

## 석유화학 액체화물의 환적과 수출입 물동량 관계연구

신창훈\* · 양한나\*\*

### A Study on the Relationship between Transshipment and Import-Export Volume of Petrochemical Liquid Cargoes

Shin, Chang-Hoon · Yang, Han-Na

#### Abstract

Since Korea has excellent port infrastructure and competitive petrochemical complexes, there is plenty of potential for creating an oil hub in Northeast Asia. In particular, Ship-to-Ship (STS), which creates high added values, contributes greatly to the national economy. In this study, the liquid cargo volumes of chemical industrial products, refined petroleum products, and crude oil were analyzed at the national and regional (Busan, Ulsan, and Yeosu/Gwangyang) levels. Additionally, a Granger causality analysis was performed between imports, exports, and transshipments, in pairs. ADF, PP, and KPSS were analyzed for the unit root test. In addition, the VAR model and expanded VAR model suggested by Toda and Yamamoto were used for further analyses. Findings revealed a difference in Granger causality depending on the region or cargo type. These findings suggest that policies and incentive schemes for ports need to be differentiated according to the region and cargo types. In addition, the different patterns in the relationship between transshipments and import-export petrochemical cargoes should be considered.

*Key words: Petrochemical Liquid Cargoes, VAR, Granger Causality, Toda and Yamamoto*

▷ 논문접수: 2020. 08. 31.   ▷ 심사완료: 2020. 09. 23.   ▷ 게재확정: 2020. 12. 28.

\* 한국해양대학교 물류시스템공학과 교수, 제1저자, chshin@kmou.ac.kr

\*\* 경성대학교 물류학과 조교수, 교신저자, gs1064y@ks.ac.kr

## I. 서론

우리나라는 지정학적 조건이 우수하고, 항만의 수심이 기본적으로 잘 확보되어 있다. 또한 부산, 울산, 여수/광양 등의 석유화학단지를 보유하고 있기 때문에 동북아 오일 허브의 충분한 가능성을 갖추고 있다.

석유화학 액체화물을 취급하기 위해서는 화물의 형태에 적합한 저장시설과 운송수단이 요구된다. 일반적으로 운송되는 화물량이나 최종 목적지에 따라 컨테이너 또는 비컨테이너의 형태로 운송된다. 또한 운송되는 형태에 따라 컨테이너 전용선 또는 탱커선(Tanker ship)과 같은 벌크 전용선이 운송수단으로 활용된다. 전 세계 대부분의 물동량이 선박을 이용한 항만운송 방식을 활용하고 있다.

한국석유화학협회에 따르면 우리나라의 석유화학 산업은 2018년 기준 에틸렌 생산능력이 연간 9,255천 톤이다. 세계 시장점유율의 5.2%를 차지하고 있으며, 세계 4위의 위상을 보유하고 있다. 수출액 규모로 살펴보면 반도체, 자동차, 일반기계에 이어 4위를 기록하고 있다. 화학공업생산품은 수출 5대 품목 중 하나이며, 컨테이너 또는 비컨테이너 형태로 운송되고 있다. 따라서 항만에서 차지하는 비중이 크다는 사실을 알 수 있다.

항만에서 화물이 처리되는 방식은 수입, 수출 및 환적 등이다. 우리나라는 원유를 수입한 후 정제 과정을 통해 다양한 제품을 생산하고, 생산된 제품을 수출하기도 한다. 직접적으로 석유화학 액체화물의 수입 또는 수출활동을 하고 있을 뿐만 아니라 기존 항만 인프라를 활용한 환적활동도 수행하고 있다.

항적이란 최종 목적지까지 한 번에 이동하는 것이 아니라 운송중의 화물을 다른 운송수단에 옮겨

시는 활동을 의미한다. Ship-to-Ship (STS)이란 선박 대 선박운송으로, 해상환적작업이라고도 불린다. 이를 통해 선박 운항시간 단축, 물류비 절감 등의 효과를 얻을 수 있으며, 선박 대형화 등에 따라 물동량이 증가하고 있는 추세이다. 국가 경제에 미치는 항만의 영향 측면에서 보면 수출, 수입 및 환적은 매우 중요한 활동이다.

지정학적인 조건으로 인해 항만이 잘 발달한 우리나라의 경우 입지나 배후 산업에 따라 항만에서 처리하는 화물에 차이가 있다. 본 연구에서는 석유화학 액체화물 취급 물동량이 높은 항만들을 중심으로 분석하였다. 구체적으로 석유화학제품군(화학공업생산품, 석유정제품, 원유)의 수입, 수출 및 환적에 대한 구조적인 관계 분석을 통해 상호관계를 규명하고, 방향성을 살펴보는데 일차적인 목적이 있다. 이를 위하여 그랜저 인과관계 검정(Granger Causality Test)을 통해 실증연구를 수행하였다.

그랜저 인과성이 반드시 실질적인 인과관계를 담보하는 것은 아니나, 최소한 석유화학 액체화물의 물동량 예측력 향상과 더불어 항만운영관리 측면에서도 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 분석결과를 바탕으로 개별적인 물동량증가의 사례를 분석함으로써 실질적인 인과관계를 규명하는 단초를 제공하며 물동량 창출을 위한 전략적 시사점을 얻을 수 있다.

## II. 문헌연구

이충배·박선영(2009)은 산업화 사회에서 석유의 안정적인 공급에 대한 중요성에 관해 연구한바 있다. 세계 각국은 에너지 공급의 안정성 확보를 위한 전략을 추진하고 있으며, 석유물류중심지 구축을 통한

경쟁력 확보를 위해 다양한 노력을 하고 있다.

