
지수평활법과 SUR 모형을 통한 세계 해상물동량 예측 연구

안영균

한국해양수산개발원 전문연구원

A Study on the Prediction of the World Seaborne Trade Volume through the Exponential Smoothing Method and Seemingly Unrelated Regression Model

Young-Gyun Ahn^a

^aMaritime Industry Research Department, Korea Maritime Institute, South Korea

Received 4 March 2019, Revised 10 April 2019, Accepted 16 April 2019

Abstract

This study predicts the future world seaborne trade volume with econometrics methods using 23-year time series data provided by Clarksons. For this purpose, this study uses simple regression analysis, exponential smoothing method and seemingly unrelated regression model (SUR Model).

This study is meaningful in that it predicts worldwide total seaborne trade volume and seaborne traffic in four major items (container, bulk, crude oil, and LNG) from 2019 to 2023 as there are few prior studies that predict future seaborne traffic using recent data.

It is expected that more useful references can be provided to trade related workers if the analysis period was increased and additional variables could be included in future studies.

Keywords: Seaborne Trade Volume, Prediction of Seaborne Trade Volume, Exponential Smoothing Method, Seemingly Unrelated Regression Model

JEL Classifications: F14, C32

^a E-mail: ahnyg@kmi.re.kr

I. 서론

전 세계 수출입 무역의 근간은 해상운송이며, 해상물동량의 증가는 무역활성화를 의미하는 것으로 해석될 수 있다.

Veenstra and Haralambides(2001)는 세계 해상물동량 전망을 통해 장래 무역경기의 변동 등 세계경제의 호·불황 예측이 가능하며, 이처럼 해상물동량은 글로벌 거시 경제를 예측하는데 기초적인 토대가 되는 선행지표로서 사용될 수 있다고 설명한다.

Bertho et al.(2016)은 해상물동량의 감소는 세계 선박 총량의 감소를 가져올 수 있는데 선복량 감소는 승수효과를 발생시켜 세계 무역 규모는 한층 더 감소할 가능성이 있다고 설명한다. 동 연구는 안정적이고 지속가능한 세계 무역이 이루어지기 위해서는 평소 정례적인 세계 물동량 추정이 이루어질 필요가 있으며, 이러한 추정결과를 바탕으로 세계 선복량은 과잉·과소공급에서 탈피해야 한다고 설명한다.

한편 Yip(2012)은 선진국과 개발도상국 간의 해상무역은 양 국가 모두의 경제성장을 촉진시킬 뿐만 아니라 선진기술의 이전을 통해 개발도상국이 혁신을 실현할 수 있는 원동력이 될 수 있다고 설명한다. 요컨대 해상운송을 통해 단순히 재화만이 운송되는 것이 아니고 보이지 않는 손에 의해 기술이 이전될 수 있으며, 이는 혁신성장의 토대가 된다는 것이다.

이처럼 해상운송을 통해 이루어지는 세계 무역의 중요성이 강조되고 있는 상황에서, 보다 구체적이고 정량적인 방법으로 미래 세계 해상물동량을 추정하는 것은 무역 관계자들에게 시의적절한 예측자료를 제공할 수 있으므로 중요한 것이다. 체계적으로 전망된 장래 해상물동량 전망치를 통해서 세계 경제의 경기변동을 예측해 볼 수 있다.

본 연구는 지수평활법과 SUR 모형을 사용하여 장래 세계 해상물동량 추정을 수행하였으며, 특히 4가지 품목별(컨테이너, 건화물, 원유, LNG) 장래 해상물동량 규모를 추정하여 품목별 해상물동량이 어떻게 변화할 것인가를 비교·예측하였다. 본 연구는 지속적으로 증가하고 있으며 세계 무역에 중요한 영향을 미치는

해상물동량의 장래 추정치를 다양한 계량기법을 사용하여 정량적으로 제시하고 있다는 점에서 의의가 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서 해상물동량이나 무역 관련 연구를 수행한 연구와 지수평활법 등 계량분석을 활용하여 수행한 선행연구를 고찰한다. III장에서는 본 연구에서 사용하는 회귀방정식과 데이터를 기술한다. IV장에서는 세계 해상물동량의 추정결과를 제시하고, V장 결론에서는 분석결과를 요약·제시하고자 한다.

II. 선행연구 고찰

1. 해상물동량·무역 관련 선행연구

Gani(2017)는 운송시스템의 효율성 수준은 세계 무역 확대와 밀접한 관계를 가지고 있으며, 단기간 내에 획기적인 무역 확대를 달성하기 위해서는 물류시스템 재편을 통해 지속적으로 물류효율성 제고를 노력을 수행해야 한다고 설명한다. 동 연구는 글로벌 수출입의 근간은 해상운송이지만, 선박을 통해 화물을 운송한 이후 동 화물을 최종목적지까지 원활하게 수송하는 내륙운송망의 견고한 구축도 세계 무역의 활성화를 위해 간과할 수 없는 중요한 요소임을 설명하고 있다. 동 연구는 사례분석을 통해 체계적인 물류운송망의 구축이 수출입 물동량 증가에 양(+)의 영향을 미치고 있음을 보여주었다는 점에서 의의가 있다.

