운송 서비스 공급에 중대한 차질이 발생하는 상황 등과 같이 보다 구체적인 목적의 모니터링 시스템 및 위기 정의가 요구된다. 향후 연구와 협의체의 논의를 통해 해운산업 위기에 대한 명확한 정의가 이루어진다면 예측력과 효율성이 담보된 조기경보시스템 구축이 가능할 것으로 기대한다. 이와 더불어 높은 예측력으로 인하여 최근 각광받고 있는 딥러닝 분석방법을 적용한 조기경보지수의 개발이 병행된다면, 조기경보지수의 예측력을 향상할 수 있을 것이다.

본 연구에서 개발된 세계 컨테이너 운송시장 시장 모니터링 체계 외에도 주요 선사의 재무정보를 활용한 미시 수준의 부실예측 모형을 통해 해운산업의 다각적인 모니터링 시스템 구축이 이루어진다면, 우리나라 해운업의 위기대응 능력을 함양하고 나아가 위기를 기회로 활용하여 글로벌 해운 강국으로 재도약할 수 있을 것이다.

124) 김명직·황태욱(2011), p. 30.

제2절 조기경보시스템 구축을 위한 향후 과제

조기경보지수의 궁극적인 목적은 경보가 발동하였을 때 적절한 정책대응을 모색하는 것이다.[125] 따라서 조기경보지수의 성과를 높이기 위해서는 위기 매뉴얼을 준비하여야 한다. 앞서 제2장의 주요 조기경보시스템 구축 사례에서 살펴본 바와 같이, 조기경보시스템은 모니터링, 조기경보지수 산출 및 조기경보 단계 판단 과정뿐만 아니라 조기경보 단계별 위기대응을 위한 실행지침인 매뉴얼을 작성하여 시스템의 실질적인 작동을 뒷받침하고 있다. 구체적으로 원자재 상시경보 통제 시스템은 경보등급에 따라 점검반과 위원회를 소집하여 체계적인 조직 운영과 정부 대응을 추진하기 위한 매뉴얼을 구비하고 있다. 국제곡물 조기경보시스템 또한 위기대응 실행 매뉴얼이라는 명칭으로 식량 수급 불안 등에 대비한 단계별 관련 기관의 역할과 추진방안 등을 정리한 매뉴얼을 갖추고 국제곡물 수급위기에 대응해 나가고 있다.

이에 따라 본 연구에서도 향후 해양수산 부문의 조기경보시스템 구축을 위한 과제로서 조기경보시스템 실행 매뉴얼 작성을 제안하고 구체적인 사례를 통해 컨테이너 해운 분야의 매뉴얼 작성에 필요한 주요 구성요소와 내용을 고찰하고자 한다.

1. 조기경보시스템 실행 매뉴얼 작성 사례

조기경보시스템 실행 매뉴얼 작성을 위해서는 크게 일반사항(목적, 적용범위, 관련 근거, 용어 정의), 위기 유형과 관리체계, 위기관리 기본방향, 위기경보 단계별 조치사항, 기관대응 수칙 등에 관한 구체적인 내용이 규정

125) 이항용(2015), p. 58.

되어야 한다. 상기 다섯 가지 사항에 관한 내용을 국제곡물 조기경보시스템의 운영을 위해 작성된 농림축산식품부의 「국제곡물 위기대응 실행 매뉴얼」을 토대로 확인한다.

1) 일반사항

일반사항은 크게 매뉴얼 작성 목적, 적용범위, 관련근거, 용어정의 등으로 구성된다. 목적은 조기경보를 적용하는 상황으로 인해 국민의 안위나 국가경제에 발생하는 영향과 불안 등을 관리하고 대비하기 위한 관리체계를 규정하는 것이며, 적용범위는 조기경보가 적용되는 상황과 관련된 업무를 관장하는 주무기관과 관련 기관의 활동으로 구체화한다. 국제곡물 분야의 위기대응 매뉴얼은 일반사항을 아래의 표에 작성된 바와 같이 「농업·농촌 및 식품산업 기본법」에 근거하고 있으며, 국제곡물 수급위기에 관련된 기관의 활동으로 적용범위를 한정하고 있다.

〈표 5-1〉 국제곡물 위기대응 실행매뉴얼 일반사항 규정

- (목적) 이 매뉴얼은 해외 주요 곡물 수출국 문제로 국내 주요 곡물 수급에 문제가 발생하여 식량 수급 불안 등 국민의 안위와 국가경제의 안정성에 심각한 위해가 가해지는 경우에 대비하여 위기관리 체계와 관련 기관별 역할 등을 규정하기 위함
- (적용범위) 「국제곡물」수급 위기 관련 업무와 관련되는 주무기관(농림축산식품부)을 포함한 관련 정부 부처·기관의 활동에 적용
- (근거) 「농업 · 농촌 및 식품산업 기본법」

자료: 농림축산식품부(2020), pp. 2-3.

2) 위기 유형과 관리체계

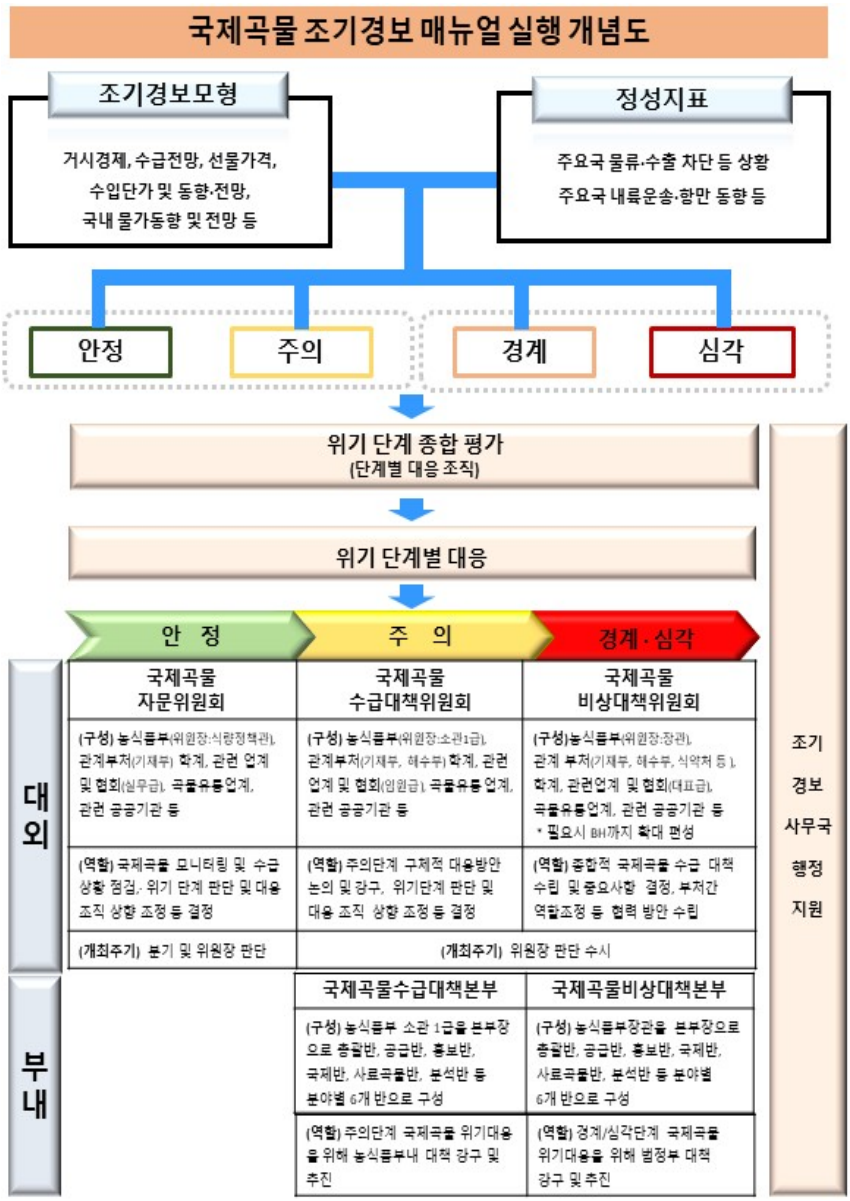
다음으로 위기 유형과 관리체계에서는 위기로 판별하는 구체적인 유형을 정리하고 위기 징후에 따른 위기 상황의 전개 양상을 설명한다. 또한 위기관리체계는 종합체계도, 위기관리 기구의 역할, 위기단계별 대응 체계, 대응

단계별 기관장의 임무와 역할을 조기경보시스템에서 구분한 단계에 따라 구성한다. 아래의 그림에서 보는 바와 같이, 위기관리 종합체계도는 조기경보모형을 통한 위기단계 종합평가를 거쳐 위기 단계별(안정, 주의, 경계, 심각 등)로 위기관리 기구가 어떤 역할을 하게 되는지 한눈에 볼 수 있도록 도식화한다.