정윤정·우수한·박근식(2015)은 석유화학업체의 플랜트 입지선정에 관한 요인분석을 시도하였다. 분석 결과 물류비와 물류연결성의 중요도가 높았다. 물류비의 경우 원재료업체 근접성, 수출시장근접성, 그리고 내수시장 근접성의 순으로 나타났으며, 물류연결성의 경우 해상운송효율성, 해상운송능력, 그리고 육상운송능력의 순으로 나타났다.

석유는 세계 경쟁성장에 큰 기여를 하는 에너지원 중 하나이다. 확률효과 모형을 통해 각국의 원유 및 석유제품의 해상수출입이 세계 경제에 미치는 영향을 연구한 안영균·김주현·이민규(2018)의 연구에서는 실제 원유 및 석유제품 수출입이 세계 경제성장에 유의미한 효과를 준다는 사실을 규명한다. 이러한 중요성을 인식한 우리나라 정부는 오일허브를 조성하기 위해 심혈을 기울이고 있다. 이에 따라 항만의 경쟁구조를 살펴보고, 경쟁력 확보 방안을 살펴보기 위한 연구가 진행되고 있다.

Yap and Lam(2006)은 동아시아권역의 주요 10개 항만의 컨테이너 물동량 자료를 사용한 계량경제모형을 통해 항만 간 장단기 경쟁 및 보완 관계를 규명한다. 1970년부터 2001년까지의 장기간에 걸친 연도별 시계열 자료의 특성에 따라 먼저 항만들을 2개 집단으로 구분하여 개별 집단별로 분석하였다. 연구의 범위를 국내 항만으로 한정한다. 이지훈·김율성·신창훈(2009)과 최봉호·김상춘(2010)은 같은 방법론을 적용하여 국내 컨테이너 항만의 경쟁구조와 동태적 관계를 파악하였다. 이들 연구에서 이용한 컨테이너 처리 물동량은 검정 결과 모두 정상성(stationarity)을 보이지 않았으며, 공적분(cointegration)관계가 있는 것으로 나타났다.

컨테이너 물동량 중에서도 수출입물동량보다 환

적물동량은 계량화가 어렵고 자국의 경제적 요인 외 다른 복합적인 요인들에 의해 움직인다. 특히, 시계열자료 특성에 기인한 계량경제모형의 단점은 분석에 어려움을 준다. 이병철·김윤배(2011)의 연구에서는 앞서 소개한 연구자들이 채택한 계량경제모형과 방법론이 아닌 항만간 경쟁을 상정한 모형을 이용하여 동북아 지역 국가의 컨테이너 환적물동량 예측과 항만간 동적 관계를 확인하였다.

물동량 자료와 기타 요인들과의 인과관계를 연구한 하명신·김철민·장병기(2011)의 연구에서는 환적 물동량 증대를 위해 시행하고 있는 인센티브제도의 효과를 검정하였다. 인센티브 지원금 변화추이가 경기변화에 의한 수출입물량 변화와 유사한 행태를 보이는 사실로부터 시작하여 그 실질적인 인과관계를 부산항의 컨테이너 물동량 자료를 이용하여 분석하였다. 그 결과 인센티브제도가 환적물량 증대에 조금은 작용하였지만 통계적으로 유의한 인과성은 나타나지 않았다.

이성윤·안기명(2020)의 연구에서는 부산항 환적 화물과 장기적 추세관계인 인과관계변수를 살펴보았다. 이 연구에서는 수출입 화물의 경우 정체되어 있어 추세가 없으므로 차분없는 ARIMA 계절모형을 활용하였다. 또한 환적화물의 경우 1차 차분한 ARIMA 계절모형을 통해 분석을 실시하였다. 그러나 저자는 경쟁항만과 비교하지 못한 점을 향후 연구과제로 언급하고 있다.

지역별 항만물류산업의 성장은 항만물류서비스, 하역장비 연료 구입, 창고 청소 소독 등의 생산활동을 유발한다. 이러한 파급효과는 지역별 항만물류 클러스터를 구축하는데 기여하고, 경제성장으로 이어질 수 있기 때문에 매우 중요하다(이민규·이기열, 2016).

김상춘·최봉호(2015)의 연구에서는 부산지역 해

운·항만산업의 지역경제 파급효과를 살펴보았다. 전국 산업 평균에 비해 부산지역의 산업은 평균 부가가치율이 낮다는 점을 고려할 때, 우리나라 해운·항만산업 뿐만 아니라 부산의 해운·항만산업의 고부가가치화는 발전전략의 한 방향이 되어야 한다고 제안한다. 지역 주력 제조업의 육성에 의한 항만의 수요창출과 이를 통한 해운·항만산업의 활성화, 그리고 후방 연관 산업인 생산자 서비스업의 발전으로 이어지는 선순환 전략 또한 제안하였다.

항만물동량의 증가는 항만의 성장으로 이어지고, 이는 국가경제에 긍정적 영향을 미친다는 점을 고려하면, 항만물동량에 대한 경제적 중요도는 매우 높을 수밖에 없다.

