

## 인천내항, 인천북항, 평택항간 물동량의 인과관계 분석

유헌종\* · 안승범\*\*

### A Study on Causality among Trading Volume of Pyeongtaek Port, Incheon Inner Harbor and Incheon North Harbor

Heonjong Yoo · Seung-Bum Ahn

**Abstract** : The purpose of this paper is to examine the causal relationship among the trading volume of Pyeongtaek port, Incheon Inner Harbor, Incheon North Harbor. Methodologically, Granger causality, impulse response function, and variance decomposition based on VAR are used. The results indicate that Pyeongtaek port trading volume positive shock has positive effects on Incheon North Harbor. In addition, Incheon Inner Harbor trading volumes positive shock has negative effects on Pyeongtaek port. The results also suggest that the volume of Pyeongtaek port Granger-causes the volume of Incheon North Harbor, but not vice versa. The volume of Incheon Inner Harbor Granger-causes the volume of Pyeongtaek port. Based on these results, we suggest that port authorities have to focus on policies that would promote competition between port of Pyeongtaek and Incheon in the world harbor industry.

**Key Words** : Trading Volume of Port, Granger Causality, Impulse Response Function, Variance Decomposition

---

▷ 논문접수 : 2014. 02. 22.    ▷ 심사완료 : 2014. 03. 05.    ▷ 게재확정 : 2014. 12. 18.

\* 주저자: 인천대학교 동북아물류대학원 박사과정, red0923@incheon.ac.kr, 032)835-4593

\*\* 연락처: 인천대학교 동북아물류대학원 원장, sbahn@incheon.ac.kr, 032)835-8191

## I. 서론

인천항 물동량은 2003년 1억 2,700만 톤으로 전국대비 13.4%를 점유했으나, 2012년에는 1억 4,300만 톤으로 전국대비 10.8%를 점유하여 점유율이 하락하였다. 반면, 평택항의 물동량 점유율은 2003년 4,400만 톤으로 전국대비 4.6%에 불과했으나, 2012년 1억 1백만 톤으로 전국대비 7.5%로 꾸준한 증가세를 기록하고 있다. 2003년부터 2012년까지 전국 항만물동량은 연평균 3.8% 증가했고, 평택항은 9.6% 증가한데 반해 인천항은 1.4% 증가하는데 그쳤다. 인천항만공사(2013)에 따르면 인천항 전체 화물 중 벌크 화물의 타항만 이전현상이 심한 것으로 판단되며, 이는 내항과 달리 원목, 고철, 사료용 부원료 등 산업원자재 화물을 처리하는 북항에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

한국해양수산개발원(2011)은 2020년 기준 항만별 물동량 처리 비중은 2010년과 거의 유사한 수준을 유지할 것으로 전망했다. 하지만, 전체 항만 물동량에서 차지하는 비중이 인천항은 2010년 13%에서 2020년 10%로 하락할 것으로 예상한데 반해, 평택항은 2010년 6%에서 2020년 9%로 상승할 것으로 전망하고 있다. 따라서 국내 항만간 경쟁이 심화될 것으로 판단되며, 국내 여러 항만 중에서도 수도권에 위치하고 거리가 가까운 인천항과 평택항 간 경쟁이 더욱 치열해질 것으로 예상된다.

한편, 2011년 7월 수립된 제3차 전국항만기본계획에 따라 인천항의 항만기능이 재정립되면서 내항은 청정화물을 전문으로 처리하는 항만으로 운영되기 때문에 원목, 사료부원료 등의 벌크화물이 북항으로 이전되고 있는 상황이다.

이와 같이, 인천내항, 인천북항, 평택항 물동량 간 관련성이 있을 것으로 추정할 수 있으나, 과연 항만간 물동량의 인과관계가 존재하는지 그렇다면 그 정도는 얼마나 되는지에 대한 연구는 이뤄지지 않은 상태이다. 따라서 본 연구는 인천내항, 인천북항, 평택항의 물동량 간 영향관계에 대해 살펴볼 것이다. 아울러, 동일권역에 위치한 두 항만 간의 역학관계, 동일지역에 위치한 부속항만 간의 역학관계를 파악하고자 한다.

## II. 선행연구

항만 물동량의 관계에 대한 연구들을 살펴본 결과, 국내의 경우 항만 물동량이 상대 항만에 미치는 영향관계를 분석한 연구가 많았고, 이외에 인천항과 평택항의 물류협력 방안에 대한 연구도 이루어지고 있었다. 반면, 해외의 경우 컨테이너항만 간 경쟁관계 분석 및 물류환경 변화에 따른 항만운영 당국의 역할에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있었다.

김세로나 외(2004)는 대중국 교역이 급속히 증가하고 있는 상황 속에서 평택항 발전전략을 수립하기 위해 대중국 기종점(O/D) 분석을 실시하고, 국가 물류비 절감에 기여할 수 있는 평

택항 개발방안을 제시하였다.

김현석 외(2012)는 운임지수 BDI와 해운기업 주가 변동성 간의 관계를 GARCH 모형을 적용하여 분석하였다. 분석결과 운임지수 BDI와 주가의 변동성 간에는 장기균형관계가 존재함을 알게 되었다.

모수원(2009)은 수입물동량이 지역경제와 밀접한 관계를 갖는다는 점에 착안하여 부산항, 인천항, 평택항의 수입컨테이너물동량이 환율과 경기에 대해 어떠한 특성을 갖는지 분석하였다. 분석을 위해 벡터오차수정모형(VECM)을 사용하였으며, 충격반응함수에 대해 살펴봄으로써 환율과 경기에 대한 양의 충격에 대해 각 항만 물동량이 어떻게 반응하는지를 측정하였다.

모수원 외(2013)는 항만물동량과 산업생산 간의 인과관계를 분석하였다. 분석을 위해 단위근 검정을 실시하여 시계열 자료의 안정성을 검토한 후 그랜저 인과관계(Granger Causality) 검정을 실시하였으며, 충격반응함수를 사용하여 변수 간 영향력의 크기, 방향 및 지속기간에 대해 분석하였다.

박창호 외(2007)는 인천과 평택·당진항의 물류협력체계 구축을 위해 시스템 접근법을 사용하여 두 항만을 비교하였고, 인천과 평택·당진항이 서로 다른 항만임에도 불구하고, 많은 유사점을 지니고 있음을 보여주었다.

