creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

**저작자표시**. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

**비영리**. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

**변경금지**. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

**저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.**

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

경영학석사 학위논문

# AIS자료를 활용한 VLCC항해용선 시황예측 방안에 대한 연구

A Study on the Prediction Method of VLCC Spot Freight Rate Using AIS Data

지도교수 이 재 민

2019년 2월

한국해양대학교 해사산업대학원

선박금융학과
이 학 진

본 논문을 이학진의 경영학석사 학위논문으로 인준함

위원장 : 이 기 환 인

위 원 : 윤 희 성 인

위 원 : 이 재 민 인

2018년 12월 15일

한국해양대학교 해사산업대학원
선 박 금 융 학 과

Collection @ kmou

# 목 차

List of Tables ····· iii
List of Figures ····· iv
Abstract ····· v

1. 서론 ····· 1
1.1 연구의 배경 및 목적 ····· 1
1.2 연구의 방법 및 구성 ····· 3
1.2.1 연구의 방법 ····· 3
1.2.2 연구의 구성 ····· 4

2. 선행연구 ····· 7

3. AIS자료를 활용한 VLCC 수요공급비구성과 TCE 상관관계 최적화 ····· 10
3.1 개요 ····· 10
3.2 AIS자료를 사용한 변수의 설정 ····· 12
3.2.1 AIS자료를 활용한 수요 측정 ····· 12
3.2.2 AIS자료를 활용한 공급 측정 ····· 15
3.2.3 수요공급비 산출 ····· 19
3.2.4 수요공급비와 TD3C TCE와의 최적 상관계수 도출 ····· 20

4. VLCC항해용선시황 예측 ····· 22
4.1 개요 ····· 22



Collection @ kmou

4.2 수요 예측 ·····22
4.3 공급 예측 ·····23
4.3.1 VLCC 총 선대수 변화 예측 ·····23
4.3.2 선속 예측 ·····27
4.3.3 원유저장탱크 ·····30
4.4 최종 수요공급비의 설정과 TCE예측 ·····31

**5. 운임예측결과 및 분석 ·····33**
5.1 개요 ·····33
5.2 운임예측결과 ·····33
5.2.1 2018년 1월 예측 ·····33
5.2.2 2018년 2월 예측 ·····35
5.2.3 2018년 3월 예측 ·····37
5.2.4 2018년 4월 예측 ·····39
5.2.5 2018년 5월 예측 ·····41
5.2.6 2018년 6월 예측 ·····43
5.2.7 2018년 7월 예측 ·····45
5.3 종합분석 ·····47

**6. 결론 ·····49**
6.1 결론 ·····49
6.2 연구의 특징, 시사점과 향후 과제 ·····50
6.2.1 연구의 특징 ·····50
6.2.2 연구의 시사점 ·····50
6.2.3 향후 과제 ·····51

**감사의 글 ·····52**

**참고문헌 ·····53**

**부록 ·····57**



Collection @ kmou

# List of Tables

Table 1. Example of Country bound to the Area ·····14
Table 2. VLCC항로별운임조건 ·····26
Table 3. 2018년 1월 TCE예측 비교표 ·····35
Table 4. 2018년 2월 TCE예측 비교표 ·····37
Table 5. 2018년 3월 TCE예측 비교표 ·····39
Table 6. 2018년 4월 TCE예측 비교표 ·····41
Table 7. 2018년 5월 TCE예측 비교표 ·····43
Table 8. 2018년 6월 TCE예측 비교표 ·····45
Table 9. 2018년 7월 TCE예측 비교표 ·····47
Table 10. AIS자료를 활용한 TCE예측과 ARIMA모형, Holt-Winters TCE예측 평균제곱근오차 ·····48



Collection @ kmou

# List of Figures

Fig. 1 Monthly VLCC Unladen Ratio vs TD3C TCE ·····10
Fig. 2 Quarterly VLCC Unladen Ratio vs TD3C TCE ·····10
Fig. 3 수요공급비와 TCE와의 최적 상관관계도출 개념도 ·····11
Fig. 4 해상원유수출지별 선적 AIS자료 예시 ·····12
Fig. 5 AIS자료를 이용한 항로별 물동량 추출 흐름도 ·····13
Fig. 6 VLCC 일일 AIS 자료 예시 ·····13
Fig. 7 VLCC 실질공급량 도출 흐름도 ·····16
Fig. 8 VLCC 선대규모 추이 ·····16
Fig. 9 VLCC 원유저장탱크 추이 ·····18
Fig. 10 VLCC 신조 인도 추이 및 전망 ·····24
Fig. 11 VLCC TCE vs Scrap ·····25
Fig. 12 VLCC Demolition vs TD3C ·····25
Fig. 13 VLCC 선대수 변화 예측 ·····27
Fig. 14 TCE와 Bunker ·····28
Fig. 15 Ballast Speed & TCE-Bunker ·····29
Fig. 16 Brent 유가와 원유저장탱크(유가 4개월 선행) ·····30
Fig. 17 Brent유가선물(4개월선행)과 하역항 원유저장탱크 ·····31
Fig. 18 2018년 1월 예측결과 ·····34
Fig. 19 2018년 2월 예측결과 ·····36
Fig. 20 2018년 3월 예측결과 ·····38
Fig. 21 2018년 4월 예측결과 ·····40
Fig. 22 2018년 5월 예측결과 ·····42
Fig. 23 2018년 6월 예측결과 ·····44
Fig. 24 2018년 7월 예측결과 ·····46



Collection @ kmou

# AIS자료를 활용한 VLCC항해용선 시황예측 방안에 대한 연구

Lee, Hak Jin

해사산업대학원 선박금융학과
한국해양대학교

**초록**

본 논문은 축적된 선박 AIS자료의 분석을 통해 파악된 VLCC선박의 수요를 시계열 자료와 AIS자료의 분석을 통한 VLCC 실질 공급으로 나눈 수요공급비에 각 항로별 가중치를 부여하여 운임과의 최적 상관계수를 도출하여 미래 해상운임을 예측한 연구이다. 미래 VLCC 해상 수요는 AIS자료를 이용해 도출한 과거 물동량 시계열자료를 바탕으로 Holt-Winters 지수평활화법을 이용하여 예측하였으며, 미래 공급은 AIS자료와 시계열자료의 분석을 통한 VLCC공급변화를 예측하여 도출하였다. 이를 통해 미래 수요공급비를 도출하여 과거의 수요공급비와 운임의 최적상관계수를 이용한 선형기획법을 통해 미래의 운임을 예측하였다. 실증분석은 평균제곱오차법을 이용하여 예측값과 실제값을 비교하고, 운임을 단일 변수로 한 ARIMA모형 및 Holt-Winters 방법을 이용한 예측값과의 비교를 통해 예측의 정확도 비교 및 예측 방향성 비교 분석을 실시하였다.

본 연구를 통해, AIS자료를 활용한 수요와 공급의 변화를 반영하여 최적화된 상관계수를 통한 운임의 예측이 ARIMA 모형 및 Holt-Winters 예측 방법보다 단기적 운임의 등락에 대한 방향성 예측에 우월한 것으로 나타났다.



Collection @ kmou

KEY WORDS: AIS Data AIS자료; VLCC Tanker VLCC탱커; TCE Forecast TCE 예측; Holt-Winters Exponential Smoothing Holt-Winters 지수평활법;GRG Nonlinear Method GRG비선형 방법






Collection @ kmou

# A Study on the Prediction Method of VLCC Spot Freight Rate Using AIS Data

Lee, Hak Jin

Department of Shipping Finance
Graduate School of Maritime Industries
Korea Maritime and Ocean University

## Abstract

This paper is a study to predict the future maritime freight by determining the optimal correlation ratio between spot freight rate and demand-supply ratio. The ratio was drawn by the demands as sum of each route given weight on those traded volume identified through the accumulated ships' AIS data, and the supply derived from time series data and vessels' AIS Data. Future VLCC maritime demand was predicted using the Holt-Winters' exponential smoothing method based on past trade time series data derived from AIS data, and future supply was derived by predicting changes in VLCC supply through analysis of AIS data and time series data. Through this, with derived the future demand-supply ratio, the future freight rates was forecasted through linear planning method using the optimal correlation between the past the demand- supply ratio and the past freight rate. The empirical analysis was conducted with compareness of the forecasted freight rate with the actual freight rate using the root



Collection @ kmou

mean square error method and the comparative analysis among ARIMA forecast and Holt-Winters Exponential smoothing using the historically freight rate as the single variable.

This study showed that the forecast of freight rates through optimized correlations by reflecting the changes in demand and supply using AIS data was superior to the ARIMA model and the Holt-Winters' forecasting method for predicting the direction of fluctuations in short-term freight rate.

**KEY WORDS: AIS Data; VLCC Tanker; TCE Forecast; Holt-Winters Exponential Smoothing, GRG Nonlinear Method**



Collection @ kmou

# 1. 서론

## 1.1 연구의 배경 및 목적

해운산업의 경기는 해상 물동량과 선복량 사이의 수요 및 공급의 변화에 따라 변동하게 되며 그 결과가 해상운임 수준에 반영되어 해운시장 관련 이해관계자들에게 직접 혹은 간접적으로 영향을 미치게 된다(김명희 외, 2014). 이는 수요에 대응하는 공급의 정도에 따라 운임이 달라진다는 것을 의미한다. 예를 들어 아라비안 걸프에서 중국으로 수출하는 원유를 특정일에 선적할 수 있는 선박을 찾고 있는데, 해당 지역에 그 기간 내에 화물을 선적할 수 있는 선박이 많다면, 각 선주는 해당 원유를 선적하기 위해 경쟁적으로 운임을 낮출 것이다. 반대로, 선적할 화물이 많거나 특정일에 선적해야 하는데 가용선박이 부족하거나 그 기간 내에 선적할 수 있는 선박이 많이 없다면, 화주는 높은 운임으로 해당 선박을 용선해야 할 것이다. 이처럼, 어떤 특정 상품에 대한 과잉 공급이 일어나는 지역이 있는 반면, 부족현상이 일어나는 지역이 존재하고 이러한 지역적 불균형이 화물 운송 수요에 대한 움직임을 일으키게 된다. (Lun, et al., 2010)

이처럼, 해운 시장의 운임은 각 항로의 수요에 대응하여 공급되는 선복량에 영향을 받는다고 할 수 있다. 또한 해운시장의 각 항로는 각기 다른 운항거리를 가지며, 이로 인해 각 해상운송항로는 각기 다른 항해시간을 소요하게 된다.