그러나 기존 연구의 경우 대부분 컨테이너 화물의 물동량과 환적 물동량의 인과관계연구에 초점을 두고 있다. 항만에는 컨테이너 화물뿐만 아니라 건화물, 액체화물 등이 처리되고 있지만 상대적으로 관심도가 떨어지며, 연구가 저조하다. 우리나라 주요 석유화학단지외 인근에 위치한 액체화물 취급 항만의 관계를 살펴본 이광운·신창훈(2019)의 연구에서는 울산항, 대산항, 그리고 여수/광양항의 경쟁 보완관계에 대해 연구하였다. 국내 액체화물 항만의 처리 품목 간의 관계 규명을 시도한 바 있다. 이와 같이 액체화물을 처리하고 있는 항만에 대한 연구가 진행되고 있기는 하나, 매우 미미한 실정이다.

특히 항만별 액체화물이나 석유화학과 관련된 연구의 경우 전체 물동량 중에서 차지하고 있는 비율에 비해 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 석유화학제품군의 수출입 물동량과 환적 간의 관계를 살펴보고자 한다.

### III. 연구의 방법

#### 1. 분석자료

본 연구에서는 PORT-MIS(해운항만물류시스템)의 화물 품목 코드(HS CODE) 중 석유류 액체화물인 화학공업생산물, 석유정제품 및 원유를 분석대상으로 하였다. 이에 대한 자세한 사항은 <표 1> 과 같다.

표 1. 화물 품목 통계분류 코드

화물품목명	화물품목코드	통계코드
화학공업 생산물	28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38	19
석유정제품	2710, 2712, 2713	16
원유(역청유), 석유	2709	15

PORT-MIS 코드집 제공 분류코드

대상항만은 화학공업생산물 및 석유정제품의 환적, 수출, 수입 자료가 충분하고 지속적으로 처리 가능한 항만인 부산, 울산, 여수/광양이다. 분석대상 품목 물동량의 대부분이 처리되고 있는 항만이기 때문에 대상 항만으로 선정하였다. 모든 분석에 사용된 자료는 울산 신항 남방파제 환적부두가 가동되기 시작한 2009년 12월부터 2019년 3월까지의 월별자료를 활용하였다. 원유의 경우 <표 2>와 같이 국내 환적은 전국대비 여수/광양의 환적이 98% 이상인 것으로 나타났기 때문에 여수/광양만을 분석 대상으로 선정하였다. <표 2>는 PORT-MIS의 자료 가운데 화학공업생산물, 석유정제품, 그리고 원유의 전국 물동량 대비 비율을 나타낸 것으로, R/T 단위의 자료를 정리하여 비율로 표기하였다.

PORT-MIS에서는 환적을 출항환적과 입항환적으로 구분하고 있다. 입출항에는 시간적 오차가 있음을 감안하더라도 장기적으로 볼 때 출항환적과 입항환적의 물동량은 동일해야 하지만, 실제 데이터에서는 오차가 발생하고 있다. 석유정제품은 입항환적대비 출항환적 물량이 60% 수준이며, 울산의 경우 33%로 매우 낮다. 화학공업생산품의 경우에는 93% 수준이지만, 울산의 경우 74%이다. 액체화물은 환적을 위해 입항한 후, 보관탱크를 통해 다시 출항하게 되는 경우가 발생할 수 있다. 이 경우에는 환적임에도 불구하고 환적 물동량에 적용되는 감면혜택을 받지 못하게 되며, 환적이 아닌 수출로 집계되고 있는 것이 현실이다. 이러한 이유로 입항환적 물동량이 출항환적 물동량보다 높은 것으로 산출되고 있다. 환적의 의미를 갖기 위해서는 입항된 후 출항하는 단계까지 완료되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 환적자료의 경우 출항환적을 기준으로 분석을 실시하였다.

표 2. 전국 물동량 대비 비율

품목	항만	수출	수입	환적
화학공업생산품	부산, 울산, 여수/광양	76.1%	78.2%	99.9%
석유정제품	부산, 울산, 여수/광양	83.8%	59.8%	98.1%
원유	여수/광양	43.5%	28.6%	98.9%

자료: PORT-MIS(2009년 12월부터 2019년 3월 월별자료)

출항환적 화물 중 부산의 경우에는 대부분의 화물이 컨테이너 상태로 이동한다. 본 연구의 대상품목 중 원유를 제외하면, 화학공업생산품과 석유정제

품의 경우 2018년 컨테이너 비중이 100%이다. 반면, 울산의 경우 화학공업생산품의 컨테이너 비중은 2018년 기준 0.1%, 석유정제품은 1.9%로 대부분이 비컨테이너로 처리된다. 여수/광양은 화학공업생산품이 동년기준 51.6%, 석유정제품은 11.6%, 원유는 0.0%이다. 분석대상품목 중 부산은 컨테이너의 비중이 전부를 차지하고 있으며, 울산의 경우 비컨테이너의 비중이 매우 높다. 여수/광양의 경우 화학공업생산품은 컨테이너 비중이 약간 더 높고, 석유정제품은 비컨테이너 비중이 높으며, 원유의 경우 비컨테이너가 전부를 차지하고 있다. 품목과 항만의 특성에 따라 처리되는 화물의 형태가 달라질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 점을 토대로 분류된 자료를 분석에 활용하였다.

## 2. 인과관계 분석모형

시계열 변수들 간의 인과관계를 분석하기 위해서는 Vector Error Correction Model(VECM)이나 Vector Autoregression(VAR) 모형이 사용된다. 적분변수 또는 공적분 관계가 흔히 관찰되는 시계열 자료는 가성회귀(spurious regression)의 문제로 인해 차분하지 않은 수준의 VAR모형은 적절하지 못하다. 차분을 실시하면 변수들 간의 장기적 정보가 상실되며, 공적분 관계의 변수들인 경우 VECM이 적절하다.