정현재 외 3인(2012)은 시스템 다이내믹스 기법을 사용하여 인천항 컨테이너 터미널의 장래 물동량을 전망하였다. 물동량 전망을 위해 장치장 생산성 분석 모형과 하역 생산성 분석 모형을 설정하였으며, 분석결과 물동량은 2015년까지 지속적으로 상승하여 터미널 처리기능 부족이 예상되므로 안벽 증설 등 대책마련이 요구되고 있는 것으로 나타났다. 동 연구는 한중일 삼국간 수출입 물동량과 환율 등의 거시지표를 사용하여 장래 물동량을 예측하고 정량적인 전망치를 제시하고 있다는 점에서 의의가 있으며, 변수 간의 상관관계 분석을 통해 장래

물동량 전망치를 추정하고 있다는 점에서 본 연구와 유사한 점이 있다.

안영균 외 2인(2017)은 전 세계 무역량 중에서 95% 이상이 해상운송을 통해 이루어지고 있음을 설명하고, 해상물동량이 세계 경제(GDP)에 중요한 영향을 미치고 있음을 실증분석을 통해 보여주었다. 동 연구는 전체 해상물동량을 10개의 품목으로 구분하고, 패널 데이터를 사용하여 물동량이 세계 경제 성장에 양(+)의 영향을 주고 있음을 검증하였다. 동 연구는 다양한 화물 품목 중에서도 특히 어떠한 품목의 물동량이 증가했을 때에 세계 경제가 더욱 큰 폭으로 성장하는가를 제시했다는 점에서 의의가 있으며, 물동량이 세계 경제에 미치는 중요성을 강조하고 있다는 점에서 본 연구와 유사한 점이 있다.

Valentine 외 2인(2013)은 2000년대 이후 해상운송은 지정학적 측면에서 큰 폭 변화를 나타내고 있으며, 특히 수출국·수입국이 변화하면서 운송거리가 단축되는 등 해상운송의 효율화가 진행되고 있다고 설명한다. 동 연구는 사례 분석을 통해 국가 간 무역협정 체결을 통해 기존에 먼 거리에서 수입해 오던 화물을 훨씬 더 가까운 지역에서 수입하면서 불필요한 톤마일(tonmiles)의 발생이 감소하고 있음을 보여주었다. 동 연구는 세계 무역 거점(global value chains)의 변화 동향을 구체적인 사례를 통해 설명하고 있다는 점에서 의의가 있으며, 세계 무역에서 해상운송이 차지하는 중요성을 제시했다는 점에서 본 연구와 유사한 점이 있다.

2. 계량분석 관련 선행연구

본 연구는 계량분석 관련 선행연구를 검토하였으며, 검토시 다음과 같은 항목에 주안점을 두었다. 첫째, 해당 연구가 기술적 접근분석을 수행하였는가 아니면 기초경제변수에 대한 접근분석을 수행하였는가를 검토하였다. 둘째, 해당 연구가 시계열 예측을 수행하였는가 아니면 패널데이터에 대한 예측을 수행하였는가를 검토하였다.

모수원(2001)은 GPH 공적분 검정을 수행하

고 이를 통해 시계열이 추세 회귀적이므로 상관관계 분석이 가능함을 검증하였다. 이후 동 연구는 OLS(Ordinary Least Squares) 모형을 사용하여 계량분석을 실시하고, 이를 통해 환율이 통계학적으로 유의미하게 수출물동량에 영향을 미치고 있음을 보여주었다. 한편 수입물동량은 수입재의 상대가격과 비교역재의 상대가격에 유의미한 영향을 받고 있는 것으로 분석되었다. 동 연구는 충격반응함수를 통한 분석을 수행하고 외생쇼크가 몇 기에 걸쳐 종속변수에 영향을 주는지 반응 경로를 추정하였다는 점에서 의의가 있으며, 회귀분석을 수행하고 변수 간의 상관관계를 추정하였다는 점에서 본 연구와 유사한 점이 있다. 동 연구는 기초경제 변수에 대한 접근분석을 수행했으며, 시계열 데이터를 예측하였다.

Yongmei(2017)는 지수평활법을 사용하여 중국의 장래 천연가스 수입량을 예측하였다. 동 연구도 모수원(2001)의 연구와 마찬가지로 기초경제 변수에 대한 접근분석을 수행했으며, 시계열 데이터를 예측하였다. 지수평활법은 가장 최신의 시간에 가장 높은 가중치를 부여하며, 과거 데이터에는 낮은 가중치를 적용하여 장래 전망치를 예측하는 방법이다. 미래를 예측하기 위해 필요한 데이터 중에서 더 중요한 정보는 최신 자료에 더 많이 포함되어 있다는 가정을 토대로 예측을 수행하는 기법이다. 분석결과, 미국산 셰일가스 생산의 확대와 더불어 중국의 천연가스 수입은 지속적으로 증가할 것으로 예측되었으며, 동 연구는 지수평활법을 사용하여 장래 전망치를 예측하고 있다는 점에서 본 연구와 동일한 연구방법론을 사용하고 있다.