위기관리 기구의 역할은 단계별로 다양하게 구성할 수 있으나 신호등 체계에 따라 안정, 주의, 경계·심각의 3단계로 구분해 구성하는 경우 크게 점검반, 자문위원회, 수급대책위원회, 비상대책위원회 등으로 TF와 위원회 등을 구성한다. 또한 해당 조기경보 주무부처와 관련 부처 및 기관의 총괄, 협조, 행정지원 등의 역할과 체계 등을 정의함으로써 즉각적인 위기대응이 가능하도록 한다.

위기단계별 대응체계는 주무부처 내의 조직운영과 대응을 규정하는 대내 대응체계, 관련 부처 및 기관과의 협력을 위한 대외 협의체 구성과 운영을 규정하는 대외 대응체계 및 조기경보 사무국 등 간사기관을 통한 행정지원 대응체계 등으로 구성할 수 있다.

〈그림 5-1〉 국제곡물 분야 위기관리 종합체계도

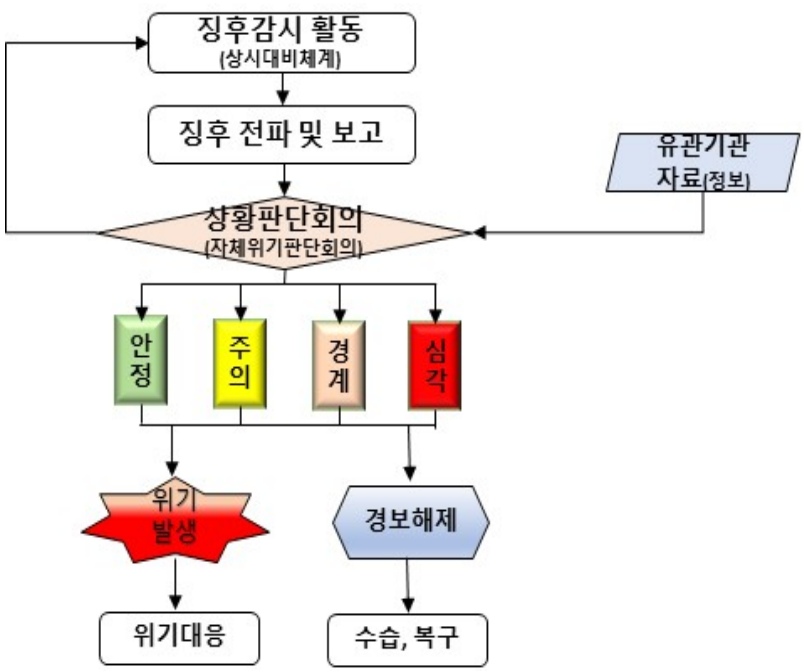


자료: 농림축산식품부(2020), p. 8.

3) 위기관리 기본방향

위기관리 기본방향은 크게 위기관리 목표, 기본방향, 위기징후 감시, 위기판단, 위기경보와 발령, 비상근무체계 등으로 세분화된 내용을 담고 있다. 위기관리의 목표는 금융시장, 산업, 원자재 등 조기경보 대상에 따라 각기 상이하게 설정되며 시장이나 산업의 경우 해당 시장과 산업의 기업 부실화 억제와 기업 도산에 따른 사회적 비용 최소화 등을 목표로 한다. 원자재의 경우 원자재 수급 위기 영향 최소화와 국내 가격 안정 도모 등을 목표로 한다. 이러한 목표를 기반으로 위기관리 기본 방향은 위기발생 사전 대비 태세 마련과 위기발생 시 추가피해 차단, 그리고 신속하고 정확한 정보의 제공을 통한 국민 불안해소 등을 설정한다.

〈그림 5-2〉 국제곡물 분야 위기경보 발령 절차



자료: 농림축산식품부(2020), p. 21.

위기징후의 관심은 조기경보시스템의 전 단계인 조기경보 대상에 대한 지속적인 관측을 바탕으로 위기목록과 감시체계를 운영하며, 조기경보지수의 산출 등을 통해 위기를 판단하고 이후 위기경보의 수준에 따른 발령여부와 발령절차를 마련한다. 위기경보의 발령은 주무부처 또는 주관기관이 위기징후를 포착하거나 위기발생이 예상되는 경우 위원회, 협의체를 통해 위기정도를 판단하고 경보를 발령한다. 위기 경보발령 과정은 위기 징후 감시활동에서 징후 파악 및 위기상황 판단, 위기 경보발령 및 경보 해제에 이르는 전 과정을 아우른다.

국제곡물 분야의 위기경보 발령 절차를 예로 들면, 아래의 그림에 나타난 바와 같이 주관기관인 농림축산식품부가 수급 위기발생이 예상되는 상황에서 위기단계별 대응 협의체를 통해 자체 위기 판단회의를 개최하고 판단결과에 따라 위기경보를 발령한다. 또한 주관기관은 위기경보 발령 과정에서 위기수준 평가 결과와 대응 방향, 대응 조치 및 수단, 유관기관 역할 및 협조사항, 대국민 홍보를 포함한 일체의 대응책을 강구해야 한다.

4) 위기경보 단계별 조치사항

위기경보 단계별 조치사항은 앞서 설명한 각 사항을 구체화시킨 것으로 다음의 표에 정리된 바와 같이 각 단계에 대한 상황을 설명하고 주요 조치사항, 협력체계, 기관별 역할 등으로 구성할 수 있다. 정상수준의 안정단계에서의 주요 조치사항은 모니터링으로 조기경보에 필요한 정량데이터 등의 수집이 주요 활동이 되며 관련기관의 역할 또한 데이터 분석과 상황 점검 및 정보제공에 초점이 맞춰져 있다.

주의 단계에서는 잠재적 위협이 증가하는 단계로 위기상황의 포착과 보고 및 전파, 자체 위원회 소집 등을 통한 위기평가회의 개최, 위기경보 발령에 따른 일련의 조치가 이루어진다. 또한 안정 단계와 마찬가지로 시장과

산업에 대한 모니터링이 수행되며 위기대응의 전략 검토와 함께 시행을 준비하는 내용이 포함된다. 주의 단계에서는 관련 기관과 역할이 추가되며 안정단계와 달리 위기경보의 해제와 후속조치가 수반된다. 경계와 심각 단계 또한 주의 단계와 마찬가지로 위기상황에 대한 경보발령과 함께 협력체계가 가동되고 위기경보의 해제와 후속조치가 이루어진다.

〈표 5-2〉 위기경보 단계별 조치사항 구성 항목(예시)

단계	주요 조치사항 구성항목
안정	• 안정단계에 대한 상황 정의 • 주요 조치사항 – 시장 모니터링, 시장 운영상황 검토 등 • 협력체계 – 위원회 구성 및 운영을 통한 대외 협력체계 구축방안 제시 • 기관별 역할 – 주무부처, 협력기관, 사무국(간사기관) 등
주의/경계/심각	• 주의/경계/심각 단계에 대한 상황 정의 • 주의/경계/심각 단계 발령 절차 – 위기상황 포착 및 보고·전파, 자체위기평가회의 개최, 위기경보 발령에 따른 대응 조치 • 주요 조치사항 – 시장 모니터링, 시장 운영상황 검토 등 • 협력체계 – 위원회 구성 및 운영을 통한 대외 협력체계 구축방안 제시 • 기관별 역할 – 주무부처, 협력기관, 사무국(간사기관) 등 • 위기경보 해제 및 후속 조치

자료: 저자 작성

2. 컨테이너 해운시장 조기경보시스템 구축 방안

우리나라에서 해운시장과 관련된 공식적인 조기경보시스템은 해양수산부와 해운거래정보센터를 중심으로 2015년에 구축되어 2019년까지 운영

된 바 있다. 당시 구축된 조기경보시스템은 해운산업의 특성을 고려한 다양한 변수를 활용하였다는 의의가 있는 한편, 해운시장과 산업의 변동성이라는 거시적 측면을 해운기업의 부도율이라는 미시적인 단위로 제한하여 예측하였다는 점에서 조기경보의 적용대상과 활용범위상의 한계 등이 존재하였다.