따라서 단위근 검정을 통한 적분차수의 결정과 공적분 검정은 사전에 필수적으로 실시해야 한다. 단위근 검정에는 다양한 방법이 있지만, 이는 역설적으로 단위근 검정 판단시 결과들이 불일치할 가능성이 있고, 연구자의 주관에 개입될 수 있음을 의미한다. 또한 검정력에 대한 본질적 문제를 가지고 있다. Toda(1995)와 Toda and Phillips(1993) 등이 언급한 바와 같이 Johansen(1988)이 제안한 공

적분 검정 역시 장애모수( nuisance parameter)에 민감하여 통계량이 표준분포를 따르지 않는다는 이유로 VECM을 이용한 인과관계 추론 또한 신뢰성이 떨어질 수 있다.

이러한 단점들에 대한 대안으로 Toda and Yamamoto(1995)는 정상시계열은 물론 수준차원의 적분 또는 공적분 시계열의 변수에 적용할 수 있는 최대적분차수만큼 시차가 확장된 VAR모형을 제시하였다. 본 연구에서는 정상시계열인 경우 VAR모형을 적용한 그랜저 인과성, 비정상시계열의 경우 Toda and Yamamoto의 절차에 따른 확장된 VAR모형을 적용한 인과성(이하 T&Y 인과성)을 검정한다. 일반 VAR모형과 확장된 VAR모형은 식(1) 및 식(2)와 같다.

$VAR(k)$ :

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_k Y_{t-k} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$VAR(k + d_{max})$ :

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_k Y_{t-k} + A_{k+1} Y_{t-k-1} + \dots + A_{k+d_{max}} Y_{t-k-d_{max}} + \varepsilon_t \quad (2)$$

식(1)과 식(2)에서  $Y_t$ 는 변수벡터,  $A_i$ 는 계수행렬,  $k$ 는 시차,  $d_{max}$ 는 최대적분차수,  $\varepsilon_t$ 는 오차항을 의미한다.

## IV. 실증분석

### 1. 단위근 검정

본 연구에서는 단위근 검정을 위하여 로그변환된 시계열자료를 대상으로 ADF(Dickey and Fuller,

1979), PP(Phillips and Perron, 1988) 그리고 KPSS(Kwiatkowski et al., 1992)를 적용하였다. 단위근 시계열임을 귀무가설로 하는 ADF와 PP검정법은 귀무가설을 기각함에 있어 검정력이 낮은 문제점이 있다. 이를 보완하기 위하여 정상시계열임을 귀무가설로 하는 KPSS 검정법(Arltova and Fedorova(2016)와 Jafari et al.(2012))을 분석에 포함하였다.

각각의 검정법에서 필요한 시차나 모형선정은 EVIEWS의 기본선택 또는 많이 이용되는 방법을 적용하였다. ADF 검정에 필요한 시차는 Schwarz Information Criterion(SIC)가 이용되었고, PP 및 KPSS 검정에서는 Bartlett Kernel과 Newley-West Bandwidth가 이용되었다.

단위근 검정의 모형 선정 과정에서는 추세와 상수의 포함여부에 따라 검정결과가 달리 나올 수 있다. 기본적으로는 추세와 상수를 모두 포함한 모형(T&C)을 사용하였고, 추세의 추정치가 유의하지 않거나 추세가 분명하지 않은 경우에는 상수항만 포함된 모형(C)도 분석에 포함하였다.

앞서 언급했지만, 입항환적과 출항환적에는 데이터상의 오차가 존재하기 때문에 환적물동량은 출항환적 자료를 기준으로 하였다. 또한 각 항만과 품목의 취급형태에 따라 컨테이너 또는 비컨테이너 화물의 자료를 활용하여 분석한 결과는 <표 3>에 제시하였다.

수출과 수입, 그리고 환적의 분석결과는 검정모형에 따라 다소 차이를 보이고 있지만, 적분차수는 1을 초과하지 않았다. 추세가 분명하지 않은 경우에는 추세와 상수를 포함한 모형과 상수만 있는 모형 모두를 고려하였으며, 서로 상이한 결과를 보였다.

종합적으로 판단하면, 전국 물동량과 여수/평양항의 석유정제품 환적을 제외한 개별항만 물동량의

세 가지 품목별 시계열들에서 환적, 수출, 수입 중 적어도 하나 이상의 검정법 결과가 비정상시계열로 판정되었다.

여수/광양항의 석유정제품 환적의 경우 KPSS 검정에서만 모형 T&C와 모형 C의 결과가 상이하고 나머지 검정에서는 정상시계열이었다. 수출 및 수입의 경우 안정적 시계열의 특성인 평균과 분산이 일정하며, 일정한 추세를 가지는 형태를 보였다. 그러나 환적의 경우 추세가 있다고 판단할 수 없어서 모형 T&C보다는 상수항만 고려한 모형 C를 적용하여

정상성 여부를 판정하였다. 그 결과 여수/광양항의 석유정제품 시계열은 정상시계열로 판단하였다. 따라서 이 경우 차분 없이 가능한 식(1)의 VAR모형이 적용가능하다.

세 가지 검정 방법을 통해 확인한 결과가 일치하지 않는다는 점은 본 연구의 분석 모형 선정이 적절함을 시사한다. 따라서 여수/광양의 석유정제품 시계열에는 식(1)의 VAR모형, 그 외 시계열에는 식(2)의 Toda and Yamamoto 절차에 따른 확장된 VAR모형을 적용하였다.