Taylor(1981)는 지수평활법의 이론적 고찰을 통해 지수평활법 방법론의 특징과 전망치의 우수성 등을 설명하였다. 동 연구는 지수평활법이 장기간의 데이터를 사용하고, 오래전의 과거 데이터부터 가장 최신의 데이터까지 폭넓은 범위의 데이터를 사용함으로써 예측 정확성의 측면에서 우수성을 가진다고 설명한다. 즉, 시계열은 과거의 데이터가 현재의 데이터에 영향을 주게 마련인데, 지수평활법은 시시각각 변동하는 대내외 환경에서 가장 최신의 데이터에

더 높은 가중치를 부여하여 예측을 수행하므로 예측 정확성을 제고하는 효과적인 방법이 될 수 있음을 설명하였다. 동 연구는 기술적 접근 분석을 통해 지수평활법에 대한 이론적 고찰을 수행하였다는 점에서 의의가 있으며, 동 연구는 패널 데이터를 사용하여 지수평활법의 예측 우수성을 보여주었다.

황윤섭 외 2인(2006)은 VECM을 사용하여 수출과 직접투자(Forign Direct Investment; FDI) 간의 상관관계를 추정하였다. 동 연구는 개발도상국과 선진국의 2종류로 데이터를 분류하고, 집단별 상관관계를 분석하였는데, 분석결과 개발도상국의 경우 수출 증가가 FDI를 유인하는 것으로 나타났으나 선진국의 경우 수출 증가시 FDI는 오히려 감소하는 것으로 계측되었다. 동 연구는 단위근 검정을 수행하고 이를 통해 시계열의 불안정 여부를 검토한 이후에 VECM를 사용하였다. 동 연구가 그랜저 인과성 검정 등을 수행하여 변수 간의 상관관계를 분석한 것은 본 연구가 회귀 모형을 통해 변수 간 상관관계를 분석한 것과 유사한 점이다. 동 연구는 패널 데이터를 사용하고 기초경제 변수에 대한 접근분석을 수행하였다.

Ⅲ. 회귀모형 및 데이터

1. 회귀모형

1) 단순회귀 모형

단순회귀 모형(Simple Regression)은 두 가지의 변수가 1차 함수관계를 가지고 있음을 가정한다. 본 연구의 단순회귀 모형이 상정하는 두 변수는 전 시점에서의 물동량과 현 시점에서의 물동량이다. 본 연구는 양 변수(전 시점 물동량·현 시점 물동량) 간의 상관관계를 추정하게 되며, 단순회귀 모형을 방정식으로 기술하면 방정식 (1)과 같다. 이는 시계열 AR(1) 모형을 통해 미래값을 예측하는 것이다.

$$Y = \beta \cdot X + \epsilon \quad (1)$$

전술한 방정식 (1)의 설명변수 개수를 k개로 가정할 경우 방정식 (1)은 방정식 (2)로 풀어쓸 수 있다. 본 연구의 경우 설명변수가 전 시점의 물동량과 현 시점의 물동량 이므로 X의 개수는 2이고 X1은 1의 값을 갖는다. 이 경우 β_1 은 y의 절편(intercept)이 된다.

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon \quad (2)$$

2) 지수평활법 (ESM 모형)

지수평활법(Exponential Smoothing Method; ESM)은 시계열 데이터의 장래 전망시 널리 활용되고 있는 대표적인 예측방법론이다. 최근 데이터가 과거 데이터 대비 미래를 더욱 잘 전망할 수 있다는 가정 하에서 최근 데이터 일수록 더 큰 가중치를, 오래된 데이터일수록 더 작은 가중치를 부여하여 미래 전망치를 계측하는 방법이다. 지수평활법을 방정식으로 표기하면 다음 방정식 (3)과 같다. 요컨대 지수평활법은 시계열자료에 대한 과거와 현재 값의 평균으로 미래 값을 예측하는 방법인데 최신 데이터에 더 높은 가중치를 부여한다.

$$F_t = a \cdot A_{t-1} + (1-a) \cdot F_{t-1} \quad (3)$$

지수평활법 방정식 (3)에서 a는 평활상수를 의미하며, $0 \leq a \leq 1$ 의 범위 내 존재한다. 동 방정식이 의미하는 바는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{당기예측치} &= a \cdot (\text{전기실제치}) + (1-a) \cdot (\text{전기예측치}) \\ &= \text{전기예측치} + a \cdot (\text{전기실제치} - \text{전기예측치}) \\ &= \text{전기예측치} + a \cdot (\text{전기예측오차}) \end{aligned}$$

시점 t의 예측치는 전기인 t-1 시점의 실제값에 a의 가중치를 곱하고, 전기의 예측치에 a보다 더 적은 (1-a)의 가중치를 부여하여 가중평균한 값이 된다. 예측치를 a에 예측오차를 곱한 만큼 연속적으로 수정해 가는 방식이다. 즉, 과거 예측치에 시차에 의거 점진적으로 감소하는 가중치를 부여해 현 시점의 전망치를 도출해 내는 방법이라고 할 수 있다.