유병철 외(2008)는 상해항과 부산항을 대상으로 양항간 물동량이 상대방 항만에 미치는 영향관계를 분석하였다. 분석모형은 벡터자기회귀(VAR : Vector Autoregressive Regression) 모형을 사용했다. 상해항 물동량, 부산항 물동량에 대한 충격이 상대방 항만의 물동량에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위해 충격반응함수(Impulse Response Function) 및 예측오차 분산분해(Variance Decomposition)를 이용해 분석했다. 나아가 양항 간의 인과관계를 살펴보기 위해 Granger Causality 검정을 사용하였다.

임영태 외(2013)는 수도권 무역항의 문제점 고찰을 위해 문헌 조사와 자료분석을 수행하고, 이를 통해 인천항, 평택·당진항, 경인항의 글로벌 경쟁력 강화 방안을 제시하였다.

임종관 외(2010)는 세계 건화물선 시장의 동태적 특성을 분석하기 위해 벡터자기회귀모형을 사용하였고, 분석대상 변수로는 건화물선 시장수요, 공급, 가격을 선정하여 분석을 시도하였다.

임준형(2007)은 인천항의 수입이 거시경제변수의 변동에 어떻게 반응하는지에 대해 분석하였다. 분석을 위해 단위근 검정을 실시하여 변수의 안정성을 검토하였고, 모형의 강건성을 테스트하기 위해 공적분 검정을 실시하였다.

최봉호(2007)는 국내 주요 항만의 화물물동량과 산업성장 간의 인과관계를 규명함으로써 각 항만의 지역산업 기여도, 항만 효율성을 분석하였다. 분석을 위해 공적분 검정(Cointegration Test), 그랜저 인과관계(Granger Causality) 검정을 실시하고 벡터오차수정모형(VECM)을 사용하여 장·단기 인과성 및 강인과성을 분석하였다.

최봉호 외(2010)는 국내 중심항만인 부산항, 광양항, 인천항을 중심으로 국내 주요항만 물동

량 간의 영향관계를 분석하여 국내 물동량 시장에서 각 항만의 위상을 평가하였다. 연구를 위해 벡터오차수정모형(VECM : Vector Error Correction Model)을 사용하여 항만간 인과관계를 파악하였고, 충격반응함수와 예측오차 분산분해를 실시하여 항만간 영향관계를 동태적으로 분석하였다.

Cullinane, Teng and Wang(2005)은 중국에 있는 인접 컨테이너 항만인 상하이항과 닝보항의 상대적 경쟁력에 대해 분석하였다. 연구를 통해 닝보항이 상하이항에 비해 유리한 점이 더 많으므로 향후 시장점유율이 더 높아질 것으로 예상하였다.

Haynes et al(1997)은 항만의 역할 변화가 조직 이슈에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 가오슝항을 분석대상으로 선정하고, 가오슝항의 상업 허브항만으로서의 바람직한 역할 및 환태평양 지역 항만이라는 특수성을 감안한 운영전략에 대해 논의하였다.

Notteboom and Winkelmanns(2001)은 국제무역, 교통, 선적에 대한 전략 및 운영이슈의 구조적 변화가 항만관리 프레임워크에 미치는 영향을 분석하고, 유럽 컨테이너 항만관리 시스템의 신규 전략에 대해 논의하였다.

Wang et al(2004)은 항만관리의 지속적 국제화와 관련된 국내 항만산업의 기관차원의 변화를 연구하고자 지배구조 접근방법을 채택하였다.

Yep and Lam(2006)은 동아시아에 위치한 주요 컨테이너항만의 역동적인 경쟁구도에 대해 분석하였다. 연구결과 홍콩과 부산이 지난 30여년에 걸친 지역 내 항만간 경쟁에서 우위를 점하고 있음을 밝혔으며, 향후 항만 물동량의 무게중심이 중국본토로 이동할 것으로 예측하였다.

선행연구들에 대해 검토한 결과, 항만간 물동량 분석에 있어서 벡터자기회귀(VAR)모형, 혹은 벡터오차수정모형(VECM)을 사용한 경우가 대부분이었다. 한편, 항만간 물동량 비교, 물동량과 거시경제 변수 간의 관계에 대해 비교한 연구들은 있었으나 인천내항, 인천북항 평택항 물동량 간 관계를 다룬 연구는 아직까지 없었음을 확인하였다. 따라서 본 연구는 선행연구에서 사용한 산업생산지수, 인천항의 부속항 중에서도 재개발이 확정된 내항의 화물물동량과 2006년에 개장한 북항의 화물물동량을 분석대상 변수로 선정하고, 이들과 인접한 항만인 평택항 화물물동량을 변수로 추가하여 항만 물동량 간 관계를 분석할 것이다.

### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 변수설명

〈표 1〉은 변수에 대한 설명을 나타낸다. 본 연구는 특정 항만의 화물물동량 변화가 타 항만에 미치는 영향을 분석함이 목적이다. 이를 위해 모수원(2009), 모수원 외(2013), 유병철 외(2009), 최봉호(2007), 최봉호 외(2010)의 연구에서 사용한 변수들을 검토한 후, 인천내항 화

물물동량(IIH), 인천북항 화물물동량(INH), 평택항 화물물동량(PDP), 전산업생산지수(API)를 분석대상 변수로 선정하였다.

〈표 1〉 변수설명

변수명	변수정의	비고
API	전산업생산지수	Index of Industrial Product(2010년=100)
IIH	인천내항 화물물동량	Incheon Inner Harbor Trading Volume
INH	인천북항 화물물동량	Incheon North Harbor Trading Volume
PDP	평택항 화물물동량	Pyeongtaek Port Trading Volume
LAPI	전산업생산지수 로그변환	Log Transformation API
LIH	인천내항물동량 로그변환	Log Transformation IIH
LINH	인천북항물동량 로그변환	Log Transformation INH
LPDP	평택항 물동량 로그변환	Log Transformation PDP
DLAPI	로그변환된 전산업생산지수 일차차분	First-difference LAPI

주 : 1) 인천항 포털, 해양수산부, 통계청에서 원자료 수집.

## 2. 자료특성

인천내항 및 인천북항 화물물동량 데이터는 인천항 포털 통계자료를 활용하였으며, 평택항 화물물동량 데이터는 해양수산부 해운항만물류정보센터 해운항만통계자료를 사용하였고, 전산업생산지수 데이터는 통계청 국가통계포털 통계표를 활용하였다.

수집된 데이터의 기간은 인천내항 화물물동량 및 평택항 화물물동량의 경우는 1994년 1월 ~ 2013년 12월, 인천북항(2006년 개장)은 2006년 2월 ~ 2013년 12월, 전산업생산지수(2000년부터 제공)는 2000년 1월 ~ 2013년 11월이다. 데이터 제공기관의 서비스 제공기간의 불일치 혹은 항만개장 시점의 차이로 인해 변수 간 수집된 관측치 수에 있어 차이가 발생하고 있으나, 변수 중 가장 관측치의 개수가 적은 인천북항 물동량 데이터의 경우도 관측치의 수가 94개이므로, 통계 검정에 필요한 관측치의 숫자를 충분히 만족시켰다고 판단하여, 수집된 데이터를 활용해 연구를 진행하였다.