표 3. 물동량 단위근 검정

지역	품목	종류	수출			수입			환적			모형
			ADF	PP	KPSS	ADF	PP	KPSS	ADF	PP	KPSS	
전국	화학공업 생산품	컨테이너	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(1)	I(1)	I(0)	I(1)	T&C
		비컨테이너	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(0)	I(1)	I(0)	I(0)	I(1)	T&C
	석유 정제품	비컨테이너	I(0)	I(0)	I(1)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(0)	I(0)	T&C
	원유	비컨테이너	I(1)	I(0)	I(1) I(0)	I(0)	I(0)	I(1)	I(0)	I(0)	I(0)	T&C C
부산	화학공업 생산품	컨테이너	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	T&C
	석유 정제품	컨테이너	I(1)	I(0)	I(1)	I(1) I(0)	I(0)	I(1) I(0)	I(1)	I(0)	I(1) I(0)	T&C C
울산	화학공업 생산품	비컨테이너	I(1)	I(1)	I(1)	I(0)	I(0)	I(1) I(0)	I(0)	I(0)	I(1) I(0)	T&C C
	석유 정제품	비컨테이너	I(1)	I(0)	I(1) I(0)	I(0)	I(0)	I(1)	I(0)	I(0)	I(1) I(0)	T&C C
여수 / 광양	화학공업 생산품	컨테이너	I(0)	I(0)	I(1)	I(1)	I(0)	I(1) I(0)	I(1) I(0)	I(0)	I(0)	T&C C
		비컨테이너	I(0)	I(0)	I(1)	I(1)	I(0)	I(1) I(0)	I(1) I(0)	I(0)	I(0)	T&C C
	석유 정제품	비컨테이너	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(1) I(0)	T&C C
	원유	비컨테이너	I(0)	I(0)	I(0) I(1)	I(0)	I(0)	I(1)	I(0)	I(0)	I(0)	T&C C

주) I(0)과 I(1)은 각각 적분차수 0과 1을 의미하며, 적분차수 검정의 유의확률은 5% 기준으로 판정함

## 2. 분석결과

식 (1)과 (2)를 이용한 그랜저 인과성을 검정하기 위해서는 우선 적정 시차( $k$ )가 주어져야 한다. 모형의 경제성(parsimony)을 위한 SIC 값과 오차항 간의 계열 상관을 검정하는 Lagrange Multiplier(LM) 통계량으로 모형의 적정 시차를 선정하였다.

〈표 4〉와 같이 수입과 수출, 그리고 환적 간의 관계를 살펴본 결과, 수출과 수입관의 관계에 비해 상대적으로 수입과 환적, 수출과 환적 사이의 공통적인 인과성은 나타나지 않았다. 시계열 자료의 특성을 중심으로 그 원인을 살펴보면 이는 단위근 검정과 관계가 있다. 수출입 자료는 적분계열의 추세를 보이는 경우가 많은 반면, 환적은 정상시계열을 띄고 있기 때문이다.

특히 환적과 수입 간에는 3개 지역 항만의 모든 품목에서 유의하지 않았다. 그러나 전국 물동량의 경우에는 유의한 결과를 보이고 있다. 개별적인 지역 항만자료만으로 환적 물동량의 예측이 쉽지 않으며, 전국 물동량 자료가 예측에 도움을 줄 수 있음을 시사한다. 표 2에서 보았듯이 국내의 환적물동량은 3개 지역에서 거의 대부분 발생하지만, 수출입 물동량은 그 외의 지역에서 발생하는 물량도 상당 부분 있었다. 충격반응함수(impulse response function) 분석 결과 환적이 수입을 감소시키는 음(negative)의 관계를 보였다.

부산, 울산, 여수/광양에서는 나타나지만, 전국 물동량의 분석 결과에서는 그랜저 인과가 나타나지 않거나, 또는 그 반대인 경우가 발생하는 이유에 대해 고민해본 결과, 각각의 개별적인 지역 항만을 처리하는 화물의 종류에 차이가 있다는 점에 주목하게 되었다. 화학공업생산물이나 석유정제품, 원유는 모두 컨테이너 화물 또는 벌크화물의 형태로 운

송이 가능하다. 운송량이나 수입·수출·환적·등의 특성, 항만장비의 준비정도, 화주의 목적 등에 따라 운송형태가 달라질 수 있다. 본 연구의 대상인 3개의 항만은 모두 특성이 다르기 때문에 이에 대한 세부적인 분석이 필요하다고 판단하였다. 따라서 컨테이너와 비컨테이너로 화물의 종류를 구분한 분석을 실시하였다. 이에 대한 자세한 사항은 〈표 5〉와 같다.

먼저 수출과 수입 물동량 간의 관계를 살펴보면, 전국의 화학공업생산물과 원유, 부산의 석유정제품, 울산의 석유정제품을 제외한 나머지 조건에서는 수출과 수입 간의 그랜저 인과관계가 있는 것으로 나타났다. 특히 전국과 부산의 화학공업생산물과 여수/광양의 원유에서는 수출에서 수입, 수입에서 수출에 해당하는 양방향 그랜저 인과관계가 존재한다.

수출과 수입 간의 관계와 비교하면 상대적으로 환적과 수출, 환적과 수입 물동량 간의 공통적인 인과성은 나타나지 않았다.

환적과 수출 간의 관계를 분석한 결과 울산의 석유정제품은 환적에서 수출로 일방향의 인과관계가 존재하는 것으로 나타났으며, 부산의 석유정제품은 수출과 환적 간의 양방향 그랜저 인과관계가 존재한다. 또한 환적과 수입 간의 관계는 전국의 화학공업생산물과 원유, 부산의 석유정제품에서 그랜저 인과관계가 나타났다.