Table 1. World Seaborne Trade (세계 해상물동량)

unit: million ton

1996	1997	1998	1999	2000	2001
5,306.35	5,607.22	5,558.27	5,882.45	6,314.77	6,360.69
2002	2003	2004	2005	2006	2007
6,537.66	6,905.06	7,377.24	7,766.32	8,905.64	8,449.05
2008	2009	2010	2011	2012	2013
8,653.00	8,321.11	9,107.40	9,152.94	9,888.27	10,228.69
2014	2015	2016	2017	2018	
10,588.18	10,804.80	11,132.40	11,593.73	11,960.6	

Source: Clarksons Research, <https://sin.clarksons.net/>.

Table 2. World Container Traffic (세계 컨테이너 해상물동량)

unit: million ton

1996	1997	1998	1999	2000	2001
417.5	455.5	488.2	543.5	608.9	641.2
2002	2003	2004	2005	2006	2007
692.6	802.1	911.5	1,002.2	1,091.9	1,215.3
2008	2009	2010	2011	2012	2013
1,271.6	1,133.9	1,291.2	1,411.5	1,457.8	1,532.2
2014	2015	2016	2017	2018	
1,622.2	1,660.2	1,734.0	1,837.7	1,936.9	

Source: Clarksons Research, <https://sin.clarksons.net/>.

3) SUR 모형

SUR 모형(Seemingly Unrelated Regression Model)은 전술한 지수평활법과 달리 동 시점의 상관관계 분석을 수행하는 계량분석 모형이다. 예를 들어 컨테이너 물동량과 건화물 물동량 간에는 서로 간의 경쟁적인 상관관계가 존재할 수 있다. 실제로 건화물 운반선의 운임이 증가했을 때 건화물 물동량을 컨테이너선이 운반하는 경우가 있으며, 원유 운반선 운임이 증가했을 때 LNG 운반선이 선박 내의 탱크를 사용하여 원유를 대신 운반하는 경우도 있다. 이러한 상관관계는 동 시점 상관관계(cross model correlation)라고 불리는데, 이러한 동 시점 상관관계를 감안하여 장래 전망치를 예측하는 모형이 SUR 회

귀모형이다.

일반적으로 제반 변수들은 상호 경쟁관계에 놓여 있는 경우가 다수이기 때문에 이러한 경우에 적용 가능한 모형이 SUR 모형이다. 컨테이너, 건화물, 원유, LNG 물동량을 SUR 모형을 사용하여 회귀방정식으로 표기하면 다음 방정식 (4)~(7)과 같다. 방정식에서 확인할 수 있듯이 SUR 모형은 다중선형회귀모형을 일반화시켜 동일시점 t에서의 상관관계를 고려한 모형이다.

$$\text{컨테이너 물동량: } Y_{1t} = X_{1t} \cdot \beta_{1t} + \epsilon_{1t} \quad (4)$$

$$\text{건화물 물동량: } Y_{2t} = X_{2t} \cdot \beta_{2t} + \epsilon_{2t} \quad (5)$$

$$\text{원유 물동량: } Y_{3t} = X_{3t} \cdot \beta_{3t} + \epsilon_{3t} \quad (6)$$

$$\text{LNG 물동량: } Y_{4t} = X_{4t} \cdot \beta_{4t} + \epsilon_{4t} \quad (7)$$

Table 3. World Dry Bulk Traffic (세계 건화물 해상물동량)

unit: million ton

1996	1997	1998	1999	2000	2001
2,664.5	2,823.9	2,794.2	2,958.8	3,163.8	3,204.1
2002	2003	2004	2005	2006	2007
3,338.1	3,422.1	3,607.4	3,793.5	3,932.4	4,085.5
2008	2009	2010	2011	2012	2013
4,211.1	4,079.3	4,551.0	4,781.7	5,054.4	5,337.1
2014	2015	2016	2017	2018	
5,624.6	5,641.0	5,744.3	5,982.1	6,144.4	

Source: Clarksons Research, <https://sin.clarksons.net/>.**Table 4. World Crude Oil Traffic (세계 원유 해상물동량)**

unit: million ton

1996	1997	1998	1999	2000	2001
1,488.1	1,583.3	1,536.5	1,590.3	1,676.2	1,666.0
2002	2003	2004	2005	2006	2007
1,633.2	1,759.7	1,848.6	1,878.4	1,891.8	1,912.6
2008	2009	2010	2011	2012	2013
1,903.5	1,819.7	1,872.5	1,852.2	1,906.8	1,836.9
2014	2015	2016	2017	2018	
1,803.0	1,872.2	1,949.2	2,011.7	2,038.6	

Source: Clarksons Research, <https://sin.clarksons.net/>.**Table 5. World LNG Traffic (세계 LNG 해상물동량)**

unit: million ton

1996	1997	1998	1999	2000	2001
73.8	83.2	84.7	92.6	102.6	106.7
2002	2003	2004	2005	2006	2007
112.9	125.2	131.8	142.0	159.6	171.4
2008	2009	2010	2011	2012	2013
172.8	182.6	221.6	246.6	239.7	241.1
2014	2015	2016	2017	2018	
245.5	249.6	268.1	292.4	325.3	

Source: Clarksons Research, <https://sin.clarksons.net/>.