이러한 기존 구축사례의 한계와 다양한 국내외 사례분석 결과를 토대로 컨테이너 해운시장 조기경보시스템 구축을 위한 방안을 시스템 개발, 조직구성 및 시스템 운영의 측면으로 구분하여 다음과 같이 제시한다.

1) 〈시스템 개발〉 해운기업 대상 부실예측의 시스템 반영

조기경보시스템에서 시장과 산업 측면의 위기예측과 기업이라는 미시적 단위에서의 위기예측을 함께 고려하기 위한 방안으로 해운기업 대상 부실예측 기반의 위기상황 분석을 수행하는 것이 필요하다. 본 연구는 해운시장의 수요, 공급, 금융 부문과 비관측적 요인인 심리가 반영된 조기경보지수를 개발함으로써 시장참여자의 시장에 대한 기대와 전망 등 복합적 요인을 고려하여 해운시장 전반의 위기상황을 분석한다는 데 의의가 있다.

그럼에도 불구하고 해운시장의 주요 참여자인 개별 해운기업을 대상으로 한 미시적 수준의 위기상황 분석은 이번 연구에서 중요하게 다루지 못하였다는 아쉬움이 있다. 해양수산부(2015)는 해운시장 조기경보시스템 구축 과정에서 해운기업의 부도율을 해운시장의 변동성에 대한 대리변수로 활용하였다. 이는 개별 해운기업의 부실과 도산이 해운시장 전반에 영향을 미칠 수 있음을 고려한 것으로 조기경보시스템에서는 시장 전반에 대한 위기상황 분석과 함께 개별 기업 수준에서의 위기상황이 분석이 함께 수행될 필요가 있다.

이를 위해 해운기업 대상의 부실예측을 통한 미시적 수준의 위기상황분석을 추진할 수 있다. 기업의 부실예측은 알트만의 Z 스코어(Altman's Z-Score) 등과 같은 회계학적 부실률 평가, 박성화·김태일·권장한(2020)이 제안한 기업의 재무정보 등을 활용한 로짓모형 기반의 해운기업 부실예측 등을 통해 수행할 수 있다. 또한 박성화·김태일·권장한(2020)은 부실예측 모형 기반의 시스템 구축 방안을 다음의 표의 내용과 같이 제안하였다.

〈표 5-3〉 부실예측 시스템 구축의 주요 내용(안)

구분	주요내용	평가대상	시스템 구축(안)		유지관리
부실예측모형	정량적, 계량적 부실예측	해운기업	발간물	해운기업 부실 예측 보고서(분기별, 연간)	부실예측모형 평가 및 개선
			DB구축	재무정보, 해운관련 지표	
			방법	계량분석	

자료: 박성화·김태일·권장한(2020), p. 112.

조기경보시스템의 개발 과정에서 심리지수 기반의 해운시장에 대한 위기상황 예측과 더불어 부실예측 모형의 기반의 해운기업 대상의 위기 예측이 함께 고려된다면 시스템 운영의 실효성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

2) 〈시스템 개발〉 한국해양진흥공사의 사업과 연계한 시스템 구축

우리나라 해운산업의 성장과 해운기업의 경쟁력을 강화하기 위한 목적에서 설립된 한국해양진흥공사는 국적선사의 리스크 관리 역량 강화 지원과 데이터 기반 외생변수 분석을 바탕으로 개별 해운기업에 맞춤형 컨설팅을 제공하는 '해운산업진단 및 컨설팅' 사업을 추진하고 있다.[126] 이 사업은 개별 해운기업의 재무, 영업 및 시장 경쟁력을 종합적으로 분석하고 데이터 기반의 선사별 손익을 추정할 뿐만 아니라 해운시장 전반을 아우르는

126) 한국해양진흥공사 웹사이트(검색일: 2023.8.17.)

통합정보 체계를 구축함으로써 조기경보시스템의 운영에 필요한 다양한 자원을 보유하고 있다.

컨테이너 해운시장 부문의 조기경보시스템 구축과 운영에는 개발부터 운영단계까지 많은 자원이 소요되며 지속적인 모니터링과 협의회 소집 및 평가 등 꾸준한 관리가 필요하다. 따라서 한국해양진흥공사가 보유하고 있는 데이터와 네트워크를 기반으로 기존 사업과 연계한 조기경보시스템 구축을 추진함으로써 시행착오를 줄이고 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 본 연구에서 활용한 주성분 분석 기반의 컨테이너 심리지수와 뉴스 빅데이터를 활용한 심리지수는 한국해양진흥공사의 해운정보DB에서 다루고 있는 데이터 및 방법론과 상이함에 따라 상호보완을 통해 조기경보의 예측력을 높일 수 있다.

〈그림 5-3〉 한국해양진흥공사 통합 해운정보 DB 구성

자료: 한국해양진흥공사 웹사이트(검색일: 2023.8.17.)

3) 〈운영〉 조기경보지수 공표방안 마련

다음으로 시스템 운영 측면에서 조기경보지수의 공표와 위기경보 발령 방안 마련을 통해 업계와 이해관계자들이 적시에 필요한 정보를 제공받고 조기경보시스템의 활용성을 높이는 것이 필요하다. 앞서 2장에서 논의한

바와 같이 조기경보시스템은 구축 및 운영주체, 위기예측 대상의 특성으로 인해 대부분 대외공표보다는 내부적으로 활용되고 있다. 정부 및 공공기관 중심의 시스템 운영에 따라 조기경보시스템은 위기관리 대상의 모니터링 목적으로 활용되고 있으며, 조기경보 대상이 민간영역임에 따라 조기경보지수 공개에 따른 시장 혼란 및 불안을 예방하기 위해 내부관리 형태로 운영되는 것으로 분석된다.

따라서 현행의 조기경보시스템 운영 특성을 고려하여 조기경보지수의 대외공표 방법은 신중할 필요가 있으며 시장에 큰 영향을 미치지 않는 범위에서 공개할 필요가 있다. 금융시장과 원자재 부문의 경우 위험관리 대상에 관한 조기경보지수를 산출하기 위해 수요, 공급 등 비교적 시장에 직접적인 대외경제 변수를 활용한다는 점에서 조기경보지수를 그대로 대중에 공표하는 것은 위험부담이 있다.

본 연구 또한 컨테이너 운송시장이라는 위기관리 대상에 관한 조기경보지수를 시산함에 있어 다양한 해운 관련 정량지표와 데이터를 활용하고 있음에도 불구하고, 다른 조기경보지수와 달리 비관측적 요인을 고려한 심리지수를 추가로 생성하고 있다. 따라서 컨테이너 해운시장 조기경보지수는 타 조기경보지수와 마찬가지로 정부부처, 유관 공공기관의 내부관리 목적으로 활용하되, 컨테이너 해운시장 심리지수는 해운시장에 참여하는 이해관계자들이 시의적절한 정보를 얻을 수 있도록 웹사이트를 통해 대외공표하는 방안을 고려해볼 수 있다.

아래의 표에 정리된 바와 같이 해운시장 조기경보지수는 정부 및 공공기관이 시장 전반에 관한 위험관리와 대책 수립에 활용할 수 있도록 제한적인 대상과 범위 내에서 공개한다. 다음으로 해운시장 심리지수는 업계 관계자나 일반 국민을 대상으로 정보 제공의 목적으로 누구나 접근 가능한 방식을 통해 공개한다.