전국 원유 물동량 가운데 여수/광양에서 처리되는 비중은 수출 43.5%, 수입 28.6%, 환적 98.9%로 환적의 경우 거의 전부라고 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 전국과 여수/광양의 분석 결과에서는 유사성이 발견되지 않았다는 점은 개별적인 지역 항만자료만으로 환적 물동량의 예측이 쉽지 않음을 시사한다.

그러나 <표 2>에서 보았듯이 국내에서 발생하는 화학공업생산품, 석유정제품, 그리고 원유의 환적은 부산, 울산, 그리고 여수/광양 지역에서 거의 대부분이 발생하나, 수출입 물동량은 세 지역을 제외한 나머지 지역에서 발생하는 물량도 상당부분 존재한다. 이들이 실질적인 원인과 결과라는 점은 다소 의문이 들며, 영향관계에 대한 추가적인 분석이 필요하다. 이는 그랜저 인과성이 반드시 실질적인 인과관계를 보증하는 것은 아니지만, 최소한 시계열의 예측력 향상에 기여할 수 있으며 물동량 증감을

보이는 실질적인 인과관계 규명을 위한 구체적인 사례연구 등이 필요함을 시사한다.

환적과 관련된 분석결과는 개별항만 차원의 분석 결과가 보다 설명력 있고 직접적인 인과성을 제공한다고 볼 수 있다. 이에 대한 자세한 사항은 다음의 <표 5>와 같다. 또한 지역 및 화물 종류에 따른 수입, 수출, 그리고 환적 간의 관계는 <표 6>과 같다. 표 안의 →는 유의수준 5%, →는 유의수준 10%를 의미한다. 충격반응함수 분석 결과 특별한 음의 관계를 보이지는 않았다.

표 4. 지역별 분석결과

지역	품목	수입→수출	수출→환적	수입→환적	분석모형
		수입←수출	수출←환적	수입←환적	
전국	화학공업생 산품	0.1137 0.0465←	0.0812→ 0.9208	0.7769 0.0105←(-)	VAR(4+1)
	석유 정제품	0.0263→ 0.8737	0.7549 0.7347	0.8818 0.0694←(-)	VAR(4+1)
	원유	0.6182 0.4061	0.4419 0.7196	0.0592→ 0.6595	VAR(3+1)
부산	화학공업생 산품	0.0417→ 0.0112←	0.6959 0.0448←	0.2357 0.2776	VAR(4+1)
	석유 정제품	0.4434 0.4885	0.0368→ 0.0013←	0.6956 0.1275	VAR(5+1)
울산	화학공업생 산품	0.2806 0.0024←	0.3226 0.2261	0.2910 0.4959	VAR(4+1)
	석유 정제품	0.3853 0.8902	0.2237 0.0220←	0.9137 0.4013	VAR(3+1)
여수 / 광양	화학공업생 산품	0.0951→ 0.0714←	0.3073 0.2068	0.5492 0.1101	VAR(3+1)
	석유 정제품	0.0207→ 0.8628	0.2374 0.3186	0.3744 0.5867	VAR(6)
	원유	0.0140→ 0.0557←	0.9582 0.6407	0.6556 0.6551	VAR(1+1)

주1) 표 안의 →는 유의수준 5%, →는 유의수준 10%를 의미한다

주2) (-)는 음의 충격반응함수 관계를 표시한다.

표 5. 화물 종류에 따른 지역별 분석결과

지역	품목	종류	수입→수출	수출→환적	수입→환적	분석모형
			수입←수출	수출←환적	수입←환적	
전국	화학공업 생산품	컨테이너	0.0459→	0.2757	0.8860	VAR(4+1)
			0.0598←	0.3780	0.0368←	
	비컨테이너	0.3031	0.5312	0.7618	VAR(4+1)	
		0.2246	0.1556	0.7709		
	석유 정제품	비컨테이너	0.0403→	0.5814	0.1947	VAR(4+1)
			0.9084	0.8970	0.2988	
원유	비컨테이너	0.6182	0.4419	0.0592→	VAR(3+1)	
		0.4061	0.7196	0.6595		
부산	화학공업 생산품	컨테이너	0.0417→	0.6959	0.2357	VAR(4+1)
			0.0112←	0.0448←	0.2776	
	석유 정제품	컨테이너	0.7547	0.0009→	0.6444	VAR(5+1)
			0.1081	0.0037←	0.0016←	
울산	화학공업 생산품	비컨테이너	0.2806	0.3226	0.2910	VAR(4+1)
			0.0024←	0.2261	0.4959	
	석유 정제품	비컨테이너	0.3853	0.2237	0.9137	VAR(3+1)
			0.8902	0.0220←	0.4013	
여수 / 광양	화학공업 생산품	컨테이너	0.0067→	0.9736	0.4829	VAR(3+1)
			0.1589	0.2174	0.1813	
	비컨테이너	0.1198	0.6653	0.9412	VAR(3+1)	
		0.0508←	0.9682	0.4737		
	석유 정제품	비컨테이너	0.0207→	0.2374	0.3744	VAR(6)
			0.8628	0.3186	0.5867	
원유	비컨테이너	0.0140→	0.9582	0.6556	VAR(1+1)	
		0.0557←	0.6407	0.6551		

주) 표 안의 →는 유의수준 5%, →는 유의수준 10%를 의미한다.