실증분석에 사용될 자료들의 특성을 살펴보기 위해 각 변수에 대한 기초통계량을 분석하였다. 〈표 2〉는 전산업생산지수, 인천내항 화물물동량, 인천북항 화물물동량, 평택항 화물물동량에 대한 기초통계량을 나타낸다. 표본평균은 인천내항 및 인천북항 화물물동량은 각각 14.87 및 13.15였으며, 평택항 화물물동량은 15.54로 가장 컸다. 표준편차는 인천북항 화물물동량이 1.65였고, 인천내항 화물물동량은 0.17로써 인천북항 물동량의 표준편차가 가장 큰 것으로 나타났다. 한편 첨도(Kurtosis)에 대해 살펴본 결과 인천북항 화물물동량(INH)은 11.59로 정규분포보다 굉장히 뾰족한 분포를 보였고, 평택항 화물물동량은 1.59로써 다른 변수들에 비해 평

평한 분포를 갖는 것으로 나타났다. 수집된 자료들이 정규분포하고 있는지 JB 검정통계량을 살펴본 결과 인천내항 화물물동량만 정규분포를 띠고 있음을 확인하였다.

〈표 2〉 변수들의 기초통계량

	LAPI	LIH	LINH	LPDP
Mean	4,570332	14,86878	13,14546	15,53636
Median	4,581388	14,83111	13,69869	15,53325
Maximum	4,670021	15,20027	14,40396	16,15489
Minimum	4,404277	14,52353	5,093750	14,71955
Std. Dev.	0,075171	0,174297	1,649624	0,369994
Skewness	-0,407275	0,127838	-2,701978	-0,027532
Kurtosis	1,912622	2,117914	11,59238	1,587021
Jarque-Bera Probability	7,229709 (0,026921)	3,303500 (0,191714)	403,5412 (0,000000)	7,831535 (0,019925)

주 : 1) ( )은 통계적 유의수준을 의미

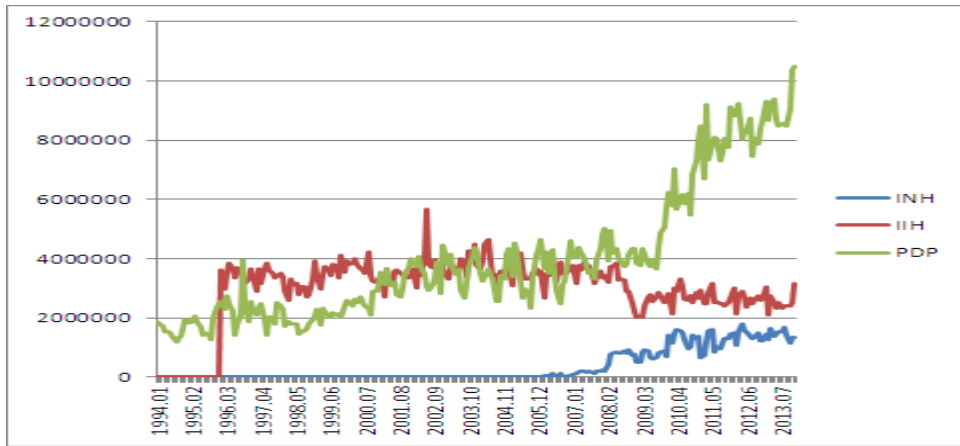
다음으로 상관관계 분석을 실시하여 변수간 상관관계에 대해 살펴보았다. 〈표 3〉은 변수 간 상관관계를 나타낸다. 〈표 3〉을 통해 전산업생산지수와 평택항 화물물동량의 상관계수는 0.916으로써 매우 강한 양의 상관관계를 보임을 알 수 있었다. 반면, 전산업생산지수와 인천내항 화물물동량의 상관계수는 -0.547으로써 음의 상관관계를 가짐을 확인하였다. 또한, 인천내항 화물물동량은 인천북항 화물물동량(-0.529), 평택항 화물물동량(-0.534)과 음의 상관관계를 보이고 있었다. 한편, 〈표 3〉을 통해 인천북항 화물물동량은 평택항 물동량과 양의 상관관계를 보이고 있음을 알 수 있다.

〈표 3〉 변수간 상관관계

변수이름	LAPI	LIH	LINH	LPDP
LAPI	1	-0.547284	0.719890	0.916562
LIH		1	-0.529348	-0.533697
LINH			1	0.623902
LPDP				1

항만별 총물동량 추이를 나타내는 〈그림 1〉을 통해 평택항 화물물동량은 증가하고 있는데 반해 인천내항 화물물동량은 지속적으로 감소하고 있음을 확인할 수 있다. 또한, 인천북항은 2006년에 개장하여 인천내항 및 평택항에 비해 분석기간이 짧지만 개장 이후 화물물동량이 점차 증가하고 있음을 알 수 있다.

〈그림 1〉 항만별 총물동량 추이



주 : 1) 해양수산부, 「해운항만물류정보센터」 및 인천항만공사, 「인천항포털」 통계자료를 이용하여 작성  
 2) IIH : 인천내항 화물물동량, INH : 인천북항 화물물동량, PDP : 평택항 화물물동량  
 3) 단위 : IIH, INH(ton), PDP(revenue ton)

### 3. 연구방법

어떤 수준변수의 시계열이 비정상성(non-stationary)을 보일 경우, 이러한 변수를 이용한 시계열 분석은 가성회귀(spurious regression)의 문제가 발생하게 된다. 하지만, 수준변수를 1차 차분하게 되면 정상적인 시계열이 되어 유의미한 분석이 가능하게 된다. 따라서 본 연구는 자료의 비정상성 여부를 판단하기 위해 단위근 검정(Unit Root Test)을 실시한 후, 불안정 시계열로 판정된 변수에 대한 차분안정화를 실시한 후 연구를 진행할 것이다.

또한, 변수 간 인과관계를 검정하기 위하여 그랜저 인과관계 검정(Granger Causality Test)을 수행하여 변수 간 상호작용을 살펴볼 것이다.

끝으로, 상호 관련성이 있는 시계열 분석 및 예측을 위해 사용되는 벡터자기회귀(VAR : Vector Autoregressive Regression)모형을 구성한 후, 항만별 화물물동량 충격이 타항만 화물물동량에 어떤 영향을 미치는지 충격반응함수(Impulse Response Function)와 예측오차 분산분석(Variance Decomposition)을 실시할 것이다.