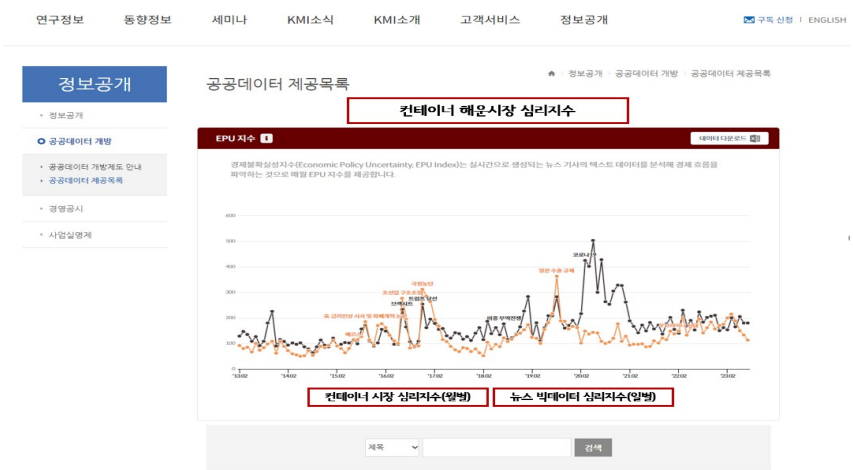
〈표 5-4〉 컨테이너 해운시장 조기경보지수 대외공표 방안

구분		공표형태	공표대상	공표주기	활용목적
해운시장 조기경보지수		내부 공개	주무부처, 관련기관	월별	위험관리
해운시장 심리지수	컨테이너 시장 심리지수	대외공개	일반 국민	월별	정보제공
	뉴스 빅데이터 심리지수			일별	

자료: 저자작성

구체적으로 해운시장 심리지수는 아래의 그림과 같이 주성분 분석 기반의 월별 심리지수와 뉴스 빅데이터 기반의 일별 심리지수로 구분하여 컨테이너 해운시장 심리지수를 생산하는 기관의 홈페이지에 발간 간행물 또는 공공데이터 제공의 형식으로 주기적으로 게시하는 방법이 있다.

〈그림 5-4〉 컨테이너 해운시장 심리지수 대외공표 예시



자료: 저자작성

4) 〈조직〉 유관기관 협력체계 구축

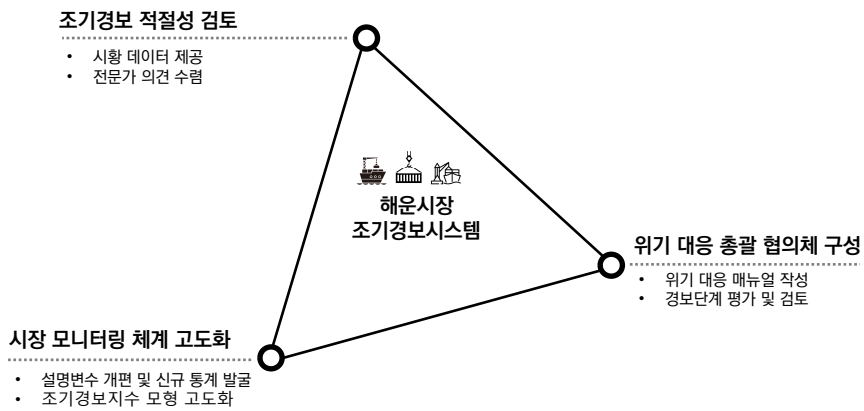
조기경보시스템의 체계적인 운영을 위해서는 무엇보다 조기경보시스템에 관련된 유관기관 간의 명확한 역할분담과 상호 협력체계의 구축이 중요하다. 컨테이너 해운시장의 조기경보를 위한 위기예측과 평가에는 다양한

데이터의 수집 및 활용과 함께 조기경보지수의 판단과 평가를 위한 전문가의 의견수렴이 필요하다.

따라서 조기경보시스템 구축 단계부터 산·학·연·정의 역할을 명확히 하고 유기적인 상호협력이 가능하도록 협력체계의 구축과 운영이 필수적이다. 우선 조기경보시스템 구축 단계에서는 주무부처를 대신하여 한국해양수산개발원, 한국해양진흥공사 등 해운관련 공공기관을 중심으로 위기예측과 조기경보를 위한 모형개발, 조기경보지수 도출, 경보단계 평가와 위기대응 매뉴얼 작성 등을 주도한다. 이 단계에서 산업계와 학계는 필요한 데이터 제공과 함께 조기경보 모형의 적절성 검토와 초기 결과에 대한 적합성 검토를 수행할 수 있다.

다음으로 조기경보시스템 운영의 단계에서는 공공기관은 지속적인 지수의 생산 및 관리와 함께 시장에 대한 모니터링, 관측 결과 공유 등을 추진하고 학계와 산업계는 조기경보지수, 모니터링 결과 등에 관해 주기적인 피드백으로 조기경보시스템의 유용성과 활용도를 제고할 수 있다.

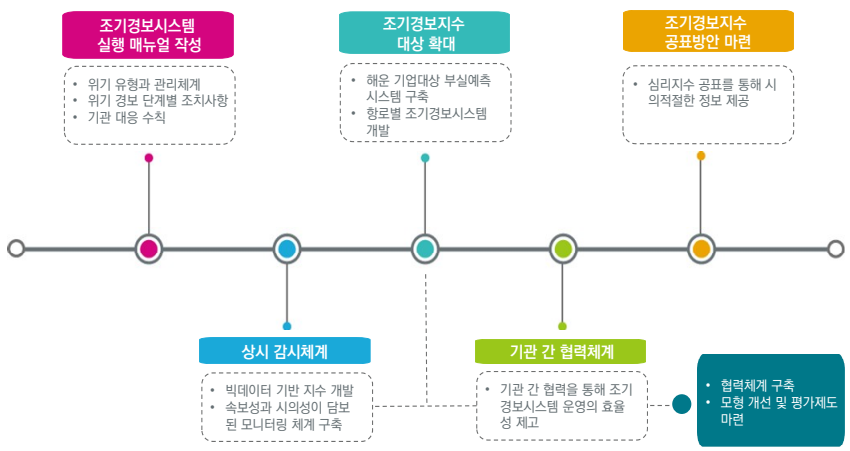
〈그림 5-5〉 컨테이너 해운시장 조기경보시스템 협력체계



자료: 저자 작성

한편 주무부처를 비롯한 유관부처는 해운산업의 조기경보 평가 결과에 대한 적절성을 검토하고 조기경보시스템 구축과 운영전반을 관리·감독함으로써 조기경보시스템의 지속성을 확보할 수 있다. 뿐만 아니라 조기경보 발령에 따라 대응이 필요한 경우 주무부처와 주무부처가 지정한 간사기관 또는 사무국을 통해 위기대응 전반의 업무를 총괄함으로써 조기경보시스템 구축의 본래 목적을 달성할 수 있다. 이러한 기관별 역할분담과 협력체계 구축을 위해 「해운법」 제40조의2에 근거해 조기경보시스템 운영을 위한 지원기관 지정을 추진하는 것을 고려할 수 있다.

〈그림 5-6〉 컨테이너 해운시장 조기경보시스템 개발 로드맵



자료: 저자 작성

참고문헌

국내 문헌

권장한 외(2021), 해양수산업 경기진단체계 기초연구-해운업을 중심으로, 한국해양수산개발원.

권장한·박성화(2022), 머신러닝기법을 통한 해운기업 부실예측 연구, 해운물류연구, 38(2), pp. 399-418.

김권식(2021.5.14.), Early Warning System 구축과 발전방향 발표자료(내부자료).

김명직·황태욱(2011), 복합금융위기에 대한 조기경보, 경제연구, 32(1), pp. 27-52.

김명직·장국현(1998), 금융시계열분석, 경문사.

김종수·이성근(2012), 헤도닉가격모형과 서포트 벡터 회귀분석모형을 이용한 공업용 부동산의 가격추정, 감정평가학 논집, 11(1), pp. 71-89.