표 6. 지역 및 화물종류별 수입·수출·환적 관계

지역	화물형태	화학공업생산물	석유정제품	원유
전국	컨테이너		-	-
	비컨테이너	-		
부산	컨테이너			-
울산	비컨테이너			-
여수 / 광양	컨테이너		-	-
	비컨테이너			

주) 표 안의 →는 유의수준 5%, ⇨는 유의수준 10%를 의미한다.

## V. 결 론

에너지 공급의 안정성은 세계 각국의 경제적 측면에서 매우 중요한 요소로 자리매김하고 있다. 이에 따라 항만의 경쟁력을 강화시키고, 오일허브로 도약하기 위한 움직임이 활발하다. 수입, 수출, 그리고 환적은 항만에 경제적 가치를 부여하며, 나아가 부가가치를 창출할 수 있는 매우 중요한 요소이다. 우리나라뿐만 아니라 전 세계 항만들은 물동량 유치를 위해 노력하고 있다.

수입, 수출, 그리고 환적화물의 종류는 매우 다양하며, 배후지역의 주요 산업에 따라 컨테이너화물 또는 벌크화물과 같이 다양한 형태로 운송된다. 물동량 유치를 위해서는 이에 대한 분명한 수치와 인과관계를 규명하는 것이 효과적임에도 불구하고 이를 실현하는 것은 쉽지 않다. 특히 비컨테이너 상태의 화물의 경우 항만에 따라 다소 차이가 존재하지만, 선박에서 선박으로 즉시 옮겨지지 않고 국내 탱크에 짧은 시간이라도 반입이 되면 환적 물동량으로 산정되지 않는다. 이론적으로 보면 입항환적과 출항환적 물동량은 시간적인 문제를 감안하더라도 일정 시기가 지나면 0에 수렴해야 한다. 그럼에도 불구하고 즉시 환적이 아닌 경우 환적 물동량으로 산정되지 않는다. 따라서 업무의 편리성과 서류의 간소화를 위해 출항환적이 아니라 수출 물동량으로 신고되는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 이유로 입항환적과 출항환적 물동량 집계자료에는 통계적 차이가 존재할 수 있다.

본 연구에서는 석유화학 액체화물의 수입, 수출 및 환적 간의 관계를 살펴보는데 그 목적이 있다. 그랜저 인과관계 검정을 위해 ADF, PP 및 KPSS의 방식으로 단위근 검정을 실시한 후, VAR모형과 Toda and Yamamoto에 의해 확장된 VAR모형을 적용하였다.

울산과 여수/광양의 경우 수출과 수입 간의 그랜저 인과관계가 나타났지만, 환적과의 인과관계는 없는 것으로 나타났다. 반면, 부산의 경우 환적과의 그랜저 인과관계가 존재했다. 이러한 이유에서 부산, 울산, 여수/광양의 물동량 유치를 위한 전략의 형태는 달라야 한다고 판단된다. 실제로 현재 실행 중인 다양한 전략들을 통해 기대하는 효과는 환적 물동량 증대라는 정책적인 측면과 달리 장기적인 고객유치를 위한 의도로 활용되는 것이 현실이다. 따라서 각 항만의 특성에 따른 요소를 감안한 지원이 중요하다고 사료된다.

또한 컨테이너와 비컨테이너의 구분 없이 분석한 결과와 구분하여 분석한 결과를 비교하면, 부산의 화학공업생산품(컨테이너) 물동량이 전국 화학공업생산품의 수출입에 미치는 영향이 매우 큰 것으로 나타났다. 이 경우에는 컨테이너 화물에 대한 지원을 증가시키는 것이 유리할 수 있다. 석유정제품의 경우도 동일하다. 그랜저 인과관계 분석 결과에서 상관관계가 있다고 판단되더라도 반드시 인과관계가 존재한다고 단언할 수는 없다. 현실에서 인과관계가 성립되기 위한 변수는 다양할 수 있으며, 단편적인 결과만으로 판단할 수는 없기 때문이다. 그럼에도 불구하고 이러한 연구결과는 항만별 그랜저 인과관계가 다르다는 사실을 확인함으로써 더 좋은 예측을 할 수 있다는 통계적인 측면에서의 함의를 지니고 있다.

반면, 우리나라 원유 환적물동량 중 98%의 비중을 차지하는 여수/광양의 수출입과 환적 분석에서는 그랜저 인과관계가 없는 것으로 나타났으나, 전국 원유의 경우 수입에서 환적으로 그랜저 인과가 나타났다. 여수/광양을 제외한 2%의 물동량만으로 전국 물동량의 인과관계가 달라지는 왜곡현상이 나타났다.

따라서 물동량 증감에는 다양한 변수가 존재할 수 있지만 통계적 유의성의 차원에서는 컨테이너와 비컨테이너를 분리시켜서 효과를 살펴보는 것이 중요하다. 아울러, 소량의 물동량이 전체 상관관계에 영향을 미칠 수 있다는 점을 고려하여야 한다. 연구의 목적에 적합하게 화물의 종류나 지역에 대한 명확한 구분을 행한다면 정보의 왜곡 없이 좀 더 실효성 있고 현실적인 결과를 획득할 수 있을 것이다.

본 연구는 석유화학의 산업에 대한 연구결과라는 측면에서는 유의미할 수 있으나, 항만 간 또는 품목 간의 실제 인과관계를 살펴보기 위해 본 연구의 결과만을 활용하는 것은 완전하지 않을 수 있다. 그러나 기존 연구는 컨테이너에 초점을 둔 경우가 대부분이고, 석유화학 품목에 관한 연구는 미미한 실정이다.