### 4. 연구모형

벡터자기회귀모형을 이용해 변수들 간의 관계를 분석하기 위해 전산업생산지수, 인천내항 화물물동량, 인천북항 화물물동량, 평택항 화물물동량을 내생변수로 상수항은 외생변수로 하여 4

변량 VAR 모형을 구성하였다. 4변량 VAR의 2차 후행모형은 수식 (1) ~ (4)와 같다. 참고로, 수식에서 a, b, c, d는 VAR 모형을 추정하기 위한 모수(parameters)를 의미한다. 또한 C는 상수항,  $\epsilon$  는 교란항을 나타낸다.

$$DLAPI_t = a_{11}DLAPI_{t-1} + a_{12}III_{t-1} + a_{13}INH_{t-1} + a_{14}PDP_{t-1} + b_{11}DLAPI_{t-2} + b_{12}III_{t-2} + b_{13}INH_{t-2} + b_{14}PDP_{t-2} + C_1 + \epsilon_{1,t} \dots\dots\dots (1)$$

$$III_t = a_{21}DLAPI_{t-1} + a_{22}III_{t-1} + a_{23}INH_{t-1} + a_{24}PDP_{t-1} + b_{21}DLAPI_{t-2} + b_{22}III_{t-2} + b_{23}INH_{t-2} + b_{24}PDP_{t-2} + C_2 + \epsilon_{2,t} \dots\dots\dots (2)$$

$$INH_t = a_{31}DLAPI_{t-1} + a_{32}III_{t-1} + a_{33}INH_{t-1} + a_{34}PDP_{t-1} + b_{31}DLAPI_{t-2} + b_{32}III_{t-2} + b_{33}INH_{t-2} + b_{34}PDP_{t-2} + C_3 + \epsilon_{3,t} \dots\dots\dots (3)$$

$$PDP_t = a_{41}DLAPI_{t-1} + a_{42}III_{t-1} + a_{43}INH_{t-1} + a_{44}PDP_{t-1} + b_{41}DLAPI_{t-2} + b_{42}III_{t-2} + b_{43}INH_{t-2} + b_{44}PDP_{t-2} + C_4 + \epsilon_{4,t} \dots\dots\dots (4)$$

모형에 사용될 후행차수 판정을 위해 실시한 검정 결과는 <표 4>와 같다. <표 4>를 통해 LR 기준으로는 7차 후행, AIC 기준으로는 5차 후행, SC 기준으로는 2차 후행이 가장 적합한 것으로 나타났으나, AIC 기준은 표본이 적을 경우에 후행차수 길이를 지나치게 크게 판정하는 경우가 많아(김명직·장국현, 2006) 본 연구에서는 SC 기준을 바탕으로 2차 후행을 적용해 VAR모형을 구성하였다.

<표 4> 벡터자기회귀 후행차수 판정결과

Lag	LR	AIC	SC
0	NA	-2,681459	-2,567303
1	299,1633	-6,002740	-5,431962
2	69,96628	-6,539300	-5,511899*
3	41,74967	-6,739120	-5,255097
4	18,95006	-6,641666	-4,701019
5	37,70986	-6,849725*	-4,452455
6	16,01146	-6,740114	-3,886222
7	27,22150*	-6,845592	-3,535077

주 : 1) LR : sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)  
 2) AIC : Akaike information criterion / SC : Schwarz information criterion  
 3) \*는 판정기준에 따라 선택된 후행차수를 의미



## IV. 실증분석

### 1. 단위근 검정(Unit Root Test)

시계열 자료를 사용하는 회귀식의 추정결과는 시계열 자료가 정상적(stationary)이라는 가정 하에서 도출된다. 하지만, 대부분의 시계열 자료는 비정상성(non-stationary)을 갖고 있기 때문에 자료의 비정상성을 검정하기 위해 수준변수에 대해 단위근 검정을 실시하였다. 단위근 검정방법에는 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 가장 대표적으로 사용되는 검정방법인 ADF(Augmented Dickey-Fuller) 및 PP(Phillips-Perron) 검정(Phillips & Perron, 1988)을 실시하였다. 적정시차 선정을 위해 ADF 검정에서는 SIC(Schwarz Information Criteria)를 적용하였다. 단위근 검정 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 단위근 검정결과

변수이름	수준변수		차분변수	
	ADF 검정	PP 검정	ADF 검정	PP 검정
LAPI	-2.325822(1)	-2.903108	-17.92299(0)**	-17.92299**
LIH	-4.735226(1)**	-6.497713**		
LINH	-6.157002(0)**	-6.090931**		
LPDP	-5.990082(0)**	-5.817062**		

주: 1) \*, \*\*는 각각 5% 1% 수준에서 유의함을 의미  
2) ( )는 후행길이(lag)를 의미

검정결과 전산업생산지수만 단위근이 존재하는 것으로 나타났고, 나머지 변수들은 단위근이 존재하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 단위근이 존재하는 비정상시계열로 판정된 전산업생산지수를 안정화하기 위해 차분을 실시하고, 단위근 검정을 재실시한 결과 차분변수는 단위근이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

### 2. 그랜저 인과관계 검정(Granger Causality Test)

그랜저 인과관계(Granger Causality Test)는 현실세계에서 한 변수가 다른 변수의 움직임을 유발하는 원인변수인지를 알 수 없을 때 사용하는 검정방법(Granger, 1980)이다. 따라서 본 연구에서는 변수들 간의 상호작용을 살펴보기 위해 그랜저 인과관계 검정을 실시하였다. 그랜저 인과관계 검정은 분석에서 선택된 후행(lags)길이에 매우 민감하기 때문에, 본 연구는 월별자료에 적합한 후행 항으로 1, 12, 24를 선정하여 검정을 실시하였다(이홍재 외, 2005). 후행 항 1, 12, 24에 대하여 검정한 결과는 <표 6>과 같다.