김종진(2023.8.3.), 국제곡물 조기경보시스템 발표자료(내부자료).

농림축산식품부(2020), 국제곡물 위기대응 실행 매뉴얼.

박성화·권장한·김태일(2018), 뉴스 빅데이터를 이용한 해운뉴스지수 개발, 해양정책연구, 33(1), pp. 281-301.

박성화 외(2021), 글로벌 경제위기와 해운산업 대응체계 연구, 한국해양수산개발원.

박성화·김태일·권장한(2017), 한국 해운기업의 부실예측 연구, 해운물류연구, 97, pp. 823-852.

박성화·김태일·권장한(2020), 스트레스 테스트를 통한 우리나라 해운·조선기업의 안정성 분석, 한국해양수산개발원.

박원암(2001), 한국 외환위기의 조기경보모형, 국제경제연구, 7(1), pp. 55-79.

변진호·김근수(2013), 주식시장 투자 심리지수의 유용성, 재무관리연구, 30(4), pp. 225-248.

윤정노·김가현·류동근(2018), 신호접근법을 이용한 건화물시장 해운조기경보모형에 관한 연구, Journal of Korean Navigation and Port Reserch, 42(1), pp. 57-66.

이태휘(2018), 한국 해운기업의 선박투자 동조화 경향 연구, 해운물류연구, 34(3), pp. 413-430.

이항용(2015), 2015 경제발전경험모듈화사업: 금융위기 조기경보시스템, 한양대학교.

장정인·권장한·정수빈(2020), 해양수산업 전망모형 개발연구(II), 한국해양수산개발원.

장정인 외(2022), 2023 해양수산 주요지표 전망, 한국해양수산개발원.

정신동(2008), 우리나라 금융 부문 조기경보시스템의 발전방향-금융감독원 조기경보시스템을 중심으로-, 한국경제발전학회, 14(2), pp. 113-134.

최건우·윤희성·김동원(2019), 감성분석을 활용한 컨테이너 시장 예측, 해양정책연구, 34(2), pp. 273-287.

해양수산부(2015), 해운시장 조기경보시스템 구축사업.

국외 문헌

Ahir, H., Bloom, N. & Furceri, D.(2022), The world uncertainty index (No. w29763), National bureau of economic research.

Alexandridis, G. et al.(2018), A survey of shipping finance research: Setting the future research agenda, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 115, pp. 164-212.

Alexopoulos, M., & Cohen, J. (2009), Uncertain times, uncertain measures, University of Toronto Department of Economics Working Paper, 352(7), 8.

Awad, M., & R., Khanna(2015), Efficient learning machines: theories, concepts, and applications for engineers and system designers, Springer nature.

Bai, X., Lam, J. S. L., & Jakher, A.(2021), Shipping sentiment and the dry bulk shippin g freight market: New evidence from newspaper coverage, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 155, 102490.

Baker, M. & Wurgler, J.(2006), Investor sentiment and the cross-section of stock returns, The Journal of Finance, 61(4), pp. 1645-1680.

Baker, S. R., Bloom, N., & Davis, S. J.(2016), Measuring economic policy uncertainty, The quarterly journal of economics, 131(4), pp. 1593-1636.

Benigno, G. et. al.(2022), A new barometer of global supply chain pressures (No. 20220104), Federal Reserve Bank of New York.

Blanchard, O.(1993), Consumption and the Recession of 1990-199,. The American Economic Review, 83(2), pp. 270-274.

Boonman(2019), Dating currency crises in emerging market economies, The North American Journal of Economics and Finance, 49, pp. 273-286.

Boonman, T. M. et al.(2019), Early warning systems for currency crises with real-tim e data, Open Economies Review, 30(4), 813-835.

Brown, G.W., & M. T. Cliff(2004), Investor sentiment and the near-term stock marke t, Journal of Empirical Finance, 11(1), pp. 1-27.

Caldara, D., & M. Iacoviello(2022), Measuring geopolitical risk, American Economi c Review, 112(4), pp. 1194-1225.

Chen, J. et al.(2015), An early-warning system for shipping market crisis using clima te index, Journal of Coastal Research, 73(10073), pp. 620-627.

Choi, J. S., Kim, K. H., & Han. H. J.(2018), Development of early warning index in Korean shipping industry by using signal approach, Maritime Policy & Man agement, 45(8), pp. 1007-1020.

CITIFX(2011), Early Warning Signal.

Cortez, P., & Embrechts, M. J.(2013), Using sensitivity analysis and visualization tech niques to open black box data mining models, Information Sciences, 225, pp. 1-17.

Dawood, M., Horsewood, N. & Strobel, F.(2017), Predicting sovereign debt crises: An early warning system approach, Journal of Financial Stability, 28, pp. 16-28.

Ebregt, J.(2016), The CPB World Trade Monitor: Technical Description, CPB backg round document.

Edison, H. J.(2003), Do indicators of financial crises work? An evaluation of an early warning system, International Journal of Finance & Economics, 8(1), pp. 11-53.

Fangquan, M. et al.(2006). A Study on China's Grain and Food Security and Early Warning System, China Agriculture Science and Technique Press, Beijing.

Goldstein, M., Kaminsky, G. L., & Reinhart, C. M.(2000), Assessing financial vulnera bility: an early warning system for emerging markets, Peterson Institute.

Gonçalves, S., & Kilian, L.(2004). Bootstrapping autoregressions with conditional heteroskedasticity of unknown form, Journal of econometrics, 123(1), pp. 89-120.

Greene, W. H.(2003), Econometric analysis, Pearson Education India.

Greenwood, R., & Hanson, S. G.(2015), Waves in ship prices and investment. The Quarterly Journal of Economics, 130(1), pp. 55-109.

Haider, J., Ou, Z., & Pettit, S.(2019), Predicting corporate failure for listed shipping companies, Maritime Economics & Logistics, 21, pp. 415-438.

Henry, E.(2008), Are investors influenced by how earnings press releases are writte n?, Journal of Business Communication, 45(4), pp. 363-407.

IMF(2010), The IMF-FSB Early Warning Exercise, pp.15-16.

Kaminsky, G. L., & Reinhart, C. M.(1999), The twin crises: the causes of banking and balance-of-payments problems, American economic review, 89(3), pp. 473-500.

Ke, L. et al.(2022), Quantitative modelling of shipping freight rates: developments in the past 20 years, Maritime Policy & Management, pp. 1-19.

Kilian, L., & Lütkepohl, H.(2017), Structural vector autoregressive analysis, Cambri dge University Press.

Lee, C.M., Shleifer, A., & Thaler, R. H.(1991), Investor sentiment and the closed-end fund puzzle, The Journal of Finance, 46(1), pp. 75-109.

Li, Y. et al.(2015), Construction of an early-warning system for vegetable prices base d on index contribution analysis, Sustainability, 7(4), pp. 3823-3837.

Lim, K. G., Nomikos, N. K., & Yap, N. (2019), Understanding the fundamentals of freight markets volatility, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 130, pp. 1-15.

Liu X.(2012), Classification accuracy & cut point selection, Stat Med, 2012 Oct 15;31 (23), pp. 2676-2686.

Neal, R., & Wheatley, S. M. (1998) Do measures of investor sentiment predict returns?, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 33(4), pp. 523-547.

NOMURA, Anchor report, p.35

Notteboom, T., Pallis, T., & Rodrigue, J. P.(2021), Disruptions and resilience in global container shipping and ports: the COVID-19 pandemic versus the 2008–2009 financial crisis, Maritime Economics & Logistics, 23, pp. 179-210.

Oet, M. V. et al.(2013), SAFE: An early warning system for systemic banking risk, Journal of Banking & Finance, 37(11), pp. 4510-4533.

Papapostolou, N. C. et al.(2014), Investor sentiment for real assets: the case of dry bulk shipping market, Review of Finance, 18(4), 1507-1539.

Papapostolou, N. C. et al.(2016), Shipping investor sentiment and international stock return predictability, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 96, pp. 81-94.

Park et al.,(2021), Empirics of Korean shipping companies' default predictions. Risks, 9(9), 159, pp. 1-17.