또한, 과거의 수출지역과 수입지역의 무역거래는 공급원의 변화에 따라 일정하게 유지되지 않고 시간이 지남에 따라 그 거래량과 거래처가 변화한다. 원유무역은 이러한 공급원의 변화를 보여주는 중요한 사례라고 할 수 있다(Stopford, 2009). 1960년대 원유의 주요 공급원은 중동이었다. 하지만, 1970년대에 들어 북해와 알래스카 등 거래 시장 주변에서 신규 유정이 발견되어 장거리 수입량을 줄이게 되었다. 또한 자국 유정의 고갈 등으로 인한 원유수입사례도 어떻게 수요의 변화가 해상 무역에 영향을 주는 지를 보여주는 또다른 사례라고 할 수 있다(Stopford, 2009). 이렇게 각각 다른 운항 시간을 소요하고 시시각



Collection @ kmou

각 변화하는 각 항로들의 물동량이 공급에 미치는 정도를 파악하고 이를 통해 과거 운임의 변동성을 파악할 수 있다면, 향후 운임의 움직임을 예측할 수도 있을 것이고, 이를 통해, 선박 용선 및 운영, 그리고 해운시장 투자 결정 등에 대한 도움을 줄 수 있을 것이다.

그럼에도 불구하고 해운 시장의 수요와 공급에 대한 수급 균형과 운임의 변동에 대한 실질적인 연구가 제한적인 것은 수요에 대한 공급의 비탄력성 (Stopford, 2009) 으로 인해 운임의 변동성을 예측하기가 쉽지 않고, 특정 선종이 운송한 물동량을 정확하게 파악하는 것 또한 쉽지 않아 선종별 운송 수요를 파악하는 것 또한 용이하지 않기 때문이다(Stopford, 2009)[1]. 또한 공급을 파악하는 데 있어서, 단순 선대규모를 공급으로 채용하고 선적 및 비선적 항해 등 선박의 화물 적재 상황에 따른 선속의 변화 등과 같이 실질적으로 공급을 변화시키는 요인이 반영되지 않아 수요에 대응하는 정확한 공급량을 파악하는 것 또한 용이하지 않기 때문이다.

이에, 과거의 특정 선종의 각 항로별 수요를 정확하게 파악하고, 선박의 선적 및 비선적 상황에 따른 선박의 속도 등을 파악하여 공급의 변화를 보다 자세히 파악할 수 있다면, 또한 운임의 변동에 따른 각 항로별 물동량이 공급에 미치는 영향을 알 수 있다면, 과거 물동량의 변화를 바탕으로 미래 물동량을 예측하고 같은 기간 공급 변화를 예측하여 수요와 공급의 변화에 따른 미래의 운임도 예측이 가능할 수 있을 것이다.

본 연구는 VLCC[2] 부정기선 원유용선시장을 중심으로, 축적된 AIS[3]자료를 분

1) Stopford는 어떻게 화물이 운반되는지에 대한 통계적인 문제가 있으며 이는 화물의 이동 자료만 존재할 뿐, 특정 화물이 두 개 이상의 운반 수단으로 공급되었는지, 얼마나 많은 양이 운송되었는지에 대한 신뢰할 만한 자료가 충분치 않다고 하였다 (Stopford, 2009. pp.67-68)

2) VLCC(Very Large Crude Oil Carrier, 초대형원유운반선) : VLCC와 ULCC는 세계에서 가장 큰 화물을 운반하는 선박이다. 250,000 DWT (Deadweight Ton)을 넘는 선박으로, 한 번의 항해에 많은 양의 원유를 운반할 수 있다. Supertanker라고 알려진 이 선박들은 주로 페르시아만에서 유럽, 아시아 북아메리카 등의 장거리 항해에 사용된다. VLCC or Very Large Crude Carriers and ULCC or Ultra Large Crude Carriers are the largest operating cargo vessels in the world. With a size in excess of 250,000 Dead Weight Tonnage (DWT), these giant ships are



Collection @ kmou

석하여 VLCC선박의 수요와 공급의 변화를 고찰하고 각 항로별 물동량 변화에 따른 운임의 변화에 대한 최적 상관계수를 도출한 후, 그에 따른 운임 예측의 유효성을 확인하고자 하는 목적으로 시행되었다.

## 1.2 연구의 방법 및 구성

### 1.2.1 연구의 방법

본 연구에서는 선박이 저궤도 위성을 통해 육상으로 발신하는 AIS자료를 이용하여, VLCC 원유 항해 시장 각 항로의 월별 선적 물동량을 추출하여 분기별로 합산한 시계열 자료를 수요로 구성하고, 같은 기간 VLCC전체 선대수와 인도 및 폐선 상황을 파악하여 전체 VLCC선대를 도출한 후, AIS자료를 이용하여 추출한 VLCC의 원유저장탱크로의 전용, 선속 등의 공급 변화 요소를 반영하여 수요에 대응하는 VLCC실질 공급량을 파악하였다. 이를 토대로 각 기간별 수요에 공급을 나눈 수요공급비를 구성하고 각 기간별 수요공급비가 운임의 변동에 가장 높은 상관계수를 가질 수 있도록 GRG비선형 분석[4]을 사용해 각 항로별 물동량에 가중치를 부여하여 수요공급비와 운임이 최적 상관계수[5]를 나타내도

---

capable of carrying huge amount of crude oil in a single trip. Known as Supertankers, these vessels are primarily used for long-haul crude transportation from the Persian Gulf to countries in Europe, Asia and North America. <출처 : 위키백과, http://maritime-connector.com/wiki/vlcc/>

3) AIS(Automatic Identification System, 자동선박식별장치):선박의 자동무선정보교환 시스템을 사용한 위치 자동위치추적시스템이다. 선박의 AIS 신호를 감지하는데 인공위성이 사용된다. AIS장비를 통해 제공되는 선박 고유식별항목, 위치, 항로, 선속 등의 정보는 화면 혹은 ECDIS라는 장비로 나타낼 수 있으며, AIS는 선박의 지속적인 관찰을 요하는 경우 및 해상 항만에서 선박의 움직임을 추적 감시할 수 있게 한다. <출처 : 위키백과, https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_identification_system>

4) GRG 비선형 분석방법(Generalized Reduced Gradient Nonlinear Analysis Method) : Wolfe(1963)에 의해 고안된 비선형 함수 최적화 기법. 비선형 관계에 있는 변수들의 경계면의 기울기를 0(영)으로 만들어 각 변수들의 값으로 구성된 목표식의 최적값을 도출해 내는 모형 최적화 기법 <출처: 위키백과, https://glossary.informs.org/ver2/mpgwiki/index.php?title=Generalized_reduced_gradient_method&1=Implicit_function_theorem?title=Generalized_reduced_gradient_method&1=Implicit_function_theorem>



Collection @ kmou

록 하였다. 이후, AIS자료를 통해 추출한 항로별 물동량을 바탕으로 Holt-Winters 지수평활법[6]을 사용하여 각 항로별 미래 물동량을 예측한 후 AIS 자료 및 시계열 자료를 이용하여 미래 공급의 변화요인들을 분석하여 향후 VLCC선대 변화를 예측하여 미래의 수요공급비를 구성하고 GRG비선형 분석을 통해 도출한 최적 상관계수를 이용한 회귀분석을 실시하여 미래의 운임을 예측하였다. 또한, 예측된 미래의 운임과 실제 운임을 비교하는 예측 정확도 분석을 실시하고, 운임을 단일 변수로 한 ARIMA모형과 Holt-Winters지수평활법을 사용하여 도출한 예측값을 AIS자료를 통한 미래 운임 예측 방법의 방향성 예측 정확도에 대한 비교분석을 함께 실시하였다.

### 1.2.2 연구의 구성

본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서는 수요, 공급 및 운임과 관련한 분석을 통해 미래 운임을 분석한 사례를 살펴본다.

3장에서는 AIS자료와 시계열 자료를 이용해 과거 VLCC 원유선 시장의 수요와 공급을 파악한 후, 각 기간별 수요공급비를 도출하고 동기간의 운임의 변화와 일치하도록 VLCC 각 항로별 물동량에 가중치를 부여하여 수요공급비와 운임이 최적의 상관계수를 도출하도록 하였다.

우선, 수요 측면은 수집한 AIS자료를 통해 과거 원유 해상 선적 수출자료를 수집한 후, VLCC선박의 선적지역 및 하역 지역별 해상 운송 자료를 월별자료로 정리한 후 분기별 총합을 집계하였다.

---

5) 본 연구에서 GRG비선형 분석 방법을 이용하여 얻은 최적의 상관계수는 운임의 변화와 가장 일치하는 최대의 상관계수를 뜻한다. 이후 본 연구에서 언급하는 최적의 상관계수는 최대상관계수와 같다.

6) 지수평활법(exponential smoothing method) : 지수함수를 이용하여 시계열 데이터를 분석하는 방법, 단순이동평균은 과거 관측치가 동등하게 적용되는 반면 지수함수는 시간의 흐름에 따라 기하급수적으로 감소하는 가중치를 부여하여 가까운 과거의 비중을 높여 사용하는 분석. 본 연구에서는 계절성과 추세를 감안하여 분석하는 Holt-Winters지수평활법(Holt-Winters' Triple Exponential Smoothing)을 사용하였다.



Collection @ kmou

VLCC 공급에 대해서는 분기별 VLCC 신조선 인도와 폐선을 감안한 선대 변화를 기반으로 하되 AIS자료를 분석하여 원유저장탱크 선대를 파악하여 항해용 선시장에서 활동하는 공급 선대수를 확인하고, 선적 및 비선적 선박의 최대 선속대비[7] 실제 선속을 계산하여 공급에 반영하여 VLCC 최종 공급량을 파악하였다.

이를 토대로, 각 항로별 물동량의 분기별 총합을 조정된 공급으로 나누어 수요공급비를 도출한 후, GRG비선형 최적화 분석 방법을 사용하여 최적 항로별 가중치를 계산하고 VLCC 선속, 원유저장탱크로의 전용 등 실질 공급에 영향을 미치는 변수들이 공급의 변화에 영향을 미치는 기간을 분석하여 수요 공급비와 VLCC TCE[8]의 최대 상관계수를 나타내도록 하였다.

4장에서는 Holt-Winters 지수평활법을 이용해 AIS자료를 이용하여 도출한 각 항로별 물동량을 바탕으로 미래 물동량을 예측하고 3장에서 도출한 각 항로별 가중치를 부여하여 미래 수요를 예측하고, VLCC 오더북과 폐선, 선속의 변화 요인 및 원유저장 탱크 수 등을 분석하여 공급을 예측하여 수요공급비를 도출한 후, 과거 수요공급비를 독립변수로 두고 과거 TCE를 종속변수로 하는 선형 회귀분석을 통해 미래의 수요공급비에 따른 TCE를 예측하였다.