방정식 (1)에서 $Y1$ 은 컨테이너 물동량을 의미하는 종속변수 벡터이며, $X1$ 의 행렬은 상수항과 전 시점의 컨테이너 물동량으로 이루어진 독립변수 행렬을 나타낸다. 상수항은 벡터이므로,

방정식 안에 포함되어 있다. 한편 $\epsilon1$ 은 오차항을 의미한다. 나머지 품목에 해당하는 변수들에 대한 설명도 유사하게 해석할 수 있다.

Table 6. Empirical Results of Simple Regression Analysis (단순회귀 모형 추정결과)

Dependent Variable		World Seaborne Trade (t)	
Explanatory Variable	Coefficient	t-Value	p-Value
Constant	-3,020.421	-0.9152	0.1506
World Seaborne Trade (t-1)	1.382	3.8957	0.0000
Adjusted R-Squared		0.9428	

Table 7. Empirical Results of Exponential Smoothing Method (지수평활법 모형 추정결과)

Dependent Variable		World Seaborne Trade (t point estimate)	
Explanatory Variable	Coefficient	t-Value	p-Value
Constant	931.049	-0.7516	0.1251
World Seaborne Trade (t point actual value)	0.691	0.8924	0.1569
World Seaborne Trade (t-1 point estimate)	0.309	1.6725	0.0827
Adjusted R-Squared		0.6281	

Table 8. Summative Empirical Results (단순회귀 모형 + 지수평활법 모형 추정결과 종합)

unit: million ton

Year	World Seaborne Trade	Simple Regression		Exponential Smoothing Method		Average Estimate
		Estimate	Residual	Estimate	Residual	
1996	5,306.3					
1997	5,607.2	4,312.9	-1,294.3			
1998	5,558.3	4,728.7	-829.6	6,104.5	546.2	5,416.6
1999	5,882.5	4,661.1	-1,221.4	6,457.0	574.5	5,559.1
2000	6,314.8	5,109.2	-1,205.6	6,734.9	420.1	5,922.0
2001	6,360.7	5,706.6	-654.1	6,905.0	544.3	6,305.8
2002	6,537.7	5,770.1	-767.6	7,211.9	674.2	6,491.0
2003	6,905.1	6,014.7	-890.4	7,485.4	580.3	6,750.1
2004	7,377.2	6,522.4	-854.8	7,887.2	510.0	7,204.8
2005	7,766.3	7,174.9	-591.4	8,313.0	546.7	7,743.9
2006	8,095.6	7,712.6	-383.0	8,742.2	646.6	8,227.4
2007	8,449.0	8,167.7	-281.3	9,152.5	703.5	8,660.1
2008	8,653.0	8,656.1	3.1	9,434.1	781.1	9,045.1
2009	8,321.1	8,938.0	616.9	9,355.7	1,034.6	9,146.8
2010	9,107.4	8,479.3	-628.1	9,986.1	878.7	9,232.7
2011	9,512.9	9,566.0	53.1	10,124.6	611.7	9,845.3
2012	9,888.3	10,126.4	238.1	10,719.8	831.5	10,423.1
2013	10,228.7	10,645.2	416.5	11,128.1	899.4	10,886.7
2014	10,588.2	11,115.6	527.4	11,536.9	948.7	11,326.2
2015	10,804.8	11,612.5	807.7	11,831.9	1,027.1	11,722.2
2016	11,132.4	11,911.8	779.4	12,211.8	1,079.4	12,061.8
2017	11,602.8	12,364.6	761.8	12,629.3	1,026.5	12,497.0
2018	11,960.7	13,014.6	1,053.9	13,016.6	1,055.9	13,015.6
2019		13,509.3		13,628.5		13,568.9
2020		14,130.5		14,098.2		14,114.4
2021		14,696.0		14,725.9		14,711.0
2022		15,336.1		15,462.7		15,399.4
2023		15,920.6		15,815.9		15,868.3

2. 데이터

1) 전 세계 해상물동량

본 연구의 첫 번째 변수는 전 세계 해상물동량으로, 연도별 추이는 Table 1과 같다. 세계 해상물동량은 본 연구의 분석대상 시작점인 1996년 53억 635만 톤을 기록한 이후 지속적인 상승을 기록하고 있으며, 2018년 고점인 119억 6,060만 톤의 실적을 기록하였다. 23년간의 연평균 성장률은 3.5%이다.

2) 컨테이너 해상물동량

본 연구의 두 번째 변수는 전 세계 컨테이너 해상물동량으로, 연도별 추이는 Table 2와 같다. 세계 컨테이너 해상물동량은 본 연구의 분석대상 시작점인 1996년 4억 1,750만 톤을 기록한 이후 세계 경기 변동에 따라 증감을 반복하다가 2018년 고점인 19억 3,690만 톤의 실적을 기록하였다. 23년간의 연평균 성장률은 6.9%이다.