〈표 6〉 그랜저 인과관계 검정결과

귀무가설 (Null Hypothesis)	통계량 (유의확률)	시차 1	시차 12	시차 24
LIIH /→ DLAPI	F-Statistic (Probability)	0.23080 (0.6316)	1,15432 (0.3230)	0.89004 (0.6141)
DLAPI /→ LIIH	F-Statistic (Probability)	0.30091 (0.5841)	3,34286 (0.0003)	1,34309 (0.1597)
LINH /→ DLAPI	F-Statistic (Probability)	1.47847 (0.2272)	0,76589 (0.6906)	1,62378 (0.1327)
DLAPI /→ LINH	F-Statistic (Probability)	0.00091 (0.9761)	1,83779 (0.0633)	0,67165 (0.8269)
LPDP /→ DLAPI	F-Statistic (Probability)	3,56314 (0.0609)	1,41855 (0.1654)	0,90215 (0.5984)
DLAPI /→ LPDP	F-Statistic (Probability)	0,08268 (0.7741)	2,10416** (0.0208)	1,12075 (0.3380)
LINH /→ LIIH	F-Statistic (Probability)	13,6611** (0.0004)	1,41629 (0.1850)	1,43137 (0.2006)
LIIH /→ LINH	F-Statistic (Probability)	11,3675** (0.0011)	1,04446 (0.4226)	0,82599 (0.6770)
LPDP /→ LIIH	F-Statistic (Probability)	13,2477** (0.0003)	1,69583 (0.0709)	1,46420 (0.0890)
LIIH /→ LPDP	F-Statistic (Probability)	10,7515** (0.0012)	2,32401** (0.0087)	1,57043 (0.0556)
LPDP /→ LINH	F-Statistic (Probability)	9,62630** (0.0026)	2,06337* (0.0342)	2,37263* (0.0228)
LINH /→ LPDP	F-Statistic (Probability)	0,98894 (0.3226)	0,75549 (0.6920)	1,64577 (0.1221)

주: 1) \*, \*\*, \*\*\*는 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 귀무가설을 기각함을 의미

검정을 통해 시차 24에서는 유의한 영향을 미치는 변수가 없음을 확인하였고, 시차 1과 시차 12를 중심으로 각 변수 간 영향관계에 대해 살펴보았다. 12개의 귀무가설에 대한 검정결과, “인천내항 화물물동량은 평택항 화물물동량의 원인변수가 아니다.” 라는 귀무가설과 “평택항 화물물동량은 인천북항 화물물동량의 원인변수가 아니다.” 라는 귀무가설이 기각되었다. 이를 통해, 인천내항 화물물동량은 평택항 화물물동량의 원인변수임을, 평택항 화물물동량은 인천내항 화물물동량의 원인변수임을 알게 되었다. 하지만, 그랜저 인과관계 검정의 경우 단지, 변수 간에 영향관계가 존재함을 보여주는 것에 불과하며, 일부 학자들은 영향관계가 뒤바뀌어 나타날 수도 있다는 점을 지적하고 있으므로(이홍재 외, 2005), 본 연구는 변수 간 영향관계 존재 유무를 판단하기 위한 차원에서 그랜저 인과관계 검정을 실시하였음을 밝힌다.

### 3. 충격반응함수(Impulse Response Function)

충격반응함수는 특정변수에 의한 충격이 해당변수 자체와 다른 변수에 미치는 1단위 충격의 효과를 추적한다(Pesaran & Shin, 1997). 본 연구에서는 변수의 순서에 관계없는 일반화 충격반응함수를 이용해 내생변수의 충격에 대한 각 변수들의 반응에 대해 살펴보았다. <그림 2>는 4변량 VAR(2) 모형에 의해 도출된 전산업생산지수, 인천내항 화물물동량, 인천북항 화물물동량, 평택항 화물물동량의 일반화 충격반응함수를 나타내고 있다.

전산업생산지수의 경우, 인천내항 화물물동량의 1단위 충격에 대해 1기에 0.001단위만큼 양의 방향으로 반응하였으며, 2기 이후로는 음의 방향으로 반응하며 점차 0으로 수렴하였다. 또한, 인천북항 화물물동량의 1단위 충격에 대해서 1기에는 0.0003단위만큼 양의 방향으로 2기에는 0.002단위만큼 음의 방향으로 반응하였으며, 이후에는 반응이 점차 0으로 수렴하였다. 한편, 평택항 화물물동량의 1단위 충격에 대해 1기에는 0.003단위만큼 양의 방향으로 2기에는 0.004단위만큼 양의 방향으로 반응하였고, 이후에는 점차 0으로 수렴함을 확인하였다.

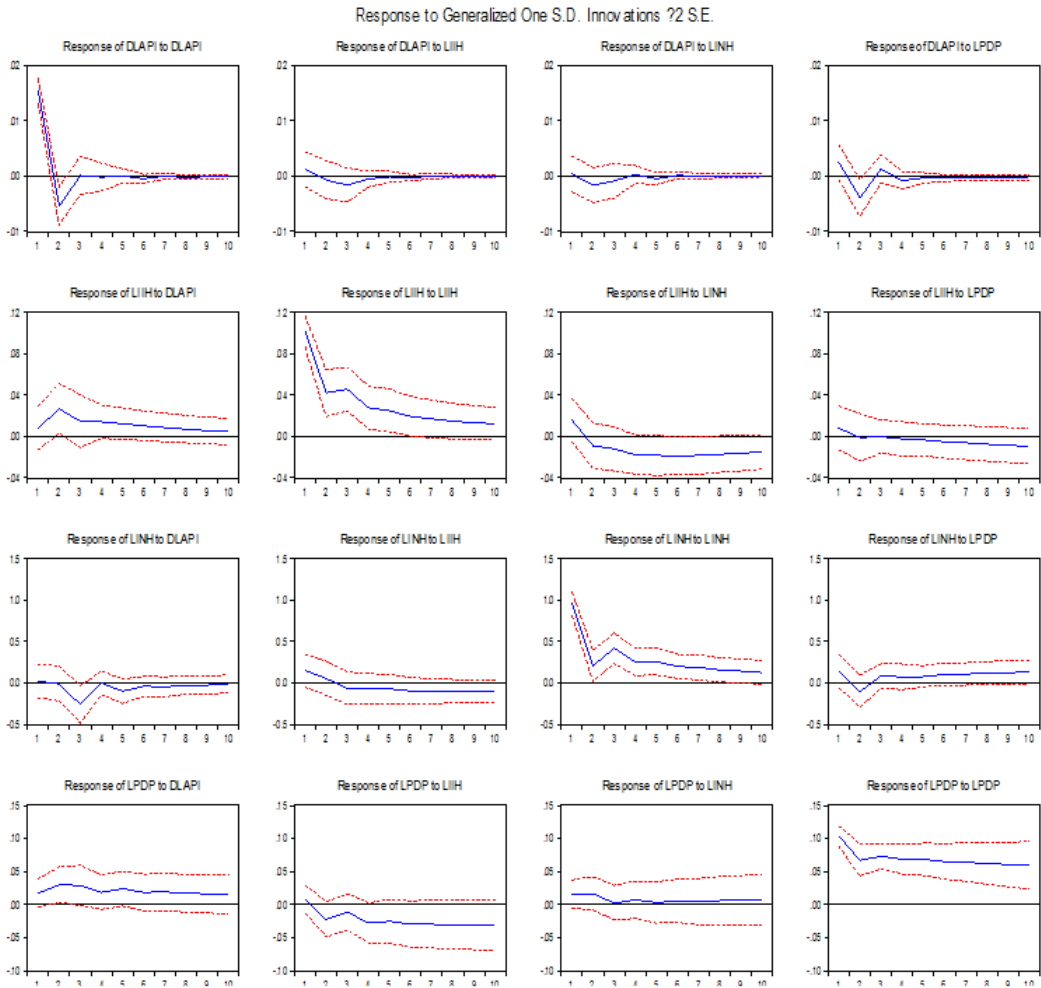
대체적으로 전산업생산지수는 각 변수들의 충격에 대해 1기에는 양의 방향으로 2기에는 음의 방향으로 반응하면서 반응의 크기가 0으로 수렴함을 알 수 있었고, 평택항 화물물동량 충격에 대해 가장 민감하게 반응함을 확인하였다.