5장에서는 AIS자료를 활용하여 도출한 미래의 수요공급비를 통해 예측한 분기별 TCE예측값을 평균제곱근오차법[9]을 활용한 실제 TCE와의 비교를 통해 예측의 정확성 분석, 같은 기간 TCE 운임을 단일 변수로 하여 예측하는 ARIMA

---

7) 본 연구의 VLCC최대 선속은 Clarksons SIN의 선박 분류법(Methodology)를 참고하여 16knot로 가정하였다. Clarksons SIN의 VLCC각 선박별 속도는 300K~310K 15.8Knot, 310K~319K 15.9 Knot, 320K이상 16.3 Knot (DWT기준) <출처 : Clarksons SIN, Oil & Tanker Trade Outlook, Volum No.23, No. 10 October 2018>

8) TCE (Time Charter Equivalent) : 운임수입에서 항해비를 차감한 금액을 왕복항해기준일 평균으로 나눈 값. 통상적으로 항해비는 연료비, 항구비 그리고 운하 통과료를 포함한다.
<출처 :
https://www.mbaskool.com/business-concepts/finance-accounting-economics-terms/11457-time-charter-equivalent-tce.html>

9) 평균제곱근오차법(Root-mean-square(d)-error method, RMSE): 예측값 혹은 측정값과 관측값의 차이를 측정하는 데 가장 많이 사용되는 방법.



Collection @ kmou

모형을 통한 TCE예측값과 Holt-Winters 지수평활법을 이용한 TCE예측값과의 비교를 통한 TCE예측 방향성 비교분석을 함께 실시하였다.

6장에서는 본 연구에 대한 결론을 제시하고 시사점과 향후과제를 함께 논의하고자 하였다.




참고식 : $R.M.S.E. = \sqrt{\frac{\Sigma_{t=1}^{T}(\hat{y_t} - y_t)^2}{T}}$

$\hat{y_t}$: 회귀분석 종속변수

$y_t$ : $T$시계열 관측치

<출처 : 위키백과 https://en.wikipedia.org/wiki/Root-mean-square_deviation>



Collection @ kmou

## 2. 선행연구

김용호(2017)는 시계열 데이터를 활용하여 중소형 탱커선 운임예측모형을 설정하고 자기회귀통합이동평균법(ARIMA), 추세예측모형, 시간 인과 모형 등을 사용하여 중소형 탱커 운임을 예측하였다. 또한 해당 모형에서 Baltic Exchange의 탱커선 운임지수인 BDTI, BCTI, WS지수와의 인과관계에 초점을 맞추어 모형을 설정하여 가장 적합한 모형을 찾고자 하였다. 그 결과 탱커선 대표 운임지수인 World Scale, Baltic Dirty Tanker Index, Baltic Clean Tanker Index와 중형 탱커의 한국-일본 구간의 일일평균 운임에 대해 ARIMA모형이 가장 적합한 것이라고 결론지었다. 해당 연구를 통해 탱커 운임지수와 인과관계를 활용할 수 있는 모형을 제시하고자 하였으나 연구의 결과가 안정적인 관계로 확인되지 않았으며, 단기 데이터를 사용하여 장기적 ARIMA모형과 함께 인과관계에 대한 모형의 제시에 대한 필요성을 시사한 바 있다.

Kareem Jabbar Hasan(2013)은 VLCC 중동-미국걸프지역(Ras Tanura-LOOP)의 운임을 종속변수로 두고 독립변수로 BDTI운임지수, Fujairah 연료유가, 아랍 light 원유, 미국 산업생산 지수, Libor금리, VLCC신조가격, VLCC중고가격, VLCC 스크랩가격, VLCC선대성장, 북미 원유생산을 두고 다중회귀분석을 실시한 결과 VLCC운임은 BDTI, 신조선가, 중고선가, 선대성장, 북미 원유생산과 두 종류의 더미변수를 포함하여 결정계수 0.84의 유의미한 모형을 계발하였고, VLCC 중동-일본(Ras Tanura-Chiba) 운임에 BDTI, 중고선가와 일본 원유수입지수가 VLCC운임 결정에 유의미한 변수라고 하였다. 그러나 BDTI는 각 유조선(VLCC, Suezmax, Aframax, Panamax, MR)의 일일 운임을 종합하여 지수화한 것으로 BDTI의 변수를 또 다시 예측해야 하고, 완전경쟁시장에 가까운 항해용선시장에서 수요와 공급 변수를 사용하지 않는 거시적 경제변수를 사용한 모델로서 미래 예측이 어렵다는 단점이 존재한다.

Alen Jugovic외 2인(2015)은 해운 시장 운임의 결정에 영향을 미치는 요인들을 분석하기 위해 수요 모델과 공급 모델을 설정한 후 이를 운임과 비교함으로서 수요와 공급에 따른 운임의 관계를 설정하고자 시도하였다. 세계경제, 국제



Collection @ kmou

해상 교역량, 평균 수익 및 해운 수요에 대한 정치적 관계에 운송비용을 조합하여 수요모델을 만들고 상선선대규모, 선대의 생산성, 신조 및 해체 및 운영손실 등을 조합하여 공급 모형을 만들어 이를 조합하여 해상운임과 비교하였다. 그러나 세계경제 성장의 일부분이 물동량에 반영될 수 밖에 없고, 평균 수익 및 정치적 관계에 따른 수요의 변동을 수치화 할 수 없으며, 무엇보다 광물, 석유, 곡물 및 컨테이너 교역 등 상선에서 다루는 거의 모든 수요를 통합하여 분석함으로서 각 선종의 특화된 시장을 고려하지 않았으며, 탱커, 드라이벌크 및 컨테이너 등의 선종을 구분하지 않은 공급 변수를 사용하여 각 선종별 규모별 시장의 특성을 반영하지 못해 운임의 변화를 전반적으로 설명했다고 보기는 어렵다.

이영훈(1999)은 국제해운시장의 운임결정에 영향을 미치는 주요 요인과 실제 시장에서 형성되는 운임과의 상호 연관성을 파악하고자 상관관계분석을 채택하여 드라이벌크 부정기선시장의 운임결정요인에 관한 시계열자료를 조사 및 분석하였다. 해당 모형은 세계의 부정기선시장이 완전경쟁적 시장이라는 것을 가정하고 해운 시장의 수요, 공급, 운임률 부문을 주축으로 해상물동량의 증감, 신조선의 증감 및 선가추이, 중고선의 증감 및 선가추이, 해체선의 증감 등에 대해 부문별로 상관관계를 분석하였다. 그 결과 해상물동량의 증가나 세계경제 성장률의 변동보다 선박의 수급이 운임률에 미치는 영향이 가장 큰 것으로 분석하였다. 그리하여 드라이벌크 시장에 있어서 선박의 수요를 형성하는 철광석, 석탄, 곡물 등의 물동량 증가는 일정부분 운임률의 증가를 가져 오고 있음을 확인하였고 선박과잉율이 해상운임의 증감과 가장 높은 정(+)의 상관관계를 가지고 있음을 확인하였다. 따라서 선박의 수급 상황을 제대로 파악하지 못한 상황에서 해운시황을 판단하는 것은 매우 위험하며 해운영업 참여자에게 있어서 선박의 수급에 대한 종합적인 조사 및 연구가 우선적으로 중요한 것이라고 논하였다.

대부분의 선행연구에서 논의했던 보완점의 대부분은 수요에 대한 정확성에 대한 우려였다. 원유 수출과 수입의 투명성을 제고하기 위해 각 국가는 JODI[10)]

10) JODI(Joint Organisations Data Initiative) :석유와 천연가스 통계의 사용도와 신뢰



Collection @ kmou

를 통한 원유 및 석유 관련 제품의 수출입 현황을 기재하고 발표하고 있으나, 해상 운송 부문을 따로 구분하여 게시하지 않고 있다. 본 연구에서는 AIS 자료를 이용하여 VLCC의 항차를 분석하여 분석 대상 기간 동안의 VLCC자체의 물동량을 수요로 사용하여 정확성을 높이고자 하였다. 또한 공급 부문의 정확한 도출을 위해 AIS 자료를 이용하여 같은 기간 선속 및 원유저장탱크 전용의 변화 등을 분석하여 수요에 대응하는 실질 최종 공급량을 도출하였다. 그리고 각 분기별 수요 총량을 분기별 실질 공급량으로 나누어 수요공급비를 구하였다.

또한, 각 항로가 수요와 공급에 미치는 영향을 파악하기 위해 GRG 비선형 회귀분석을 이용해 수요부분을  VLCC선박의 각 해상 원유 운송 항로에 가중치를 부여하고 공급 부분을 변화시키는 기간별 VLCC의 원유저장탱크로의 변환, 선속의 변화를 1개월 단위의 시차를 부여하여 각각의 공급 조정 변수들이 실질 공급에 미치는 영향을 파악하기 위한 분석을 실시하였다. 이를 통해 가중치가 부여된 각 항로별 가중합과 조정된 공급으로 구성한 수요 공급비와 운임이 최적의 상관관계를 나타낼 수 있도록 하여 각 항로가 공급에 미치는 영향을 백분위로 나타내고 원유저장탱크 선대수의 변화로 인해 실질 공급량에 반영되기 시작하는 시기와 선속의 변화가 공급에 미치게 되는 기간을 월단위로 계산하였다.

또한, 가중치가 부여된 각 항로별 물동량에 Holt-Winters 지수평활법을 이용하여 향후 물동량을 예측해 미래 수요를 구성하고, VLCC 오더북[11]을 기반으로 하여 VLCC의 인도 및 폐선 예측을 통한 선박 수 변화, 연료유 가격과 선박의 수익성 관계 분석을 통한 선박 속도 변화 등을 예측하여 향후 VLCC실질 공급량을 계산하여 미래의 수요공급비를 도출한 후, 과거 수요공급비와 운임을 기반으로 한 회귀분석을 통해 미래 TCE를 예측하여 실제값과 비교하는 실증 분석을 실시하고 과거 TCE시계열 자료를 단일 종속 변수로 사용한 ARIMA모형과 Holt-Winters 지수평활법을 이용하여 도출한 미래 TCE 예측값과의 미래 예측 방향성에 대한 비교분석을 실시하였다.

---

도를 개선하기 위한 국제 협력 기구.