Park, D., & Ryu, D.(2021), A machine learning-based early warning system for the housing and stock markets, IEEE Access, 9, pp. 85566-85572.

Park, S., Kim, H., & Kwon, J.(2023), The impacts of demand and supply shocks in the dry bulk shipping market, The Asian Journal of Shipping and Logistics, 39(1), pp. 13-22.

Park, S., Kwon, J., & Kim, T.(2021), An analysis of the dynamic relationship between the global macroeconomy and shipping and shipbuilding industries, Sustainability, 13(24), pp. 1-18.

Park, S., Kwon, J., & Kim, T.(2022), Developing an early warning system for the shipping industry in Korea using two approaches, Maritime Policy & Management, pp. 1-18.

Peng, W., & Bai, X. (2022), Prospects for improving shipping companies' profit margins by quantifying operational strategies and market focus approach through AIS data, Transport Policy, 128, pp. 138-152.

Pröllochs, N., Feuerriegel, S., & Neumann, D.(2016), Negation scope detection in sentiment analysis: Decision support for news-driven trading, Decision Support Systems, 88, pp. 67-75.

Shapiro, A. H., Sudhof, M., & Wilson, D. J.(2022), Measuring news sentiment. Journal of econometrics, 228(2), pp. 221-243.

Shin, S. H., Lee, P. T. W., & Lee, S. W.(2019), Lessons from bankruptcy of Hanjin Shipping Company in chartering, Maritime Policy & Management, 46(2), pp. 136-155.

Sims, C. A.(1980), Macroeconomics and reality, Econometrica: journal of the Econometric Society, pp. 1-48.

Soo. C. K.(2018), Quantifying sentiment with news media across local housing markets, The Review of Financial Studies, 31(10), pp. 3689-3719.

Stambaugh, R.F., Yu, J., & Yuan, Y.(2012), The short of it: Investor sentiment and anomalies, Journal of Financial Economics, 104(2), pp. 288-302.

Suh, S. H., Kim, K., & Jeon, J.(2011), Housing market early warning system: the case of Korea, Eur. J. Sci. Res, 56(4), pp. 539-547.

Swaminathan, B.(1996), Time-varying expected small firm returns and closed-end fund discounts, The Review of Financial Studies, 9(3), pp. 845-887.

Wang, Y., Wang, B., & Zhang, X.(2012), A new application of the support vector regression on the construction of financial conditions index to CPI prediction, Procedia Computer Science, 9, pp. 1263-1272.

인터넷 자료

관계부처합동 보도자료(2022.1.25), 2022년 대외경제정책 추진전략, https://www.moef.go.kr/com/cmm/fms/FileDown.do;jsessionid=3rKvFlM6soceWvCrHNyt3HUA.node20?atchFileId=ATCH_000000000019663&fileSn=3,(검색일: 2023.3.15.)

국제금융센터, https://www.kcif.or.kr/center/group(검색일: 2023.8.11.)

NOMURA, Damocles: Our Early Warning Indicator of EM Exchange Rate Crises, https://www.nomuraconnects.com/focused-thinking-posts/damocles-our-early-warning-indicator-of-em-exchange-rate-crises/(검색일: 2023.3.20.)

NOMURA(2019), Anchor report, Damocles Anchor Report, https://view.publitas.com/ierp/nomura-anchor-report-damocles/page/1(검색일: 2023.3.20.)

MSRI, 해상실크로드지수(MSRI), http://www.msri.cn/#/ncfi/ncfisearch (검색일: 2023.4.17.)

아주경제(2012.3.21.), '원자재 공급능력 확대, 비철·희유금속 비축…1조6000억 원 투입', https://www.ajunews.com/view/20120321000533(검색일: 2023.4.17.)

중소기업뉴스(2022.04.18.), 원자재상시통제시스템 고도화… 품목 16→35개로 늘려 조기경보 가동, http://www.kbiznews.co.kr/news/articleView.html?idxno=90953(검색일: 2023. 4.14.)

지식경제부, 조달청 보도자료(2011.6.15.), 원자재 가격상승, 중소기업 지원강화로 이겨낸다, https://www.pps.go.kr/kor/bbs/view.do?bbsSn=0001010561&key=00318(검색일: 2023.4.14.)

한국농촌경제연구원 보도자료(2015.8.27.), 한국농촌경제연구원, 국제곡물 조기경보시스템 구축해 식량 위기에 선제적 대응, https://aglook.krei.re.kr/main/board/1/7/read/588(검색일: 2023.8.12.)

한국석유공사 보도자료(2005.7.15.), 조기경보지수, 고유가의 영향으로 상승, https://www.knoc.co.kr/sub11/sub11_1.jsp?page=35&num=13&mode=view&field=&text=&bid=NEWS&ses=USERSESSION(검색일: 2023.4.13.)

한국석유공사 보도자료(2007.2.15.), 조기경보지수, 유가하락으로 하락, https://m.knoc.co.kr/sub11/sub11_1.jsp?page=52&num=70&mode=view&field=&text=&bid=NEWS&ses=USERSESSION&psize=12(검색일: 2023.4.13.)

한국해양진흥공사, https://www.kobc.or.kr/ebz/kor/contents.do?mId=0413030000(검색일: 2023.8.17.)

해사신문(2016.10.29.), MEIC포커스/ 중국의 해운거래소와 해운지수들, http://www.haesanews.com/news/articleView.html?idxno=76600(검색일: 2023.4.17.)

부 록

예측시계별 설명변수 최적 임계치 및 신호-잡음 비율

〈부록 표 1-1〉 설명변수 최적 임계치 및 신호-잡음비율 – 3개월 예측시계

변수	이론 부호	최적 임계치	민감도	특이도	잡음 -신호비율
$S1$	+	-0.21	0.90	0.54	0.51
$S2$	+	-0.13	0.50	0.55	0.89
$S3$	+	-0.27	0.63	0.38	0.98
$S4$	-	-0.34	0.76	0.31	0.90
$D1$	-	-0.25	0.80	0.21	0.99
$D1_2$	-	0.20	0.50	0.60	0.80
$D1_6$	-	0.31	0.50	0.79	0.42
$D4$	-	0.08	0.77	0.52	0.62
$D4_1$	-	-0.02	0.81	0.51	0.61
$D4_2$	-	0.08	0.61	0.39	0.99
$D4_4$	-	0.61	0.40	0.73	0.67
$F1$	+	-0.13	0.68	0.44	0.82
$F2$	+	0.86	1.00	0.90	0.10
$U1$	+	-0.19	0.89	0.57	0.48
$U2$	+	-0.04	0.72	0.58	0.58

변수	이론 부호	최적 임계치	민감도	특이도	잡음 -신호비율
$U2_1$	+	-0.55	0.85	0.39	0.72
$U2_2$	+	-0.15	0.59	0.63	0.64
$U2_3$	+	-0.15	0.59	0.63	0.64
$U2_4$	+	0.07	0.35	0.69	0.89
$U2_5$	+	-0.35	0.77	0.44	0.73
$U2_6$	+	-0.17	0.72	0.65	0.49
U_3	+	0.13	0.40	0.75	0.63
$U3_3$	+	-0.38	0.80	0.45	0.69
$U3_4$	+	-0.32	0.50	0.51	0.97
$U3_5$	+	0.01	0.43	0.66	0.80
$U3_6$	+	-0.36	0.80	0.34	0.83
$U4$	-	0.47	0.50	0.77	0.47

주: 1) 최적임계치는 Liu(2012)의 임계치 설정방법을 준용
2) 민감도(sensitivity)는 실제 위기가 발생했을 때 신호 역시 발생한 경우. 특이도(specificity)는 위기가 발생하지 않았을 때, 신호 또한 발생하지 않은 경우
3) 신호-잡음비율은 (1-특이도)/민감도
4) 이론 부호는 각 후보지표와 위기간의 상관관계에 대한 이론적 방향성을 표시
자료: 저자 작성