인천내항 화물물동량은 전산업생산지수의 1단위 충격에 대해 1기에 0.008단위만큼 양의 방향으로 반응했고, 이후에도 계속 양의 방향으로 반응함을 확인하였다. 또한, 인천북항 화물물동량의 1단위 충격에 대해서는 1기에 0.015단위만큼 양의 방향으로 반응하였으나, 2기에는 0.009단위만큼 음의 방향으로 반응하였으며, 시간이 흘러도 반응이 0으로 수렴하지 않음을 확인하였다. 한편, 평택항 화물물동량의 1단위 충격에 대해서는 1기에는 0.008단위만큼 양의 방향으로 2기에는 0.001단위만큼 음의 방향으로 반응하였으며, 이후에도 음의 방향으로 반응함을 알 수 있었다. 분석을 통해 인천내항 화물물동량은 전산업생산지수의 충격에 대해서는 양의 방향으로, 인천북항 화물물동량 및 평택항 화물물동량 충격에 대해서는 음의 방향으로 반응함을 알 수 있었고, 인천북항 화물물동량 충격에 대해 더 민감하게 반응함을 알 수 있다.

인천북항 화물물동량은 전산업생산지수의 1단위 충격에 대해 1기에는 0.023단위만큼 양의 방향으로 이후로는 음의 방향으로 반응하였다. 인천내항 화물물동량의 1단위 충격에 대해 1기와 2기에는 각각 0.149, 0.054단위만큼 양의 방향으로 반응하였으나 이후에는 음의 방향으로 반응하였다. 한편, 평택항 화물물동량의 1단위 충격에 대해서는 1기에는 0.144단위만큼 양의 방향으로 반응하였고, 2기에는 0.103단위만큼 음의 방향으로 반응하였으나, 3기 이후부터는 양의 방향으로 반응함을 알 수 있었다. 분석결과, 인천북항 화물물동량은 전산업생산지수와 인천내항 화물물동량의 충격에 대해서는 양의 방향으로 반응하다가 음의 방향으로 반응하였고, 평택항 화물물동량 충격에 대해서는 초기를 제외하고는 양의 방향으로 반응함을 알 수 있다.

마지막으로, 평택항 화물물동량은 전산업생산지수의 1단위 충격에 대해 계속 양의 방향으로 반응하였으며, 인천내항 화물물동량의 1단위 충격에 대해서는 1기에는 0.008단위만큼 양의 방향으로 2기에는 음의 방향으로 반응함을 확인하였다. 한편, 인천북항 화물물동량의 1단위 충격에 대해서는 전산업생산지수의 충격과 마찬가지로 1기부터 10기까지 계속 양의 방향으로 반응함을 알 수 있었다. 대체적으로 평택항 화물물동량은 전산업생산지수와 인천북항 화물물동량 충격에 대해서는 양의 방향으로, 인천내항 화물물동량 충격에 대해서는 음의 방향으로 반응하는 것으로 나타났다.

〈그림 2〉 전산업생산지수, 인천내항 화물물동량, 인천북항 화물물동량, 평택항 화물물동량의 충격반응함수



#### 4. 예측오차 분산분해(Variance Decomposition)

분산분해는 변수들에 대한 내생변수의 충격효과를 추적하는 충격반응함수와 함께 벡터자기회귀 모형에서 가장 중요한 비중을 차지하는 분석기법이다. 분산분해는 내생변수들의 오차항 변동 중에서 자기 자신 및 다른 변수의 오차항에 의해 설명되는 부분이 얼마나 되는지를 측정한다(김명직 외, 2006 ; 이홍재 외, 2005).

〈표 7〉 ~ 〈표 10〉은 각 변수들에 대한 예측오차 분산분해 결과를 나타낸다.

〈표 7〉을 통해 전산업생산지수 예측오차는 자신의 변동에 의해 설명되는 부분이 압도적으로 큼을 알 수 있으며, 시간이 흘러도 이러한 경향에는 변함이 없음을 확인할 수 있다.

〈표 7〉 전산업생산지수(IAP)의 예측오차 분산분해

기간	DLAPI	LIH	LINH	LPDP
1	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	96.03394	0.032852	0.857845	3.075367
3	94.20343	1.006114	0.985171	3.805286
4	93.84495	1.107436	1.026506	4.021112
5	93.74802	1.112050	1.097065	4.042866
6	93.67297	1.139856	1.111288	4.075889
7	93.63723	1.139645	1.112314	4.110809

〈표 8〉을 통해 인천내항 화물물동량 예측오차는 시간이 경과함에 따라 전산업생산지수와 인천북항 화물물동량의 변동에 의해 설명되는 부분이 늘어나고 있음을 알 수 있으며, 특히 인천북항 화물물동량의 변동에 의해 설명되는 부분이 전산업생산지수 변동에 의해 설명되는 부분보다 더 빨리 늘어나고 있음을 알 수 있다.

〈표 8〉 인천내항 물동량(LIH)의 예측오차 분산분해

기간	DLAPI	LIH	LINH	LPDP
1	0.617209	99.38279	0.000000	0.000000
2	5.989693	91.71286	2.015885	0.281559
3	6.367515	89.17725	4.158002	0.297230
4	7.012480	85.86239	6.778930	0.346198
5	7.343506	83.12698	9.123649	0.405869
6	7.507372	80.70807	11.26132	0.523234
7	7.557648	78.70434	13.06064	0.677371

〈표 9〉는 인천북항 화물물동량의 예측오차 분산분해 결과를 보여주고 있다. 위의 두 변수들의 예측오차 분산분해 결과와 마찬가지로 인천북항 화물물동량의 경우도 자신의 변동에 의해 설명되는 부분이 가장 큰 것으로 나타났으나, 표를 통해 시간이 경과함에 따라 평택항 화물물동량과 인천내항 화물물동량의 변동에 의해 설명되는 부분이 증가하고 있음을 알 수 있다.