11) VLCC 오더북(Orderbook) : 현재로부터 향후 지어질 VLCC선박의 대장(臺帳)



Collection @ kmou

# 3. AIS자료를 활용한 VLCC 수요공급비 구성과 TCE상관관계 최적화

## 3.1 개요

원유 해상 운반선의 시장 구조는 완전 경쟁적인 시장이다(Lun, et al, 2013). 완전경쟁 상태에서는, 시장 참여자들은 가격 결정에 영향을 줄 수 없으며 수요와 공급의 수준이 중요한 역할을 한다. 동일한 제품과 서비스의 공급이 시장참여자 개개인의 경쟁력 차이를 줄여주며 그에 따라 가격 결정에 이바지하는 영향력도 줄어들게 된다. (Lun et al, 2013)

Fig. 1 및 Fig. 2는 AIS자료를 분석하여 VLCC선대에서 비선적 VLCC의 비율과 TCE를 비교한 것이다. 시황이 좋지 않을 때, 수요가 적어 비선적 선박의 비율이 많아지고, 시황이 좋을 때는 비선적 선박의 비율이 적어진다는 것을 알 수 있다. 이는 VLCC 해운 용선 시장의 운임이 수요와 공급의 움직임과 높은 상관성이 있음을 보여준다.

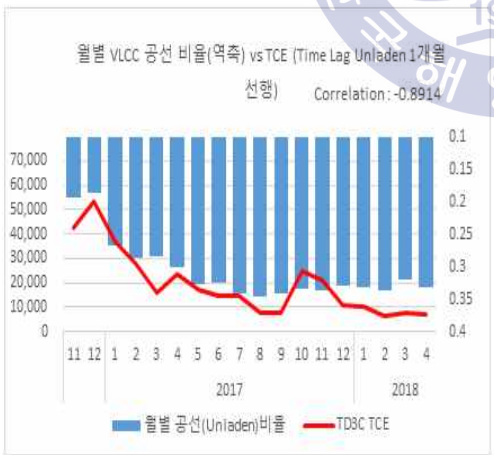



Fig. 1 Monthly VLCC Unladen Ratio vs TD3C TCE

출처: S&P Global Platts AIS자료 자체분석

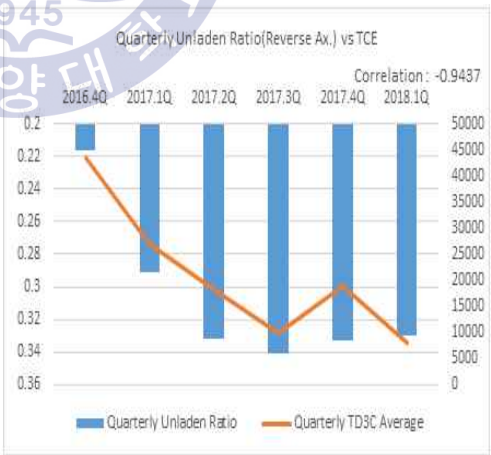



Fig. 2 Quarterly VLCC Unladen Ratio vs TD3C TCE

출처: S&P Global Platts AIS자료 자체분석



Collection @ kmou

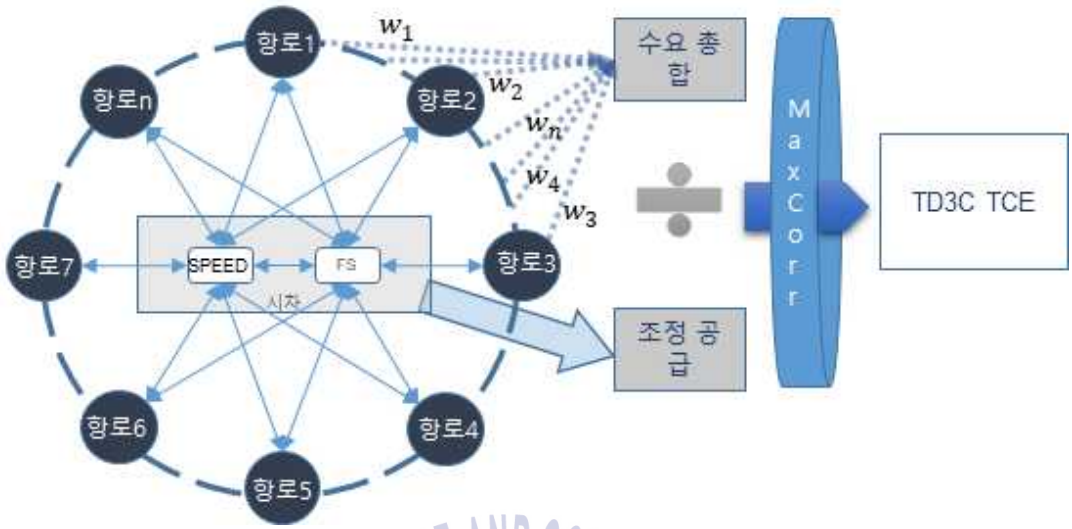



Fig. 3 수요공급비와 TCE와의 최적 상관관계도출 개념도

이는 완전경쟁시장의 조건을 두루 갖추고 있는 원유 해상 운반 시장[12]에서 수요와 공급이라는 독립변수간 균형점이 곧 종속변수인 해상운송의 운임이라는 것으로 가정할 수 있다. 이에, 본 연구에서는 VLCC 원유 운송 시장의 운임수입을 발트해운거래소(Baltic Exchange)[13]에서 게시하고 있는 VLCC TCE를 토대로 사용하되 그 중 가장 많은 물동량을 차지하고 있는 중동-중국 항로 TCE(TD3C TCE)[14]를 종속변수로 사용하고, AIS자료와 시계열 자료를 활용해 선박의 수요(물동량)와 공급(실질 선대규모변화)을 분석한 후 수요공급비를 도출하고, VLCC TCE와 수요공급비의 최대 상관계수를 나타낼 수 있도록 GRG 비선형 방법을 사용하여 각 VLCC항로에 최적 가중치를 배분하였다. 또한 VLCC 총선대수에 AIS자료를 이용하여 도출한 VLCC의 원유저장탱크로의 용도 변경에 따른 선대

12) Strategic Management - Market Structure Analysis인용 <출처: http://strategicmgt15.blogspot.com/2017/06/market-structure-analysis-crude-oil.html>

13) 발트해운거래소(Baltic Exchange) : 현물 및 파생 상품 계약을 거래할 수 있도록 해운시장의 정도를 제공하는 세계 유일의 독립 거래소.
<출처 : https://www.balticexchange.com>

14) TD3C : 270,000Deadweight Ton VLCC 선박의 항로. 사우디아라비아의 Ras Tanura에서 중국의 Ningbo항까지의 항로를 말한다. <출처 : Baltic Exchange, Guide to Market Benchmarks>



Collection @ kmou

변화가 공급에 영향을 끼치게 되는 기간, 선속의 변화가 VLCC 실질 공급량에 영향을 주기 시작하는 기간을 GRG비선형 분석에 함께 최적화하여 월단위로 시차를 계산하였다.

## 3.2 AIS자료를 사용한 변수의 설정

### 3.2.1 AIS자료를 활용한 수요 측정

대부분의 해운 용선 시장에 있어서 수요에 대한 자료는 물동량을 바탕으로 한다. 본 연구에서는 Fig. 4와 같은 AIS자료를 정리하여 2013년 1월부터 2018년 7월 까지의 원유 수출지별 해상물동량에서 Fig. 5의 과정을 거쳐 VLCC선박이 취한 물동량만을 추출하여 연,분기,월단위 기준으로 집계하였으며, 선적 및 기항지가 불분명하여 선적지 및 적하지를 알 수 없는 경우에는 Fig. 6와 같이 A 전세계 VLCC 선박의 정보를 가지고 있는 AIS자료를 2016년 9월 26일 부터 2018년 7월 31일(현재) 까지 1일 단위로 다운로드하여 축적된 전세계 선박의 일일 항해 AIS정보에서 VLCC선박의 선적항차를 추출하여 해당 사항을 보완하였다. 선적 및 적하지가 불분명한 VLCC물동량의 경우에는 각 지역별 연간 수출 선적량 비율에 따른 비례배분 방식을 적용하였다.