3) 건화물 해상물동량

본 연구의 세 번째 변수는 전 세계 건화물 해상물동량으로, 연도별 추이는 Table 3과 같다. 세계 건화물 해상물동량은 본 연구의 분석대상 시작점인 1996년 26억 6,450만 톤을 기록한 이후 세계 경기 변동에 따라 등락을 기록하며, 2018년 고점인 61억 4,440만 톤의 실적을 기록하였다. 23년간의 연평균 성장률은 3.6%이다.

4) 원유 해상물동량

본 연구의 네 번째 변수는 전 세계 원유 해상물동량으로, 연도별 추이는 Table 4와 같다. 세계 원유 해상물동량은 본 연구의 분석대상 시작점인 1996년 14억 8,810만 톤을 기록한 이후 등락을 반복해 왔으며 2018년 고점인 20억 3,860만 톤의 실적을 기록하였다. 23년간의 연평균 성장률은 1.4%이다.

5) LNG 해상물동량

본 연구의 다섯 번째 변수는 전 세계 LNG 해상물동량으로, 연도별 추이는 Table 5와 같다. 세계 LNG 해상물동량은 본 연구의 분석대상 시작점인 1996년 7,380만 톤을 기록한 이후 증감을 반복해 왔으며, 2018년 고점인 3억 2,530만 톤의 실적을 기록하였다. 23년간의 연평균 성장률은 6.7%를 기록하였다.

IV. 실증분석 결과

1. 전 세계 해상물동량 예측

1) 단순회귀 모형 추정결과

본 연구는 먼저 전 세계 해상물동량 예측을 수행하기 위해 단순회귀 분석을 실시했으며, 분석결과는 Table 6과 같다. 단순회귀 모형의 결정계수는 0.9428로 이는 단순회귀 모형이 장래 세계 해상물동량을 94.2% 설명할 수 있음을 의미한다.

회귀분석 결과 전 시점(t-1)의 세계 해상물동량이 1.0% 증가하면 당기의 세계 해상물동량은 1.38% 증가하는 것으로 분석되었다.

특히 추정결과는 유의수준 1% 내에서 통계학적으로 유의미한 것으로 분석되었는데, p-value가 제로로 계측되면서 전기의 세계 해상물동량 변수가 당기의 해상물동량에 매우 유의미하게 영향을 미치고 있었다.

2) ESM 모형 추정결과

본 연구는 이후 지수평활법을 사용하여 장래 해상물동량 예측을 수행하였다. 분석결과는 Table 7과 같으며, 동 모형의 결정계수는 0.6281로 이는 지수평활법 모형이 장래 세계 해상물동량을 62.8% 설명할 수 있음을 의미한다.

회귀분석 결과 현 시점의 실제 세계 해상물동량이 1.0% 증가하면, 당기의 세계 해상물동량 예측치는 0.69% 증가하고, 전 시점(t-1)의 세계 해상물동량 예측치가 1.0% 증가하면 당기의 세계 해상물동량 예측치는 0.30% 증가하는

것으로 각각 분석되었다.

본 연구는 전 세계 해상물동량에 대한 제곱근 변환을 실시하였으며, Holt 모형을 활용하여 장래 세계 해상물동량을 추정하였다.

3) 추정결과 종합

전술한바와 같이 본 연구는 단순회귀 모형과 지수평활법을 사용하여 장래 해상물동량을 추정하였다. 추정결과를 종합한 결과는 Table 8과 같으며, Table 8에서 2019-2023년의 값은 장래 전망치이다.

세계해상물동량 예측결과 평균값은 2019년 135억 6,890만 톤, 2020년 141억 1,440만 톤, 2021년 147억 1,100만 톤, 2022년 153억 9,940만 톤, 2023년 158억 6,830만 톤으로 각각 예측되었다.

한편 1996-2018년의 기간에는 이미 현존하는 실적치가 존재하지만, 단순회귀 모형과 지수평활법 모형을 통해 추정했을 경우에 추정된 전망치를 제시하였다.

2. 화물 품목별 해상물동량 예측

본 연구는 품목별 해상물동량 예측을 위해서 다음 세 가지 계량기법을 사용하였다. 첫째, 단순회귀 모형을 통한 회귀분석을 수행하였다. 둘째, 지수평활법(ESM)을 활용하는 시계열 분석방법을 사용하였다. 세 번째 방법은 SUR 회귀모형으로 동 모형은 각 품목별 물동량이 다른 품목의 물동량에 영향을 준다는 점을 고려할 때에 유용한 분석방법이 될 수 있다.

1) 컨테이너 해상물동량

3가지 시계열 회귀모형(단순회귀 모형, ESM, SUR)의 평균값을 기준으로 할 경우 2019년부터 2023년까지 컨테이너 해상물동량은 20억 5,200만 톤, 21억 5,547만 톤, 23억 297만 톤, 24억 1,130만 톤, 25억 4,090만 톤으로 각각 예측되었다. 2019-2023년간의 연평균 증가율은 4.3%로, 이는 1996-2018년 23년간의 연평균성장률 6.9%에 비해 성장률이 감소하는 것으로

분석된다.