〈표 9〉 인천북항 물동량(INH)의 예측오차 분산분해

기간	DLAPI	LIH	LINH	LPDP
1	0.058606	2,373603	97,56779	0,000000
2	0.067542	2,532540	95,52688	1,873037
3	5,482916	2,159451	90,46208	1,895548
4	5,162130	2,401021	90,52097	1,915883
5	5,547231	2,537187	89,85575	2,059828
6	5,418834	3,021149	89,07239	2,487624
7	5,355456	3,468813	88,19288	2,982855

끝으로, 〈표 10〉을 통해 평택항 화물물동량의 예측오차는 시간이 경과함에 따라 인천내항 화물물동량의 변동에 의해 설명되는 부분이 증가하고 있음을 알 수 있었다.

〈표 10〉 평택항 물동량(PDP)의 예측오차 분산분해

기간	DLAPI	LIH	LINH	LPDP
1	2,680759	0,431086	1,906742	94,98141
2	7,176971	4,115401	3,631720	85,07591
3	8,975226	3,832697	2,736126	84,45595
4	8,279353	6,092540	2,626006	83,00210
5	8,556382	7,264235	2,307081	81,87230
6	8,197446	8,697956	2,219916	80,88468
7	8,021145	9,855072	2,121040	80,00274

## IV. 결 론

지금까지 인천내항, 인천북항, 평택항 물동량의 관계에 대해 살펴보기 위하여 다양한 분석 기법들을 적용하였다. 먼저, 그랜저 인과관계 검정을 통해 인천내항 화물물동량은 평택항 화물물동량의 원인변수임을, 평택항 화물물동량은 인천북항 화물물동량의 원인변수임을 확인하였다. 하지만, 그랜저 인과관계 검정에 따른 결과는 변수 상호간 영향관계가 존재함을 인식하는 수준에 머물러야 하므로, 본 연구는 항만간 물동량의 영향관계를 자세히 살펴보기 위해 벡터자기회귀 모형을 적용해 추가적인 분석을 실시하였다. 벡터자기회귀모형을 통해 얻어진 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

우선, 충격반응함수에 대한 분석을 통해 전산업생산지수와 인천내항 화물물동량은 다른 변수들의 충격에 대해 음의 방향으로 반응함을 알게 되었다. 이를 통해, 물동량의 충격은 산업생산에 부정적인 영향을 미침을 알 수 있었다. 또한, 인천내항 화물물동량은 인천북항 및 평택항 화물물동량과 음의 관계가 존재함을 알 수 있었다. 한편, 인천북항 화물물동량 및 평택항 화물물동량은 상대 항만 화물물동량의 변화에 대해 양의 방향으로 반응하였는데 이는 인천북항 화물물동량과 평택항 화물물동량 간에 양의 관계가 존재하고 있음을 나타낸다.

한편, 예측오차 분산분해를 통해 시간이 경과함에 따라 인천내항 화물물동량 예측오차는 인천북항 화물물동량의 변동에 의해, 평택항 화물물동량의 예측오차는 인천내항 화물물동량의 변동에 의해 설명되는 부분이 증가함을 알 수 있었다. 이를 통해 시간이 경과할수록 인천북항 화물물동량의 변동이 인천내항 화물물동량에 미치는 영향력이 증가함을, 마찬가지로 시간의 경과에 따라 인천내항 화물물동량의 변동이 평택항 화물물동량에 미치는 영향력이 증가함을 알 수 있었다.

연구를 통해 평택항 화물물동량 증가는 인천내항 화물물동량에는 부정적인 영향을 미칠 수 있으나, 인천북항 화물물동량에는 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 알게 되었다. 이는 평택항 화물물동량 증가가 반드시 인천항 전체에 위협 요인으로 작용하는 것은 아니며, 부속 항만에 따라 영향을 달리 받을 수 있음을 시사한다. 따라서 인천북항과 평택항 간에는 협력전략이, 인천내항과 평택항 간에는 경쟁전략이 필요할 것으로 예상된다.

인천내항의 경우, 인천경제자유구역(송도·영종·청라)의 지리적 중심의 위치해 있으므로 이를 고려한 재개발이 필요할 것으로 판단된다. 특히, 인천내항 1, 8부두와 인접한 구도심 지역은 노후 건축물이 다수를 차지하고 있기 때문에 지자체의 도시·주거환경정비계획을 고려한 개발이 필요한 실정이다. 컨테이너 부두의 인천신항 이전, 여객부두의 남항이전을 고려한 재개발이 필요하나, 인천항 입출항 선박 체선의 대다수를 차지하고 있는 내항이 경쟁력을 급격히 상실하고 있기 때문에 재개발이 조속한 시일 내에 추진되어야 할 것으로 판단된다. 내항의 기능 재정립이 완료될 경우, 컨테이너 부두가 잡화부두로 기능이 전환될 것이며, 이로 인해 잡화 부

두에 대한 추가선석 개발이 예정되어 있는 평택항과 경쟁이 치열해질 가능성이 있다. 하지만, 내항은 경인고속도로와 인접해 있을 뿐 아니라, 인천도시기본계획에 의거 내항과 접한 제2외곽 순환고속도로가 건설될 예정이므로 수도권 중심권역에의 접근성이 평택항에 비해 뛰어나 물류비를 절감할 수 있다는 점을 활용한다면 평택항과의 물동량 유치경쟁에 있어 유리한 위치를 점할 수 있을 것으로 예상된다.

인천북항의 경우, 물동량 처리실적이 가파른 증가세를 보이고 있다. 이는 내항에서 취급하던 원목과 산화물이 북항으로 이전되었기 때문이다. 평택항과 취급품목이 유사하여 평택항의 물동량이 증가하면 인천북항 물동량은 감소할 것으로 예상하였으나 연구를 통해 그러하지 않음을 확인하였다. 따라서 두 항만이 모두 성장하기 위해 화물유치를 위한 항만하역시간 공동 협의체 구성, 공동사업 추진이 필요할 것으로 예상된다.

평택항은, 안정적인 성장을 위해 동부두 지역과 서부두 지역의 관리주체를 일원화할 필요가 있다. 또한, 배후물류단지의 효율적 운영을 통해 항만의 경쟁력을 강화하는 노력도 요구된다. 인천항과의 관계에 있어 인력 교류의 활성화, 항만관리·운영기법의 공유를 통한 협력과 대중국 화물의 적극 유치를 통한 경쟁력 확보가 필요할 것으로 예상된다.