| IMO | Vessel Nam | Capacity (S | Exports kbl | Rationale | Export Port | Export Port Arrival (GMT | Export Date (GMT) | Export Port Sail (GMT) | Destination | Destination Da | Destination | Cr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9012305 | BASILIA | 717 | 0 | Export volu | Labuan | 2012-05-25 4:59 | 2014-04-11 5:59 | 2016-02-26 6:34 | Angra dos | ########## | BRAZIL | La |
| 9218400 | DOWNY | 2126 | 639 | Export volu | Assaluyeh ( | 2012-06-06 7:39 | 2014-02-21 0:39 | 2015-09-05 17:00 | Unknown | 0001-01-01 | Unknown | So |
| 9311610 | MILTIADIS | 1085 | 1085 | Export volu | Cayo Arcas | 2012-10-02 19:43 | 2013-04-19 8:56 | 2013-06-27 7:49 | Unknown | 0001-01-01 | Unknown | Mc |
| 9212668 | MT HEDY | 2065 | 2065 | Export volu | Khark | 2012-11-16 8:40 | 2013-11-13 20:40 | 2014-11-11 9:30 | Unknown | 0001-01-01 | Unknown | Ira |
| 9212929 | HENNA | 2065 | 1610 | Export volu | Khark | 2012-11-30 7:14 | 2013-06-24 7:14 | 2014-01-16 7:26 | Nipah STS | ########## | INDONESIA | Ira |
| 9224441 | SCF CAUC/ | 1034 | 441 | Export volu | Pennington | 2012-12-10 10:47 | 2013-01-01 16:47 | 2013-01-23 22:26 | Trieste | ########## | ITALY | Pe |
| 9212917 | HASNA | 2065 | 1032 | Export volu | Assaluyeh ( | 2012-12-13 5:26 | 2013-06-02 12:26 | 2013-11-20 19:40 | Unknown | 0001-01-01 | Unknown | So |
| 9030993 | PROGRESS | 2025 | 2025 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-14 6:43 | 2013-01-01 2:10 | 2013-01-01 12:13 | Vadinar (Ja | ########## | INDIA | Ba |
| 9291274 | VKEDDIE | 2092 | 1853 | Export volu | Jose Termi | 2012-12-15 15:26 | 2013-01-05 22:11 | 2013-01-06 2:34 | Bayuquan | ########## | CHINA | Ce |
| 8919271 | NEW VALO | 1955 | 929 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-17 7:56 | 2013-01-01 20:36 | 2013-01-02 3:11 | Tangshan ( | ########## | CHINA | Ba |
| 8919271 | NEW VALO | 1955 | 911 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-17 7:56 | 2013-01-01 20:36 | 2013-01-02 3:11 | Qingdao | ########## | CHINA | Ba |
| 9056117 | YANGTZE | 1964 | 1374 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-18 19:52 | 2013-01-02 9:11 | 2013-01-03 2:07 | Vadinar (Ja | ########## | INDIA | Ba |
| 9297321 | MINERVA I | 698 | 551 | Export volu | Zawiyah | 2012-12-19 7:29 | 2013-01-03 8:36 | 2013-01-03 11:06 | Cork (Whit | ########## | IRELAND | Es |
| 9253076 | EAGLE TA | 719 | 497 | Export volu | Jose Termi | 2012-12-19 16:31 | 2013-01-06 19:34 | 2013-01-07 3:00 | Port of Sou | ########## | UNITED ST | Ce |
| 9508861 | ISLAND SPI | 2097 | 1879 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-19 20:32 | 2013-01-03 4:06 | 2013-01-03 19:00 | Ningbo | ########## | CHINA | Ba |
| 9065376 | OS ARCAD | 2132 | 1935 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-19 22:14 | 2013-01-04 7:06 | 2013-01-05 2:40 | Gwangyang | ########## | KOREA (SC | Ba |
| 9365843 | BW PEONY | 2188 | 1437 | Export volu | Jose Termi | 2012-12-20 16:05 | 2013-01-06 21:26 | 2013-01-07 0:03 | Tianjin (Xir | ########## | CHINA | Ce |
| 9365843 | BW PEONY | 2188 | 718 | Export volu | Jose Termi | 2012-12-20 16:05 | 2013-01-06 21:26 | 2013-01-07 0:03 | Zhoushan ( | ########## | CHINA | Ce |
| 9176993 | DS COMMO | 2087 | 1966 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-21 13:13 | 2013-01-04 5:11 | 2013-01-04 15:16 | Ain Sukhna | ########## | EGYPT | Ba |
| 9565948 | SPYROS K | 1018 | 893 | Export volu | Botas (Cey | 2012-12-21 17:37 | 2013-01-06 22:51 | 2013-01-09 10:07 | Saint John | ########## | CANADA | Kit |
| 9107710 | NEW VISIO | 1007 | 335 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-21 19:14 | 2013-01-01 6:12 | 2013-01-01 12:11 | Mumbai | ########## | INDIA | Ba |
| 9116458 | SHANGHAI | 1007 | 915 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-22 3:11 | 2013-01-03 9:05 | 2013-01-04 12:11 | Agioi Theo | ########## | GREECE | Ba |
| 9014470 | NEW VITAI | 2049 | 1919 | Export volu | Al Basrah | 2012-12-22 6:57 | 2013-01-06 8:18 | 2013-01-06 15:03 | Zhoushan ( | ########## | CHINA | Ba |

Fig. 4 해상원유수출지별 선적 AIS 자료 예시

출처 : S&P Global Platts Cflow



Collection @ kmou

Fig. 5 AIS자료를 이용한 항로별 물동량 추출 흐름도

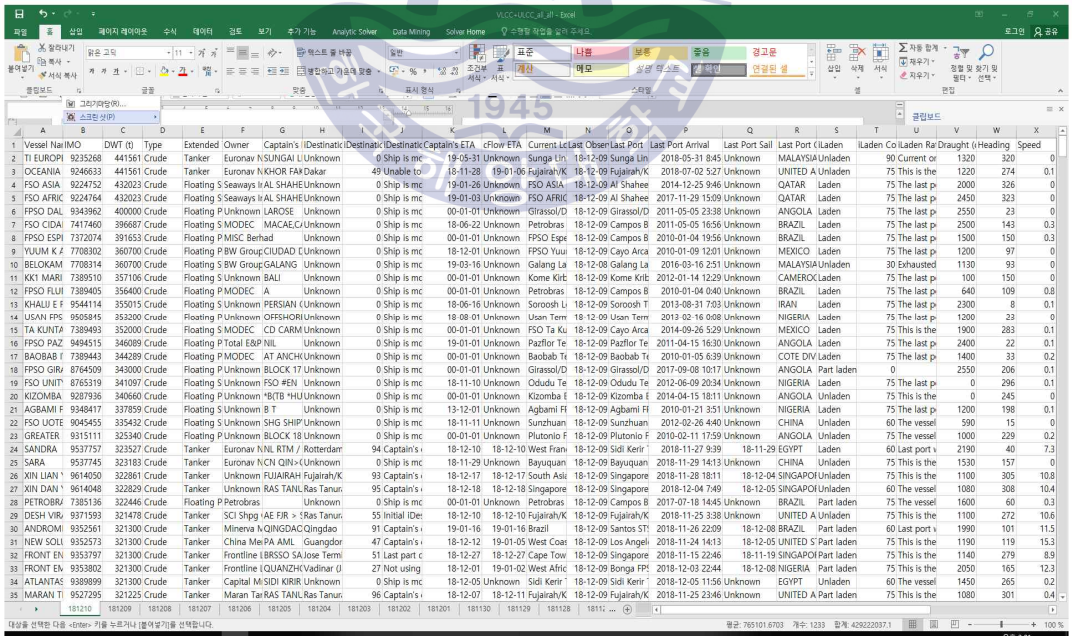


Fig. 6 VLCC 일일 AIS 자료 예시(2016년 12월 31일)

출처 : S&P Global Platts Cflow



Collection @ kmou

통상적으로 AIS자료는 선박의 안전을 위한 항해정보를 수집하여 각 제공기관의 정해진 양식에 따라 제공하고 있다.[15] 이에 따라, 사용자의 용도에 따라 자료를 추출해서 사용해야 하며 원 데이터(Original Data)의 손상 및 왜곡을 일으키지 않는 범위 내에서 수집한 AIS자료를 원하는 정보로 치환하여 사용해야 한다. 본 연구에서는 VLCC의 지역별 물동량을 파악하기 위하여 Table 1과 같이 국가 및 지역을 분류하였다.

**Table 1.** Example of Country bound to the Area

| 국가[16] | 지역 | 국가 | 지역 | 국가 | 지역 |
|---|---|---|---|---|---|
| SWEDEN | Baltic | UNITED ARAB EMIRATES | Meast | MEXICO | USG |
| ESTONIA | Baltic | SAUDI ARABIA | Meast | COTE DIVOIRE | Wafrica |
| LATVIA | Baltic | OMAN | Meast | SOUTH AFRICA | Wafrica |
| NORWAY | Baltic | QATAR | Meast | TOGO | Wafrica |
| POLAND | Baltic | YEMEN | Meast | MOROCCO | Wafrica |
| FINLAND | Baltic | BAHRAIN | Meast | GHANA | Wafrica |
| LITHUANIA | Baltic | SYRIAN ARAB REPUBLIC | Meast | CAMEROON | Wafrica |
| ROMANIA | Bsea | KUWAIT | Meast | ANGOLA | Wafrica |
| BULGARIA | Bsea | IRAN | Meast | DJIBOUTI | Wafrica |
| UKRAINE | Bsea | Iraq | Meast | SENEGAL | Wafrica |
| BAHAMAS | Carib | JORDAN | Med | GABON | Wafrica |
| DOMINICAN REPUBLIC | Carib | GREECE | Med | CAPE VERDE | Wafrica |
| HONDURAS | Carib | ITALY | med | GUINEA | Wafrica |
| TRINIDAD AND TOBAGO | Carib | CROATIA | Med | EQUATORIAL GUINEA | Wafrica |
| CUBA | Carib | EGYPT | Med | CONGO REPUBLIC | Wafrica |
| SAINT LUCIA | Carib | MALTA | Med | Sudan | Wafrica |
| VIRGIN ISLANDS US | Carib | ISRAEL | Med | Nigeria | Wafrica |
| COLOMBIA | Carib | LEBANON | Med | Equatorial Guinea | Wafrica |
| PUERTO RICO | Carib | TURKEY | Med | Cotedivoire | Wafrica |
| NETHERLANDS ANTILLES | Carib | CYPRUS | Med | CongoRep | Wafrica |
| ARUBA | Carib | TUNISIA | Med | Congo | Wafrica |

15) 본 연구에 사용된 AIS자료는 S&P Global Platts사 Cflow의 AIS자료를 사용하였다.



Collection @ kmou

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VENEZUELA | Carib | LIBYA | Med | PANAMA | WCSA |
| COSTA RICA | Carib | Algeria | Med | PERU | WCSA |
| NICARAGUA | Carib | JAPAN | Nasia | CHILE | WCSA |
| JAMAICA | Carib | KOREA (SOUTH) | Nasia | ECUADOR | WCSA |
| GUATEMALA | Carib | TAIWAN | Nasia | EL SALVADOR | WCSA |
| MARTINIQUE | Carib | MALAYSIA | SEAsia | SPAIN | WEU |
| PAPUA NEW GUINEA | Carib | SINGAPORE | SEAsia | NETHERLANDS | WEU |
| CHINA | China | INDONESIA | SEAsia | BELGIUM | WEU |
| KENYA | Eafrica | THAILAND | SEAsia | UNITED KINGDOM | WEU |
| TANZANIA | Eafrica | MYANMAR | SEAsia | DENMARK | WEU |
| MOZAMBIQUE | Eafrica | AUSTRALIA | SEAsia | GERMANY | WEU |
| MAURITIUS | Eafrica | PHILIPPINES | SEAsia | FRANCE | WEU |
| CANADA | ECNA | NEW ZEALAND | SEAsia | IRELAND | WEU |
| URUGUAY | ECSA | VIET NAM | SEAsia | PORTUGAL | WEU |
| BRAZIL | ECSA | N E W CALEDONIA | SEAsia | UNITED STATES | |
| ARGENTINA | ECSA | GUAM | SEAsia | R U S S I A N FEDERATION | Nasia<br>Baltic<br>Bsea |
| INDIA | India | C H R I S T M A S ISLAND | SEAsia | | |
| PAKISTAN | India | TIMOR-LESTE | SEAsia | | |
| BANGLADESH | India | Aust | SEAsia | | |
| SRI LANKA | India | Unknown | unknown | | |

### 3.2.2 AIS자료를 활용한 공급 측정

VLCC 용선시장에서 공급은 Fig. 7에 따라 실질 VLCC 선대공급량을 도출하였

16)

지역별 구분

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| UNITED STATES | 미국 | ECSA | 동남아메리카 | Nasia | 북아시아 |
| Carib | 카리브해지역 | Med | 지중해 | Bsea | 흑해 |
| China | 중국 | SEAsia | 동남아시아 | Wafric a | 서아프리카 |
| India | 인도 | unknown | 미상 | Meast | 중동 |
| WEU | 서유럽 | ECNA | 북동아메리카 | USG | 미걸프연안 |
| Baltic | 발틱해 | WCSA | 북서아메리카 | Eafrica | 동아프리카 |



Collection @ kmou

다. 먼저, 시계열 자료를 통해 VLCC 총 선대규모를 Fig. 8과 같이 사용하고 AIS 자료를 활용하여 VLCC의 원유저장탱크 전용 선대 수, 선적 및 비선적 VLCC선속의 변화 등을 반영하여 조정한 VLCC선대규모를 기간별 실질공급량으로 사용하였다.