2) 건화물 해상물동량

3가지 시계열 회귀모형의 평균값을 기준으로 할 경우 2019년부터 2023년까지 건화물 해상물동량은 63억 4,837만 톤, 64억 4,770만 톤, 65억 6,387만 톤, 67억 1,077만 톤, 68억 1,363만 톤으로 각각 예측되었다. 2019-2023년간의 연평균 증가율은 1.4%로, 이는 1996-2018년 23년간의 연평균성장률 3.6%에 비해 성장률은 둔화하는 것으로 분석된다.

3) 원유 해상물동량

3가지 시계열 회귀모형의 평균값을 기준으로 할 경우 2019년부터 2023년까지 원유 해상물동량은 20억 6,950만 톤, 20억 9,093만 톤, 21억 1,150만 톤, 22억 5,250만 톤, 23억 7,740만 톤으로 각각 예측되었다. 2019-2023년간의 연평균 증가율은 2.8%로, 이는 1996-2018년 23년간의 연평균성장률 1.4%에 비해 성장률이 증가하는 것으로 분석된다.

4) LNG 해상물동량

3가지 시계열 회귀모형의 평균값을 기준으로 할 경우 2019년부터 2023년까지 LNG 해상물동량은 3억 3,960만 톤, 3억 5,677만 톤, 3억 7,000만 톤, 3억 8,960만 톤, 4억 70만 톤으로 각각 예측되었다. 2019-2023년간의 연평균 증가율은 3.3%로, 이는 1996-2018년 23년간의 연평균성장률 6.7%에 비해 성장률이 큰 폭 감소하는 것으로 분석된다.

V. 결론

본 연구는 단순회귀 모형과 지수평활법(ESM)을 사용하여 세계 해상물동량을 전망했으며, 또한 SUR 모형을 사용하여 세계 주요 화물 품목으로 분류되는 4가지 품목별(컨테이너, 건화물, 원유, LNG) 미래 해상물동량을 예측하여 전 세계 해상물동량이 향후 어떻게 증감할

Table 9. Estimate of World Container Seaborne Trade (SUR 모형 등 컨테이너 물동량 추정값)

unit: million ton

Year	Simple Regression	Exponential Smoothing Method	SUR	Average Estimate
2019	2,035.7	2,061.4	2,058.9	2,052.00
2020	2,124.5	2,189.3	2,152.6	2,155.47
2021	2,305.1	2,295.6	2,308.2	2,302.97
2022	2,428.8	2,396.9	2,408.2	2,411.30
2023	2,574.8	2,552.6	2,495.3	2,540.90

Table 10. Estimate of World Bulk Seaborne Trade (SUR 모형 등 건화물 물동량 추정값)

unit: million ton

Year	Simple Regression	Exponential Smoothing Method	SUR	Average Estimate
2019	6,315.6	6,382.4	6,347.1	6,348.37
2020	6,429.0	6,469.1	6,445.0	6,447.70
2021	6,581.4	6,583.9	6,526.3	6,563.87
2022	6,745.9	6,703.8	6,682.6	6,710.77
2023	6,865.1	6,815.4	6,760.4	6,813.63

Table 11. Estimate of World Crude Oil Seaborne Trade (SUR 모형 등 원유 물동량 추정값)

unit: million ton

Year	Simple Regression	Exponential Smoothing Method	SUR	Average Estimate
2019	2,068.2	2,079.3	2,061.0	2,069.50
2020	2,091.8	2,096.7	2,084.3	2,090.93
2021	2,121.3	2,108.6	2,104.6	2,111.5
2022	2,267.2	2,258.8	2,231.5	2,252.5
2023	2,391.4	2,389.2	2,351.6	2,377.4

Table 12. Estimate of World LNG Seaborne Trade (SUR 모형 등 LNG 물동량 추정값)

unit: million ton

Year	Simple Regression	Exponential Smoothing Method	SUR	Average Estimate
2019	341.0	338.5	339.3	339.60
2020	359.5	358.7	352.1	356.77
2021	372.4	370.5	367.1	370.00
2022	391.0	389.6	388.2	389.60
2023	402.5	400.8	398.8	400.70

것인가를 분석하였다. 본 연구는 지속적으로 물동량이 증가하고 있으며 세계무역에 중요한 영향을 미치는 해상물동량을 계량적인 방법을 사용하여 제시하고 있다는 점에서 의의가 있다.

단순회귀 모형 분석결과, 전기의 세계 해상물동량이 1.0% 증가하면 당기의 세계 해상물동량은 1.38% 증가하는 것으로 나타났다. 단순회귀 모형 예측결과 세계 해상물동량은 2019-2023년의 기간 중 2019년 135억 930만 톤, 2020년 141억 3,050만 톤, 2021년 146억 9,600만 톤, 2022년 153억 3,610만 톤, 2023년 159억 2,060만 톤을 기록할 것으로 각각 전망되었다.