〈부록 표 1-2〉 설명변수 최적 임계치 및 신호-잡음비율 – 6개월 예측시계

변수	이론 부호	최적 임계치	민감도	특이도	잡음 -신호비율
$S1$	+	-0.21	0.76	0.52	0.63
$S2$	+	-0.21	0.76	0.52	0.63
$S3$	+	-0.27	0.74	0.38	0.84
$S4$	-	-0.34	0.90	0.33	0.74
$D1$	-	-0.21	0.78	0.24	0.98
$D1_2$	-	0.14	0.50	0.56	0.89
$D1_6$	-	0.04	0.75	0.42	0.77

변수	이론 부호	최적 임계치	민감도	특이도	잡음 -신호비율
$D4$	+	0.05	0.75	0.48	0.69
$D4_1$	+	-0.13	1.00	0.37	0.63
$D4_2$	+	0.09	0.80	0.41	0.73
$D4_4$	+	-0.17	0.58	0.44	0.96
$F1$	+	-0.14	0.76	0.43	0.74
$F2$	+	0.73	0.67	0.88	0.18
$U1$	+	-0.28	0.89	0.52	0.54
$U2$	+	-0.04	0.60	0.56	0.73
$U2_1$	+	-0.31	0.62	0.54	0.74
$U2_2$	+	-0.14	0.67	0.64	0.54
$U2_3$	+	-0.69	1.00	0.25	0.75
$U2_4$	+	-0.09	0.60	0.59	0.69
$U2_5$	+	0.07	0.58	0.72	0.47
$U2_6$	+	-0.55	0.80	0.47	0.66
$U3$	+	0.04	0.50	0.64	0.73
$U3_3$	+	-0.38	0.62	0.43	0.92
$U3_4$	+	-0.34	0.65	0.49	0.78
$U3_5$	+	-0.01	0.38	0.63	0.96
$U3_6$	+	-0.36	0.81	0.34	0.82
$U4$	-	0.21	0.62	0.57	0.69

주: 1) 최적임계치는 Liu(2012)의 임계치 설정방법을 준용
2) 민감도(sensitivity)는 실제 위기가 발생했을 때 신호 역시 발생한 경우. 특이도(specificity)는 위기가 발생하지 않았을 때, 신호 또한 발생하지 않은 경우
3) 신호-잡음비율은 (1-특이도)/민감도
4) 이론 부호는 각 후보지표와 위기간의 상관관계에 대한 이론적 방향성을 표시
자료: 저자 작성

〈부록 표 1-3〉 설명변수 최적 임계치 및 신호-잡음비율 – 9개월 예측시계

변수	이론 부호	최적 임계치	민감도	특이도	잡음 -신호비율
$S1$	+	-0.21	0.90	0.54	0.51
$S2$	+	-0.13	0.50	0.56	0.88
$S3$	+	-0.27	0.63	0.38	0.98
$S4$	-	-0.34	0.76	0.31	0.90
$D1$	-	-0.25	0.80	0.21	0.99
$D1_2$	-	0.20	0.53	0.60	0.75
$D1_6$	-	0.31	0.50	0.79	0.42
$D4$	+	0.08	0.77	0.52	0.62
$D4_1$	+	-0.02	0.81	0.51	0.61
$D4_2$	+	0.08	0.61	0.39	0.99
$D4_4$	+	0.61	0.40	0.73	0.67
$F1$	+	-0.13	0.68	0.45	0.80
$F2$	+	0.86	1.00	0.90	0.10
$U1$	+	-0.19	0.89	0.57	0.48
$U2$	+	-0.04	0.72	0.58	0.58
$U2_1$	+	-0.55	0.85	0.39	0.73
$U2_2$	+	-0.15	0.59	0.63	0.64
$U2_3$	+	-0.15	0.59	0.63	0.64
$U2_4$	+	0.07	0.35	0.69	0.89
$U2_5$	+	-0.35	0.77	0.44	0.73
$U2_6$	+	-0.17	0.72	0.65	0.48
$U3$	+	0.13	0.42	0.75	0.60
$U3_3$	+	-0.38	0.80	0.45	0.69

변수	이론 부호	최적 임계치	민감도	특이도	잡음 -신호비율
$U3_4$	+	-0.32	0.50	0.51	0.97
$U3_5$	+	0.01	0.43	0.65	0.82
$U3_6$	+	-0.36	0.80	0.33	0.84
$U4$	-	0.47	0.53	0.76	0.45

주: 1) 최적임계치는 Liu(2012)의 임계치 설정방법을 준용
2) 민감도(sensitivity)는 실제 위기가 발생했을 때 신호 역시 발생한 경우. 특이도(specificity)는 위기가 발생하지 않았을 때, 신호 또한 발생하지 않은 경우
3) 신호-잡음비율은 (1-특이도)/민감도
4) 이론 부호는 각 후보지표와 위기간의 상관관계에 대한 이론적 방향성을 표시
자료: 저자 작성

〈부록 표 1-4〉 설명변수 최적 임계치 및 신호-잡음비율 - 12개월 예측시계

변수	이론 부호	최적 임계치	민감도	특이도	잡음 -신호비율
$S1$	+	-0.21	0.90	0.54	0.51
$S2$	+	-0.13	0.50	0.56	0.88
$S3$	+	-0.27	0.63	0.38	0.98
$S4$	-	-0.34	0.76	0.31	0.90
$D1$	-	-0.25	0.80	0.21	0.99
$D1_2$	-	0.20	0.53	0.60	0.75
$D1_6$	-	0.31	0.50	0.79	0.42
$D4$	+	0.08	0.77	0.52	0.62
$D4_1$	+	-0.02	0.81	0.51	0.61
$D4_2$	+	0.08	0.61	0.39	0.99
$D4_4$	+	0.61	0.40	0.73	0.67
$F1$	+	-0.13	0.68	0.45	0.80
$F2$	+	0.86	1.00	0.90	0.10
$U1$	+	-0.19	0.89	0.57	0.48

변수	이론 부호	최적 임계치	민감도	특이도	잡음 -신호비율
$U2$	+	-0.04	0.72	0.58	0.58
$U2_1$	+	-0.55	0.85	0.39	0.73
$U2_2$	+	-0.15	0.59	0.63	0.64
$U2_3$	+	-0.15	0.59	0.63	0.64
$U2_4$	+	0.07	0.35	0.69	0.89
$U2_5$	+	-0.35	0.77	0.44	0.73
$U2_6$	+	-0.17	0.72	0.65	0.48
$U3$	+	0.13	0.42	0.75	0.60
$U3_3$	+	-0.38	0.80	0.45	0.69
$U3_4$	+	-0.32	0.50	0.51	0.97
$U3_5$	+	0.01	0.43	0.65	0.82
$U3_6$	+	-0.36	0.80	0.33	0.84
$U4$	-	0.47	0.53	0.76	0.45

주: 1) 최적임계치는 Liu(2012)의 임계치 설정방법을 준용
2) 민감도(sensitivity)는 실제 위기가 발생했을 때 신호 역시 발생한 경우. 특이도(specificity)는 위기가 발생하지 않았을 때, 신호 또한 발생하지 않은 경우
3) 신호-잡음비율은 (1-특이도)/민감도
4) 이론 부호는 각 후보지표와 위기간의 상관관계에 대한 이론적 방향성을 표시
자료: 저자 작성