Fig. 7 VLCC 실질공급량 도출 흐름도

### 1) VLCC 선대규모

시계열 자료를 이용하여 과거의 선대 성장 추이를 파악하여 VLCC총선대 규모를 파악한다.

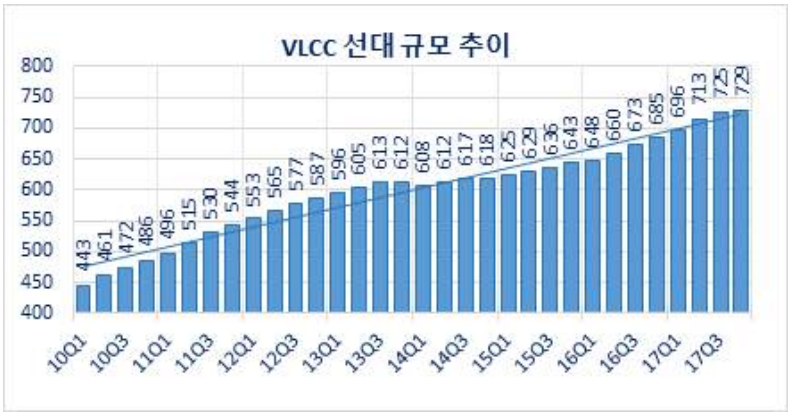



Fig. 8 VLCC 선대규모 추이

출처 : Clarksons SIN



Collection @ kmou

### 2 ) VLCC 원유저장탱크(Floating Storage, Storage Tanker)

석유회사는 때때로 원유선을 원유저장탱크(Floating Storage)로 사용한다. 원유저장탱크는 일반적으로 원유를 운반하는 원유선을 일시적인 저장소로 사용하는 것이다. 원유저장탱크로 전환된 원유선은 짧게는 4~6주, 그리고 때때로 3~6개월 정도의 장기간 동안 다양한 항구에 정박한다. 대부분의 경우, VLCC선박이 원유저장탱크로 사용되는데 이는 VLCC가 약 200만 배럴의 대량 저장용량을 가지고 있기 때문이다.(J.Mann, 2012)

VLCC 원유저장탱크 전용은 VLCC 선대 공급 파악에 있어 중요한 역할을 한다. 미국을 중심으로 한 이란 핵제재가 시작되면서, 이란의 NITC(National Iranian Tanker Company)의 VLCC선대가 이란산 원유 및 컨덴세이트 저장탱크로 전용되어 원유 선적지 주변에서 장기간 정박하여 원유 시장에서 공급의 역할을 하지 못하게 되었다. 그 후 2015년~16년 기간 동안 중동의 다른 원유수출국의 폭발적 원유 생산 증가에 힘입어 VLCC의 원유저장탱크로의 전용이 증가하기 시작하여, 싱가포르 지역을 중심으로 VLCC 원유저장탱크 선대가 급격히 늘어나게 되었다. 그 후 이란 제재의 완화로 인해 2016년 하반기부터 NITC의 VLCC가 용선시장의 공급으로 재투입이 진행되어 2018년 7월에는 선적지 중심의 원유저장탱크가 극소수에 달하게 되었다. (Gibson Shipbrokers, 2018)

VLCC를 석유저장소로 이용하는 이유는 3가지로 분석된다. VLCC선대의 과잉공급, 석유가격의 하락 그리고 선박 자체의 노후화이다.(Yuan, et al., 2018) 이러한 원유저장탱크는 항해 용선계약에 의한 선적과 하역이 이루어지는 것이 아닌 일정기간 이상을 원유를 적재한 상태로 유지될 뿐, 운항을 중지한 상태이기 때문에 공급에서 제외해야 한다. Fig. 9[17]은 시계열 자료와 AIS자료를 분석하여 2013년 1월부터 2018년 7월까지 집계한 VLCC 원유저장탱크의 수이다. 이렇게 도출한 원유저장탱크 선대수는 전체 VLCC선대규모에서 제외되는 마이너스(-) 공급량으로 추후 수요공급비를 도출하는 데 있어 공급 부분에서 제외해야 할

17) Fig.9에 집계된 VLCC 원유저장탱크 수는 2013년 1월~2016년 9월까지는 Gibson Report와 IEA Report를 근거로 하였으며, 이후 자료는 일별 AIS자료를 월별로 분석한 자체분석자료이다.



Collection @ kmou

요소이다.

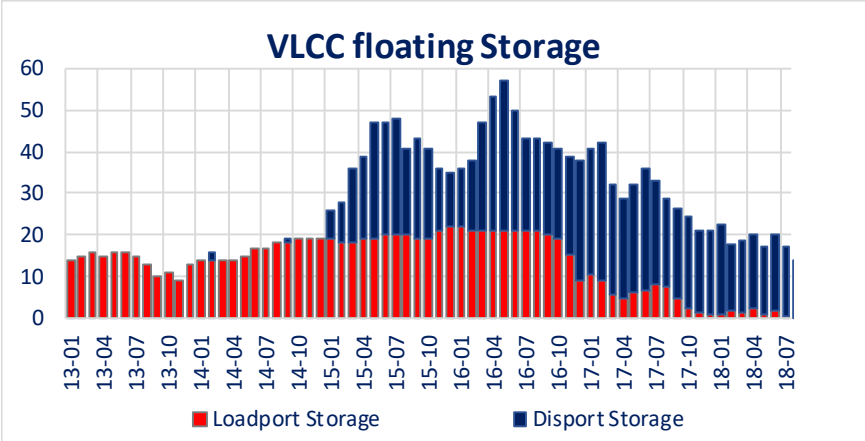



Fig. 9 VLCC 원유저장탱크 추이

출처 : Gibson+IEA Report, AIS자체분석

### 3) 선속

선속은 선박이 항해를 완료하는 시간을 가늠하게 해준다. 선주는 항해 비용을 최적화하기 위해 그들의 선박의 선속을 줄이는 등의 조절을 할 수 있다. (Bakke & Reinsborg, 2012). 때문에 선사들은 연료유 가격, 운임 및 항해 거리를 고려하여 최적의 속도로 항해한다.

항해 용선 계약에 있어서 선사들은 경쟁을 통해 취해지는 어느 한 지역의 운임이 같은 선종의 선박들과 동일하게 지급된다는 가정 하에, 연료의 보다 높은 효율적 사용을 추구한다. 이것은 연료유 가격이 높아지면, 운임으로 얻을 수 있는 수익이 줄어들 기회가 높아짐을 의미한다. 그러므로 선박은 벙커가격의 높고 낮음에 따라 최적의 연비를 취할 수 있는 효율적인 속도를 찾는 것이다( Furset & Hordnes, 2013). 이러한 선속의 변화는 같은 항로를 항해하는 선박일지라도 수요에 대응하기 위해 용선계약을 종료한 다음 용선 계약을 이행하는 시점이 상이하게 되어 같은 기간 다른 운임의 용선 계약에 따른 선속의 변화는 공급의 변화에 지대한 영향을 끼친다. VLCC선박의 최대속도가 16 knot라고 가정하고 최적효율의 속도가 12 knot라고 한다면, 수요의 총량이 맞이하는 공급



Collection @ kmou

은 선박수의 75%에 불과하게 되기 때문이다. 예를 들어, 사우디아라비아에서 원유 200만 배럴을 중국의 닝보에서 하역하는 항해용선계약을 맺은 VLCC선박이 싱가포르에서 비적재 상태로 16 Knot로 사우디 아라비아의 Ras Tanura지역으로 항해하는 경우 약 9.7일의 항해시간이 소요되는 반면, 같은 거리를 12 knot로 항해하는 경우에는 약 13일이 소요되어 VLCC원유 물동량을 소화하는 VLCC선대의 실질 공급규모는 달라지게 된다. 그러므로 선속의 변화는 정해진 수의 VLCC선박 공급의 질을 변화시키는 질적 변화요인이라고 할 수 있다.

### 3.2.3 수요공급비 산출

AIS자료를 이용해 도출한 각 항로별 월별 물동량 자료를 합하여 분기별로 합산한 시계열 자료를 수요로 두고, 분기별 실질공급량을 나누어 수요공급비를 산출한다.

먼저 식(1)과 VLCC수요를 도출하기 위해 AIS자료를 활용하여 각 항로별 월별 물동량을 계산하여 합산한다.

$$D_t = \sum_{i=1}^{n} A_t^i \quad (1)$$

$Dt$ : $t$월 총수요

$A_t^i$ : $t$월 $i$항로 물동량

이렇게 구해진 월별 총 물동량을 식(2)와 같이 분기별로 취합해 총수요를 합산하여 분기별 총 물동량을 구하여 수요로 사용하였다.

$$QDS_n = \sum_{t=1}^{3} D_t^n \quad (2)$$

$QDSn$ : $n$분기 총 $VLCC$수요

$D_t^n$ : $n$분기 $t$월 $VLCC$수요

공급 부문은 각 분기초 VLCC 총선대수에서, AIS자료로 식별한 분기별 원유저장탱크 평균을 차감한다. 원유저장탱크는 항해 용선에 따른 활동을 중지한 상태이므로 공급요인에서 제외하는 항목이다. 또한 AIS자료를 통해 계산된 선속은 최대선속 대비 계산된 선속의 비율로 공급에 반영한다. 식(3)으로 분기별



Collection @ kmou

최종 공급을 계산한다

$$TSn = (NSn - average\sum FSn_i) \cdot ASPRn \quad (3)$$

$TSn$ : $n$분기 실질공급
$NSn$ : $n$분기초 $VLCC$선박수
$FSn_i$ : $n$분기 $i$월 원유저장탱크수
$ASPRn$ : $n$분기 평균선속률

분기별 최종공급($TSn$)은 같은 기간 분기별 초 VLCC전체 선대($NSn$)에서 AIS자료를 통해 도출한 분기별 원유저장탱크 선대($FSn_i$)평균을 제외한 후, 분기별 선속률($ASPR$)을 곱해서 계산한다. 분기별 선속률은 식(4)와 같이 계산하였다.

$$ASPRn = (\sum_{i=1}^{3} \frac{\alpha qn_i \cdot Lqn_i + \beta qn_i \cdot Bqn_i}{(Lqn_i + Bqn_i)MaxSP})/3 \quad (4)$$

[18]

$\alpha qni$ : $n$분기내 $i$월 선적항해 $VLCC$ 평균 속도
$\beta qni$ : 분기내 $i$월 비선적항해 $VLCC$평균속도
$Lqn_i$ : $n$분기내 $i$월평균 선적 $VLCC$선박수
$Bqn_i$ : $n$분기내$i$월평균 비선적 $VLCC$선박수
$MaxSP$: $VLCC$최대속도 $(= 16knot)$

### 3.2.4 수요공급비와 TD3C TCE[19]와의 최적 상관계수 도출

이렇게 구한 분기별 수요와 분기별 실질공급을 식 (5)를 이용해 분기별 수요공급비를 구한다.