한편 지수평활법 모형의 분석결과, 당기의 세계 해상물동량이 1.0% 증가하면 당기의 세계 해상물동량 예측치는 0.69% 증가하고, 전기의 세계 해상물동량 예측치가 1.0% 증가하면 당기의 세계 해상물동량 예측치는 0.30% 증가하는 것으로 분석되었다. 지수평활법 모형 예측결과 세계 해상물동량은 2019-2023년의 기간 중 2019년 136억 2,850만 톤, 2020년 140억 9,820만 톤, 2021년 147억 2,590만 톤, 2022년 154억 6,270만 톤, 2023년 158억 1,590만 톤을 기록할 것으로 각각 전망되었다.

또한 본 연구는 SUR 회귀모형을 사용하여 주요 품목별 화물의 장래 해상물동량을 예측하였다. 동 모형은 각 품목별 물동량의 증감이 다른 품목의 물동량 변동에 영향을 준다는 점을 가정할 때에 유용한 분석방법이 될 수 있다. 본 연구는 무역연계에서 4대 주요 품목으로 이해되는 컨테이너, 건화물, 원유, LNG의 4가지 품목별 장래 세계 해상물동량을 예측하였다.

첫째, 컨테이너 세계 해상물동량은 2019년 20억 5,200만 톤, 2020년 21억 5,547만 톤, 2021년 23억 297만 톤, 2022년 24억 1,130만 톤, 2023년 25억 4,090만 톤으로 각각 예측되었다. 둘째, 건화물 세계 해상물동량은 2019년 63억 4,837만 톤, 2020년 64억 4,770만 톤, 2021년 65억 6,387만 톤, 2022년 67억 1,077만 톤, 2023년 68억 1,363만 톤으로 각각 예측되었다.

셋째, 원유 세계 해상물동량은 2019년 20억 6,950만 톤, 2020년 20억 9,093만 톤, 2021년 21억 1,150만 톤, 2022년 22억 5,250만 톤, 2023년 23억 7,740만 톤으로 각각 예측되었다. 넷째, LNG 세계 해상물동량은 2019년 3억 3,960만 톤, 2020년 3억 5,677만 톤, 2021년 3억 7,000만 톤, 2022년 3억 8,960만 톤, 2023년 4억 70만 톤으로 각각 예측되었다.

본 연구는 단순회귀 모형, 지수평활법, SUR 회귀모형을 사용하여 장래 세계 해상물동량을 예측하였는데, 본 연구는 2019-2023년까지의 전 세계 해상물동량과 주요 품목별 해상물동량을 전망하고 있다는 점에서 의의가 있다. 장래 물동량을 예측한 국내외 선행연구들은 일부 있지만, 동 연구들은 예측이 수행된지 다소 시간이 경과하여 최신의 전망치를 제시하고 있지 못하다.

후속연구에서 분석대상 기간을 늘리고 해상물동량 분석 범위를 품목별, 국가별, 지역별 등 보다 자세히 분류하고 장래 물동량을 예측한다면 무역 관계자들에게 보다 유용한 참고자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- Ahn, Y. G., Lee, M. K. and Park, J. D.(2017), “Factor Analysis of Seaborne Trade Volume Affecting on The World Economy”, *Korea Trade Review*, Vol.42 No.2, pp.277-296.
- Bertho, F., Borchert, I. and Mattoo, A.(2016), “The trade reducing effects of restrictions on liner shipping”, *Journal of Comparative Economics*, Vol.44 No.2, pp.231-242.
- Gani, A.(2017), “The Logistics Performance Effect in International Trade”, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol.33 No.4, pp.279-288.
- Hwang, Y. S., Yang, J. H. and Keum, K. H.(2006), “An Analysis on the Relationship between Export and FDI by the Economic Development Stage of concerned Countries”, *Korea Trade Review*, Vol.31 No.5, pp.5-22.
- Jung, H. J., Yeo, G. T., Yoo, H. S. and Koh, Y. K.(2012), “A Study on Forecasting Container Volume and Productivity Analysis of Container Terminal - Focusing On ‘I’ Terminal in Incheon Port”, *Korea Trade Review*, Vol.37 No.5, pp.53-70.
- Mo, S. W.(2001), “Forecasting Export and Import Volumes for Increasing the Cargo Handling Capacity of Port”, *Korea Trade Review*, Vol.26 No.1, pp.275-297.
- Taylor, S. G.(1981), “Initialization of Exponential Smoothing Forecasts”, *A I I E Transactions*, Vol.13 No.3, pp.199-205.
- Veenstra, A. W. and Hercules, E. H.(2001), “Multivariate autoregressive models for forecasting seaborne trade flows”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.37 No.4, pp.311-319.
- Valentine, V. F., Benamara, H. and Hoffman, J.(2013), “Maritime transport and international seaborne trade”, *Maritime Policy & Management*, Vol.40 No.3, pp.226-242.
- Yip, T. L.(2012), “Seaborne Trade between Developed and Developing Countries”, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol.28 No.3, pp.369-389.
- Yongmei, Z.(2017), “Forecasting the yield of natural gas in China”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, Vol.12 No.3, pp.207-210.
- Clarkson Research, <http://www.crsl.com/>