본 연구는 인천항의 부속항인 인천내항, 인천북항, 평택항의 전체 화물 물동량을 대상으로 하여 분석을 수행하였다. 따라서 품목별 화물 물동량의 흐름에 따라 개별항만이 어떻게 반응하는지에 대해 살펴보는 못했다는 것이 연구의 한계로 남는다. 또한 계량분석모형을 활용한 연구를 진행하였으므로 각 항만간 인과관계에 영향을 미친 요인이 무엇인지에 대해 명확히 해석하지 못했다는 한계를 가진다. 후속 연구에서는 각 항만이 취급하는 품목별 화물 물동량이 각 항만 물동량에 미치는 영향에 대한 연구와 함께 정성적인 접근법을 활용한 항만간 인과관계 분석 연구가 이뤄져야 할 것으로 판단된다.



## 참고문헌

- 김세로나·방희석, “평택항 발전을 위한 대중국 수출입화물의 기종점(O/D) 연구,” 『한국항만경제학회지』, 제20집 제2호, 2004, 53-71.
- 김학소, 『세계 해운물류시장 현황과 우리나라의 해운정책』, 발표자료, 2013.
- 김현석·오용식, “해운선사 주가와 운임지수 BDI 변동성간의 관계 분석,” 『해운물류연구』, 제28권 제4호, 2012, 637-652.
- 모수원, “수입물동량 함수의 추정: 부산항, 인천항, 광양항,” 『해운물류연구』, 제25권 제3호, 2009, 621-637.
- 모수원·이광배, “항만물동량과 산업생산의 인과성 검증,” 『해운물류연구』, 제29권 제2호, 2013, 221-235.
- 박창호·노홍승·강상근, “인천항과 평택·당진항의 물류협력체계 구축방안 연구,” 『경영건설링 연구』, 제7권 제3호, 2007, 27-36.
- 유병철·조찬혁, “VAR 모형을 이용한 부산항과 상해항의 물동량 분석,” 『물류학회지』, 제18권 제3호, 2008, 189-208.
- 이흥재·박재석·송동진·임경원, 『금융경제 시계열 분석』, 서울: 경문사, 2005.
- 인천항만공사, 『북항 활성화 방안 연구』, 2013.
- 임영태·박창호·최창호, “수도권 무역항의 글로벌 경쟁력 강화 방안 : 인천항, 평택·당진항, 경인항을 대상으로,” 『해운물류연구』, 제29권 제3호, 2013, 435-456.
- 임종관·김우호·고병욱, “벡터자기회귀모형을 이용한 건화물선 시장 분석,” 『해운물류연구』, 제26권 제1호, 2010, 17-35.
- 임준형, “인천항 주요품목의 수입행태,” 『한국항만경제학회지』, 제23권 제4호, 2007, 227-242.
- 최봉호·김상춘, “부산항, 광양항, 인천항의 물동량간 인과관계 분석,” 『한국항만경제학회지』, 제26권 제1호, 2010, 61-82.
- 최봉호, “국내 주요항만별 항만물동량과 산업성장의 인과관계,” 『한국항만경제학회지』, 제23권 제4호, 2007, 159-175.
- 한국해양수산개발원, 『국제물류전담기구 설립 필요성 및 추진방안에 관한 연구용역』, 2011.
- Cullinane, K., Teng, Y. and Wang, T., “Port Competition between Shanghai and Ningbo,” *Maritime Policy and Management*, Vol. 32, No. 4, October-December 2005, 331-346.
- Granger, C.W.J., “Testing for Causality : A Personal Viewpoint,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 2, 1980, 329-352.
- Haynes, K. E., Hsing, Y. M. and Stough, R. R., “Regional port dynamics in the global economy : The case of Kaohsiung, Taiwan,” *Maritime Policy Management*, Vol.

- 24, No. 1, 1997, 93-113.
- Notteboom T. E. and Winkelmanns, W., "Structural changes in logistics : how will port authorities face the challenge?," *Maritime Policy Management*, Vol. 28, No. 1, 2001, 71-89.
- Pesaran, M. H. and Shin, Y., "Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models," *Economics Letters*, Vol. 58, No. 1, 1998, 17-29.
- Phillips, P. C. and Perron, P., "Testing for a unit root in time series regression," *Biometrika*, Vol. 75, No. 2, 1988, 335-346.
- Wang, J. J., Ng, A. K. and Olivier, D., "Port governance in China : a review of politics in an era of internationalizing port management practices," *Transport Policy*, Vol. 11, 2004, 237-250
- Yap, W. Y. and Lam, J. S., "Competition dynamics between container ports in East Asia," *Transportation Research Part A*, Vol. 40, 2006, 35-51.

## 국문요약

# 인천내항, 인천북항, 평택항간 물동량의 인과관계 분석

유현종 · 안승범

본 연구는 인천내항, 인천북항, 평택항 간 물동량의 영향관계 분석을 위해 그랜저 인과관계 검정, 벡터자기회귀모형을 사용하였다. 그랜저 인과관계 검정결과 인천내항 물동량은 평택항 물동량의 원인변수임을, 평택항 물동량은 인천북항 물동량의 원인변수임을 확인하였다. 한편, 벡터자기회귀모형을 적용함으로써 얻은 충격반응함수를 통해 인천내항 물동량은 인천북항 물동량, 평택항 물동량과는 음의 관계가 존재함을 알 수 있었고, 인천북항 물동량과 평택항 물동량 간에는 양의 관계가 존재함을 알게 되었다. 또한, 벡터자기회귀모형을 적용함으로써 얻게 된 예측오차 분산분해를 통해 인천내항 물동량의 예측오차는 시간의 경과에 따라 인천북항 물동량의 변동에 의해 설명되는 비중이 커짐을, 평택항 물동량의 예측오차는 시간의 경과에 따라 인천내항 물동량의 변동에 의해 설명되는 비중이 커짐을 알게 되었다. 연구결과 평택항 물동량의 변동이 인천항 전체에 부정적인 영향을 미치는 것은 아니며, 부속 항만에 따라 영향을 달리 받을 수 있음을 알게 되었다. 이는 인천항, 평택항을 운영하는 항만운영 당국간 경쟁과 협력이 모두 가능하다는 것을 보여주며, 상호 협력할 부분과 경쟁할 부분을 명확히 한다면 양항이 함께 발전할 수 있을 것임을 의미한다.

**핵심 주제어** : 항만 물동량, 그랜저 인과관계 검정, 충격반응함수, 예측오차 분산분해