---

18) 식(4)에서 적용한 VLCC 최대속도는 클락슨의 Oil Trade Outlook의 VLCC 선박 속도 분류를 참고하여 임의로 지정하였다. Deadweight기준 300K~310K 15.8knot, 310K~320K 15.9 Knot, 320K~ 16.3 Knot <출처 : Clarksons Shipping Intelligence Network>

19) 본 연구에서 운임지표로 사용한 TD3C(중동-중국 VLCC항로) TCE는 2017년 2월8일부터 발틱해운거래소에서 게시하는 TCE로서, 기존에는 TD3(중동-일본, Ras Tanura-Chiba) TCE가 게시되었다. TD3 TCE는 2017년 12월 22일 이후부터 게시를 중단하고 있으며, 발틱해운거래소는 2018년 1월 2일부터 TD3C TCE가 TD3 TCE를 대체하는 VLCC운임으로 사용되었다. 본 연구에서는 TD3C TCE와 TD3 TCE와의 상관계수를 이용하여 2017년 2월 8일 이전의 TD3C TCE는 선형기획법으로 역추정하여 사용하였다.(부록 A.1 참고)



Collection @ kmou

$$SDn = QDSn / TSn \quad (5)$$

$SDn$ : $n$분기 수요공급비

그리고 식 (6)을 이용해 분기별 항해용선운임과의 상관계수를 도출한다.

$$r = \frac{\Sigma SD \cdot FR - \frac{\Sigma SD \Sigma FR}{n}}{\sqrt{\Sigma SD^2 - \frac{(\Sigma SD)^2}{n} \Sigma FR^2 - \frac{(\Sigma FR)^2}{n}}} \quad (6)$$

$SD$ : 수요공급비
$FR$ : 분기별 $TCE$평균

이렇게 도출한 상관계수($r$)를 최대화하기 위해 GRG 비선형 방법[20]을 이용하여 각 항로별 물동량에 부여하는 각 항로별 가중계수를 수요측 최적화변수, 실질 공급을 변화시키는 공급 조정요인인 원유저장탱크의 전용이 전체 공급의 증감에 영향을 미치기 시작하는 기간(원유저장탱크 시차)과 선속의 변화가 공급에 미치는 기간을(선속 시차) 공급측 최적화 변수로 설정하여 식(7)을 이용해 같이 수요공급비와 TCE의 상관계수가 최대화되는 조합을 도출해 내었다. 이를 통해 GRG비선형 분석방법은 각 항로별 물동량에 가중치를 부여하되, 월별 원유저장탱크의 수와 월평균 VLCC선속을 1개월 단위로 조정하며 항로별 가중치를 재연산하여 분기별 수요공급비와 TCE의 최대의 상관계수를 도출한다.

$$grgDt = \sum_{i=1}^{n} w_i A_t^i$$

$$grgTSn = (NSn - average \sum_{i=1}^{3} FSn_{(|i \text{ or } i-1 \text{ or } \cdots, i-\lambda|)}) ASPRn_{|i \text{ or } i-1 \text{ or } \cdots, i-\nu|} \quad (7)$$

$grgDt$ : $t$월 항로별 가중치 합산 수요
$w_i$ : $i$항로 가중치
$\lambda$ : 원유저장탱크 시차
$\nu$ : 선속 시차
$grgTSn$ : $n$분기 실질공급
$ASPRn$ : $n$분기 선속평균

20) 본 연구에는 대규모 변수 변환 비선형 문제 최적화에 적합한 GRG2 비선형 방법(Lasdon., et al., 1978 & Drud., 1985)을 채용하여 원유저장탱크와 선속이 공급에 미치는 기간을 정수 경계면으로 설정하고, 각 항로별 물동량 가중치(백분율로 표현)와 함께 Dynamic Variable로 설정하여 TD3C TCE와 최적 상관계수를 나타내도록 하였다. 또한, 중동-중국 항로를 80%로 고정하고 항로별 최대 가중치를 200%로 제한하여 변수 간 가중치 발산을 제한하였다.



Collection @ kmou

# 4. VLCC 항해 용선 시황 예측

## 4.1 개요

GRG비선형 방법을 이용하여 수요공급비와 운임의 최적의 상관계수를 나타내주는 물동량 가중치를 도출하고 난 후, 미래의 각 항로별 물동량을 예측하여, 이를 토대로 수요-공급비의 변화에 따른 미래의 TCE를 예측하고 실제 TCE와 비교하는 실증분석을 실시한다. 수요의 예측은 AIS자료를 이용한 각 항로별 물동량을 기반으로 Holt-Winters 지수평활화 예측기법을 사용하여 예측하였고, 공급부문은 시계열 자료의 분석을 통해 총 선대수 변화를 예측하고, 시계열 자료 및 AIS자료 분석을 통해 원유저장탱크 전용 VLCC 선대수, 선속의 변화를 예측한 후 미래 실질 공급량을 추정하였다. 이를 통해 미래의 수요 공급비를 도출하고, 과거의 수요공급비와 TCE를 토대로 선형회귀 분석을 실시하여 미래 운임을 예측한 후, 평균제곱근오차법으로 실제값과 비교하였다. 분석 기간은 2018년 1월부터 2018년 7월 까지 월단위로 총 7개월 7차례 진행하였으며 분석기간 동안 누적된 월별 자료는 차기 시행에 누적 갱신하여 시행하였다.

## 4.2 수요 예측

각 항로별 월별 물동량을 지수평활화법을 사용하여 식(8~11)의 순서로 예측한 후, GRG비선형 방법을 이용하여 도출한 각 항로별 가중치를 예측된 값에 부여하여 월별 최종수요를 예측한다. $\alpha$,$\beta$ 그리고 $\gamma$는 월별 항로별 물동량 각각의 평균최소자승법을 이용하였고, 계절성은 12개월을 사용하였다. 추세 요인($b$)은 식(12)를 사용하였다. 이 과정을 통해 예측된 물동량은 분기별 총합으로 다시 취합하였다.



Collection @ kmou

$$S_t = \alpha \frac{y_t}{I_{t-L}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (8)$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-r)b_{t-1} \quad (9)$$

$$I_t = \beta \frac{y_t}{s_t} + (1-\beta)I_{t-L} \quad (10)$$

$$F_{t+m} = (S_t + mb_t)I_{t-L+m} \quad (11)$$

$y$: 관측치
$S$ : 평활화된 관측치
$b$ : 추세요인
$I$ : 계절성 지수
$F$ : 미래 예측 구간
$t$ : 기간(월)
$L$ : 계절성

$$b = \frac{1}{L}\left(\frac{y_{L+1} - y_1}{L} + \frac{y_{L+2} - y_2}{L}\right) + \cdots + \frac{y_{L+L} - y_L}{L}) \quad (12)$$

## 4.3 공급 예측

세계의 선박은 가용량이 정해져 있다. 수요가 적을 때 일부는 운항이 되고 일부는 계선, 혹은 원유저장탱크로 사용될 것이다. 선대는 신조선박으로 인해 증가하고 폐선 등으로 줄어들게 된다. 또한, 공급의 총량은 선대가 제공하는 운송 효율성에 영향을 받는다(Stopford, 2009). 이에 본 연구에서는 총선대수의 변화, 원유저장탱크의 변화, 선속의 변화 등을 고려하여 공급을 예측한다.

### 4.3.1 VLCC 총 선대수 변화 예측

#### 1) 신조 인도

클락슨 집계에 따르면 2018년 인도 예정인[21] VLCC는 약 50척, 2019년 인도 예정인 VLCC는 약 58척으로 집계 된다. 조선산업은 긴 순환주기를 가진 사업이며 선박 계약과 선박 인도 사이의 시간은 조선소가 보유한 기 발주잔량에 따라 짧게는 1년에서 길게는 4년여의 기간이 소요된다. 그렇기 때문에 향후 1년

21) 2018년 7월 13일자 클락슨 오더북



Collection @ kmou

여 기간의 신조선 인도 예정 VLCC 선박수는 추정이 가능하다. Fig. 10은 과거 VLCC 인도 척수와 2018년과 2019년인도 예정 척수를 보여준다.

Fig. 10 VLCC 신조 인도 추이 및 전망

출처 : Clarksons SIN(2018년 7월)

### 2) 선박의 폐선

높은 선령의 선박은 사용기간 동안 낮은 선령의 선박보다 마모가 더욱 진행되었을 가능성이 있으며 더 많은 유지 보수 비용이 들 가능성이 높다. 또한, 선박의 전체 경제 년수 동안, 선체, 기계류, 장비 등에 대한 정기적인 검사를 받게 되어 있다. 안전과 환경 기준을 준수하기 위해 높은 선령의 선박은 여러번의 정기 검사를 받게 되며 그 기간 동안 통상적으로 많은 비용이 요구된다. 또한, 그에 따라 높은 보험료가 들게 된다.(Legaspi, 2000). 노후선은 모던선[22]에 비해 연료 효율 및 선박 규정을 준수하는데 있어 상대적으로 유연하지 못하기 때문에 선대 운영 지속여부를 결정하는 운임의 상황, 중고선가의 상황, 스크랩 가격 등의 여러가지 결정사항에 따라 공급에서 제외될 가능성이 높아진다 (Stopford, 2009). 선박의 운임이 낮아지게 되고 선대 운영에 차질을 빚게 되면,

22) 본 연구에서 모던선은 선령 15년 이하의 선박을 뜻한다.