따라서 추후 국내 각 항만간의 영향이나 품목별 영향이 수출, 수입 그리고 환적에 미치는 영향에 대해 고려한 연구가 요구된다. 이를 통해 실질적 인과관계가 규명된다면 일률적인 지원보다 품목, 또는 항만에 따라 각각의 특성에 적합한 방식으로 달리 적용되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김상춘 · 최봉호(2015), 부산지역 해운 · 항만산업의 지역경제 파급효과 제조명, 무역연구, 제11집, 제1호, 601-627.
- 안영균 · 김주현 · 이민규(2018), 원유 및 석유제품의 해상 수출입이 세계 경제에 미치는 영향 실증분석, 한국혁신학회지, 제13집, 제2호, 189-208.
- 이광운 · 신창훈(2019), Granger 및 Toda-Yamamoto 인과검정을 통한 주요 석유화학단지와 액체화물 항만들의 관계성 연구, 한국항해항만학회지, 제43집 제6호, 469-474.
- 이민규 · 이기열(2016), 항만물류산업의 지역경제 파급효과 분석:부산, 인천, 울산을 대상으로, 해운물류연구, 제32집, 제2호, 299-320.
- 이성윤 · 안기명(2020), ARIMA와 VAR-VEC 모형에 의한 부산항 물동량 예측과 관련성 연구, 한국항해항만학회지, 제44집, 제1호, 44-52.
- 이병철 · 김윤배(2011), 동북아시아 환적물동량 예측모델 연구, 대한산업공학회지, 제37집 제4호, 297-303.
- 이지훈 · 김율성 · 신창훈(2009), 국내 컨테이너항만의 경쟁구조에 관한 연구, 한국항해항만학회지, 제33집 제1호, 91-98.
- 이충배·박선영(2009), 탱커터미널 운영기업의 글로벌 전략과 우리나라의 동북아 석유물류허브 정책에 대한 시사점, 한국항만경제학회지, 제25집 제1호, 63-86.
- 정윤정 · 우수한 · 박근식(2015), 석유화학업체의 플랜트 입지 선정의 중요성에 대한 연구, 한국항만경제학회지, 제31집, 제1호, 127-145.
- 최봉호 · 김상춘(2010), 부산항, 광양항, 인천항의 물동량 인과관계 분석, 한국항만경제학회지, 제26집, 제1호, 61-82.
- 하명신 · 김철민 · 장병기(2011), 항만인센티브제도의 효과에 대한 정량적 분석: 부산항을 중심으로, 한국항만경제학회지, 제27집, 제2호, 355-372.
- Arltová, M. and Fedorová, D.(2016), Selection of Unit Root Test on the Basis of Length of the Time Series and Value of AR(1) Parameter, Statistika, 96(3), 47-64.
- Dickey, D. A. and Fuller, W. A.(1979), Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, Journal of the American Statistical Association, 74, 427-431.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P. and Shin, Y.(1992), Testing the Null Hypothesis of Stationary against the Alternative of a Unit Root, Journal of Econometrics, 54, 159-178.
- Phillips, P. C. B. and Perron, P.(1988), Testing for a Unit Root in Time Series Regression, Biometrika, 75, 335-346.
- Toda, H. Y.(1995), Finite Sample Performance of Likelihood Ratio Tests for Cointegrating Ranks

in Vector Autoregressions, *Econometric Theory*, 11, 1015-1032.

Toda H. Y. and Phillips, P. C. B.,(1993), Vector Autoregressions and Causality, *Econometrica*, 61(6), 1367-1393.

Toda, H. Y. and Yamamoto, T.(1995), Statistical Inference in Vector Autoregressive with Possibly Integrated Processes, *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.

Jafari, Y., Othman J. Nor, A. H. S. Md.(2012), Energy Consumption, Economic Growth and Environmental Pollutants in Indonesia, *Journal of Policy Modeling*, 34, 879-889.

Johansen, S.(1988), Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.

Yap, W. Y. and Lam, J. S. L.(2006), Competition Dynamics between Container Ports in East Asia, *Transportation Research Part A*, 40, 35-51.

## 석유화학 액체화물의 환적과 수출입 물동량 관계연구

신창훈 · 양한나

### 국문요약

우리나라는 항만 인프라가 뛰어나며, 석유화학단지를 보유하고 있기 때문에 동북아 오일 허브의 가능성이 충분하다. 특히 부가가치가 높은 STS(해상환적작업)는 국가 경제에 크게 기여하고 있다. 본 연구에서는 화학공업생산물, 석유정제품, 그리고 원유를 전국, 부산, 울산, 그리고 여수/광양 물동량으로 분류하였다. 그리고 이들 간의 수입, 수출 및 환적의 그랜저 인과관계를 살펴보았다. 단위근 검정을 위하여 ADF, PP, KPSS를 적용하였다. 또한 VAR모형과 Toda and Yamamoto의 확장된 VAR모형을 활용하여 분석을 실시하였다. 그 결과 각 지역에 따라 그랜저 인과관계 유무에 차이가 있는 것을 발견하였다. 또한 컨테이너와 비컨테이너로 구분해서 분석한 결과 화물 종류에 따른 차이가 나타났다. 따라서 항만에 대한 정부의 정책이나 인센티브제도와 같은 지원은 획일화 보다는 지역, 화물의 종류, 화물의 운송 형태 등에 따라 차별화가 요구된다.

주제어: 석유화학 액체화물, VAR, Granger 인과관계, Toda and Yamamoto