기본연구보고서 발간목록

2023

01	자율운항선박 운항을 위한 해상교통관제 대응방안 연구	박상원
02	인공지능(AI)을 활용한 무역규범의 해양수산분야 영향 분석 연구	임병호
03	공급망 안정화를 위한 항만의 대응방안 연구	이나영
04	연안재해 정보 활용 개선 방안 연구	김찬웅
05	항만의 생활물류 기능 활성화 방안 연구	최석우
06	마을어장 이용·관리 개선방안 연구	마창모
07	해양생태계 복원정책 개선방안 연구 - 사회·생태복원 중심으로 -	최석문
08	주민행태기반 해양정책 수용성 제고 설계 방안 연구	이슬기
09	항만연관산업 고도화 방안 연구	김세원
10	탄소배출권 거래제가 해운선사에 미치는 영향 분석 연구	조아현
11	물류 연계 효율화를 위한 스마트항만 구축방안 연구 - 항만물류 데이터 공유 플랫폼을 중심으로 -	서정용
12	어업분야 중대재해처벌법 대응방안 연구	고동훈
13	수산물의 디지털 수출 활성화 방안 연구	이상건
14	항만개발사업의 정책영향평가 연구	이수영
15	해운산업의 미래 변화 예측과 국내 대응 전략 연구	이호춘
16	어선현대화 촉진을 위한 금융제도 개선방안 연구	엄선희
17	연안도시의 쇠퇴와 대응방안 연구	강창우
18	해양범죄 실태 진단을 통한 대응체계 개선방안 연구	민영훈
19	민간기업의 해양환경분야 ESG 활성화 방안 연구	김지윤
20	식량안보를 고려한 수산물 수급관리 방안 연구	허수진
21	지방분권시대의 수산업·어촌분야 대응전략 연구	이호림
22	해운산업 고도화를 위한 선박투자 활성화 방안 연구	김한나
23	글로벌 공급망 리스크 대응 물류망 최적화 방안 연구 : 한국-북미 물류공급망 중심	이성우

2022년

01	선박투자 가치평가 및 위험관리 모형 연구	박성화
02	항만 컨테이너 반출입 예약시스템 가격결정 모형 연구	서정용
03	연안재해 대응을 위한 그린인프라 구축방안 연구	정지호
04	탄소중립이 해양수산업에 미치는 경제적 영향분석 연구	권장한
05	수산물 안전성 관리체계 개선방안 연구	조헌주
06	준해양사고 통보제도 개선방안 연구	박상원
07	MZ세대 소비트렌드를 반영한 해양관광 추진방안 연구	최일선
08	연근해 어종별 어획쿼터제도 도입방안 연구	심성현
09	행위자기반 해양공간계획 시뮬레이션 개발 연구	조성진
10	항만분야 탄소중립 관리체계 개선방안 연구	안승현
11	탄소중립 시대 양식산업 대응전략 연구 - 육상 어류양식을 중심으로 -	마창모
12	수산식품산업의 탄소중립 대응방안 연구 - 가공업을 중심으로 -	김지연
13	해양환경보건정책 도입방안 연구	박수진
14	포스트 코로나 시대의 컨테이너 해운산업 대응방안 연구 - 디지털 플랫폼을 중심으로 -	최건우
15	항만분야 공공갈등 관리방안 연구	김세원
16	글로벌 가치사슬 변화와 국제물류 분야 대응방안 연구 - 전기자동차 산업을 중심으로 -	권보배
17	항만개발제도 개선방안 연구	이수영
18	클러스터 혁신을 통한 선박관리업 발전방안 연구	허성례
19	수입수산물 예방적 관리체계 도입방안 연구 - IUU 수산물을 중심으로 -	안지은
20	양식수산물 유통 빅데이터 구축방안 연구	이기영
21	글로벌 혁신성장을 위한 신남방·신북방 정책 연구 - 신남방 지역 ICT산업 가치사슬 변화에 따른 물류 공급사슬 대응방안	최나영환

수시연구보고서 발간목록

2023년

01	양식어업 비과세 합리화 방안 연구	이정필
02	복합해양레저관광도시 개념정립 및 추진방안에 관한 연구	최일선
03	항만기술산업 육성을 위한 법제도 마련 연구	안승현
04	블루푸드테크 전문기관의 도입 필요성에 대한 연구	이동림
05	지방자치단체의 해양관할구역 설정 요인 연구	이혜영
06	양식장 내 어류 복지 기준 마련을 위한 연구	오서연
07	해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구	이윤정
08	중소·중견 물류기업의 ESG경영 가이드라인 구축 연구	이재호
09	신항만건설사업의 민간투자 확대를 위한 제도개선 연구	김보경
10	해수욕장 이용객 집계·관리체계 개선방안 연구	이정아
11	유엔 플라스틱 협약의 주요쟁점 분석 및 대응방향 연구	박수진
12	어촌 활력 제고를 위한 제도 개선방안 연구	문지원
13	어선의 친환경에너지 전환방안 연구	고동훈

2022년

01	항만의 탄소중립 이행·관리 표준안 연구	안용성
02	매립지 소유권 분리 제도화의 이해관계 분석과 관리방안	윤성순
03	글로벌 공급망 리스크별 영향분석 및 대응방안 연구 - 에너지·곡물을 중심으로	조지성
04	대북제재 강화와 코로나 팬데믹 이후 북한 해양수산 이슈와 대응 방안	윤인주
05	남극환경보호의정서 제6부속서의 국내 이행을 위한 법제 정비방안 연구	박예나
06	해양바이오산업 육성을 위한 해양생명자원법 정비 방안 연구	좌미라
07	우리나라 수산종자 관리체계 개선방안 연구	조헌주
08	2050 신해양강국 미래비전 수립 연구	김민수

일반연구보고서 발간목록

2023년

01	해양수산업 조기경보지수 개발 - 컨테이너 해운시장을 중심으로	권장한
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구(II) - 우리나라 주요 항만을 중심으로	강무홍
03	우리나라 수산식품 소비 활성화 방안 마련 연구	한기욱
04	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅱ) - 유류, 철재, 모래, 목재, 양곡을 중심으로	이화섭
05	대기행렬모형을 활용한 선박대기비용 절감 편익 산정 연구	조아현
06	항만개발사업 정책효과 세부항목별 효과산정 방법 연구	이종필
07	해양 지속가능성 평가체계 구축 연구	최희정
08	국내 해운기업의 ESG 경영 확산 방안 연구	황진회
09	해운 경기순환 분석 및 예측 연구	황수진
10	수산물 공급 안정을 위한 수입수산물 전략품목 관리 방안 연구	박혜진
11	항만산업 여성인력 확대방안 연구	이지원
12	선사공동행위의 규제 및 행동 변화에 따른 영향 분석과 정책방안 연구	류희영

2022년

01	건화물선 시장 비용분석을 통한 해운시장 위험관리지표체계 구축	류희영
02	해상운임 예측모형 고도화 연구(Ⅰ)	황수진
03	IMO 시장기반조치 도입이 국내 해운기업에 미치는 영향	김한나
04	연안지역발전지수(CoDI) 개발 연구	황재희
05	CGE 기반 국제통상환경 변화의 해양수산부문 파급효과 분석	임병호
06	글로벌 수산부문 이머징 이슈 분석 모델 개발 연구	한기욱
07	양식 수산물 중장기 수급전망모형 구축 연구 - 굴을 중심으로 -	김철현
08	Network DEA를 이용한 물류기업 경쟁력 비교 분석 연구	황선일
09	해양수산 사업체 성과 및 효율성 분석 연구	김주현
10	베이지안 방법을 이용한 양식 멍게 단수 추정방안 연구	천성훈
11	수입수산물과 국산 간의 대체관계 분석 연구 - 활·신선냉장품을 중심으로 -	박혜진
12	국내 컨테이너 해운기업의 디지털 전환 활성화 방안 연구	전서연
13	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅰ) - 자동차, 석탄, 고철, 시멘트를 중심으로 -	최석우
14	해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구(Ⅱ)	김찬호
15	항만개발사업의 정책효과 적용방안 연구	이종필
16	국가 해양전략 기본구상 연구	정현욱
17	선박대기시간 예측모형 개발을 위한 방법론 연구	조아현
18	안전항만 구축을 위한 비용 산정 및 지원체계 마련을 위한 연구	최상균

일반연구 2023-01

해양수산업 조기경보지수 개발
- 컨테이너 해운시장을 중심으로

인 쇄 2023년 12월 29일
발 행 2023년 12월 31일

발 행 인 김 종 덕
발 행 처 한국해양수산개발원
주 소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)
연 락 처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)
등 록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 공감 Tel: 051-903-9909

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337
정가 6,000원

해양수산업 조기경보지수 개발
- 컨테이너 해운시장을 중심으로

Developing an Early Warning Index on Container Shipping Market

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

49111 부산광역시 영도구 해양로 301번길 26 (동삼동)
TEL. 051-797-4800 FAX. 051-797-4810

값 6,000원
93300
9 791168 661516
ISBN 979-11-6866-151-6