Collection @ kmou

선박을 운영함으로서 발생하는 수입이 선박을 운용하는 비용보다 우위에 있지 못하게 되는 경우가 발생하고, 선주는 선박의 처분 혹은 폐선을 결정할 가능성이 높다. Fig. 11와 Fig. 12는 노후선의 23개월 이동평균 폐선 비율과 TD3C TCE 운임의 23개월 이동 평균의 추이와 상관관계를 보여주고 있다. 이를 통해 5개월의 시차를 두고 시황이 좋으면 선박의 연령이 높더라도 폐선을 보류하며 시황이 좋지 않으면 폐선하는 비율이 높아지고 있음을 확인할 수 있다.

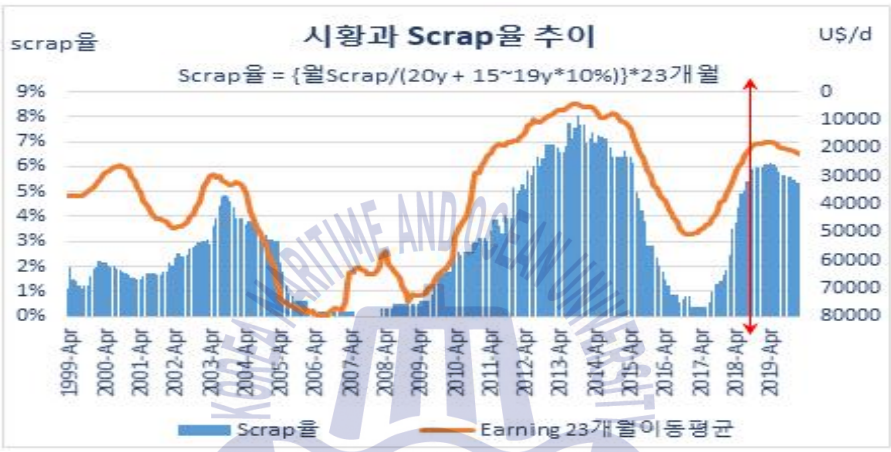



Fig. 11 TCE vs Scrap

출처 : Clarksons SIN, 자체분석

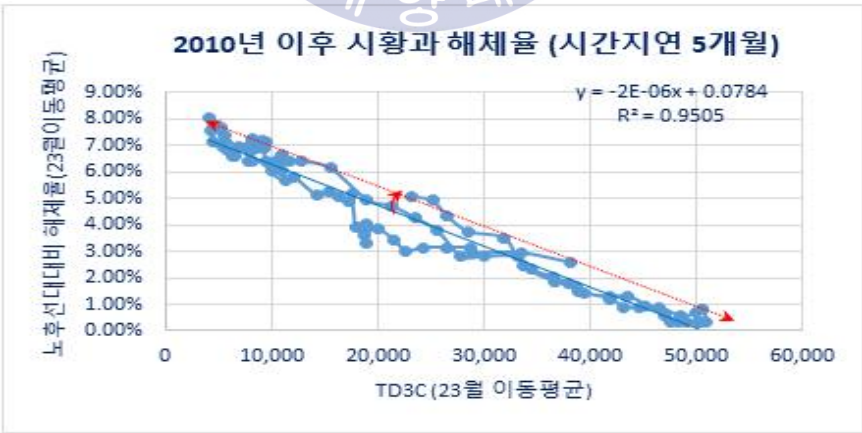



Fig. 12 VLCC Demolition vs TD3C TCE

출처 : Clarksons SIN, 자체분석



Collection @ kmou

발트 해운 거래소는 Table 2을 기준으로 VLCC 주요 항로별 운임을 선령 15년 이하인 선박을 기준으로 하여 발표하고 있다. 이를 참고로 하여, 클락슨 시계열 자료를 이용하여 과거의 노후선 및 노령선[23] 숫자와 선박 스크랩수를 이용하여 VLCC 스크랩 선박 수를 예측한다.

**Table 2.** VLCC 항로별 운임 조건

출처 : Baltic Exchange, Guide to Market Benchmarks Version 3.1 Final-18/06/15

| 항로명 | 항로 | 조건 |
|---|---|---|
| TD1 | 중동-미걸프지역 | 280,000mt, Laydays/cancelling 20/30 days from index date. Age max 15 yrs. 2.5% total commission. |
| TD2 | 중동-싱가포르 | 270,000mt. Laydays/cancelling 20/30 days from index date. Age max 15 yrs. 2.5% total commission |
| TD3 | 중동-일본 | 265,000mt. Laydays/cancelling 15/30 days from index date. Age max 15 yrs. 2.5% total commission. (2017년 12월 22일 이후부터 발표 중단) |
| TD3C | 중동-중국 | 270,000mt. Laydays/cancelling 15/30 days from index date. Age max 15 yrs. 3.75% total commission. |
| TD15 | 서아프리카-중국 | 260,000mt. Laydays/cancelling 20/30 days from index date. Double hull, age max 15 yrs. 2.5% total commission |

이에 따라, 미래의 폐선 비율은 식(13)~(15)의 과정을 통해 예측하였다.

$$FMA_t = (TCEMA_{t-1} - TCEMA_{t-2}) \cdot 0.00002 + FMA_{t-1} \quad (13)$$

$FMA$ : t월의 운임 이동 평균 증가율

$TCEMA$ : t-1월 23개월 운임 이동평균

$$SCR_t = FMA_t \cdot 23 - \sum_{t-23}^{t-1} SCR_t \text{ if } SCR_t =< 0 \, then \, SCR_t = 0 \quad (14)$$

$SCR$ : 폐선율

$$FVdm_t = SCR_t \cdot (Vold1_t \cdot DRatio + Vold2_t) \quad (15)$$

$FVdm$ : 예상 스크랩 VLCC 수

$Vold1$ : 선령 15~19년 사이 VLCC 수

23) 본 연구에서는 선령 15년 이상 선박은 노후선으로, 선령 20년 이상 선박은 노령선으로 구분하였다.



Collection @ kmou

*Dratio*[24] : 선령 15-19년 VLCC 폐선대상 비율

*Vold2* : 선령 20년 이상 VLCC 수

이를 통해 총 선대수에서 신조인도 예상분을 더하고 예상 폐선수를 감하여 향후 선대 규모 추이를 예측하여 Fig. 13과 같이 미래 VLCC선대를 도출하였다.

Fig. 13 VLCC 선대수 변화 예측

### 4.3.2 선속 예측

선속은 선박이 항해하는 시간을 결정한다. 심지어 시황이 좋을 때에도 선박들은 일반적으로 설계 속도 보다 낮은 평균 속도를 보여준다. (Stopford, 2009). 낮은 설계속도를 가진 선박들이 인도된다면, 이는 점진적으로 선대의 가용 운송량은 줄어들게 될 것이다. 또한, 선령의 증가로 인한 선체 부식 또한 점차 최고 운항 속도를 줄이게 될 것이다. (Stopford, 2009) 단기적으로 실제 선박의 수는 당장 크게 늘어나거나 줄어들지 않으며 장기적으로 공급의 확장은 선대 확장에 대한 의사결정과 신조선의 실제 인도 기간 등에 대한 시차가 존재한다.(Lun, et al, 2010). 운임률의 정도와 해운 시장의 상승 및 하락에 대한 기대

24) VLCC 폐선 대상 비율은 운임의 23개월 이동 평균과 노후선박 폐선비율의 이동평균 산정 시, 20년이상 노후선박과 15~19년 사이의 노후선박 시계열 자료를 시나리오 기법을 사용하여 최대의 상관계수를 나타내는 비율을 사용하였으며, 계산 결과 10%(=0.1)로 나타났다.



Collection @ kmou

에 따라, 해운 회사는 단기적으로 비용을 최소화하고 수익을 최대화하기 위해 선박의 생산성을 조절한다.(Lun, et al, 2010))

한편, 수요에 비해 여유 선박이 많으면 운임은 낮아지고 운임 변동성 또한 낮아지게 되므로 낮은 운임은 연료비를 절감하기 위해 선박의 속도를 늦추고 시장에서 계선 혹은 폐선을 하는 등 시장에서 벗어나는 선박이 증가하게 된다 (Stopford, 2009). 이렇듯, 선박의 선속은 시황과 연료유가격과 밀접한 관계를 가지고 있음을 알 수 있다.

비선적 항해의 경우 선박의 속도는 운임률과 정(+)의 상관관계를 가지며 연료유 가격과 부(-)의 관계가 있다(Maanum, 2015). 클락슨 시계열 자료를 이용해 Fig 14와 같은 자료를 도출하고 AIS자료와 시계열 자료를 분석하여 Fig 15을 도출하였다. Fig. 14와 Fig. 15를 통해 비선적 선박의 속도는 운임이 낮을 때, 혹은 운임 급격히 증가하거나 감소할 때 민감하고 가파르게 움직이는 것을 확인할 수 있다. 또한, 운임이 높거나 완만한 움직임을 보일 때에 속도의 변동성은 크지 않음을 확인할 수 있다. 선적선박의 항해의 경우는 운임과 연료유 가격에 크게 영향을 받지 않음을 확인하였다(Mannum, 2015).

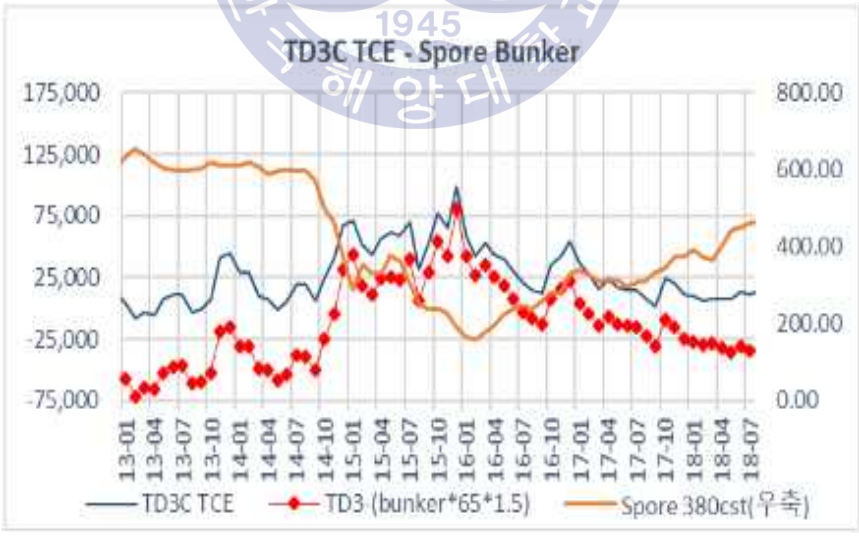



Fig. 14 TCE와 Bunker



Collection @ kmou

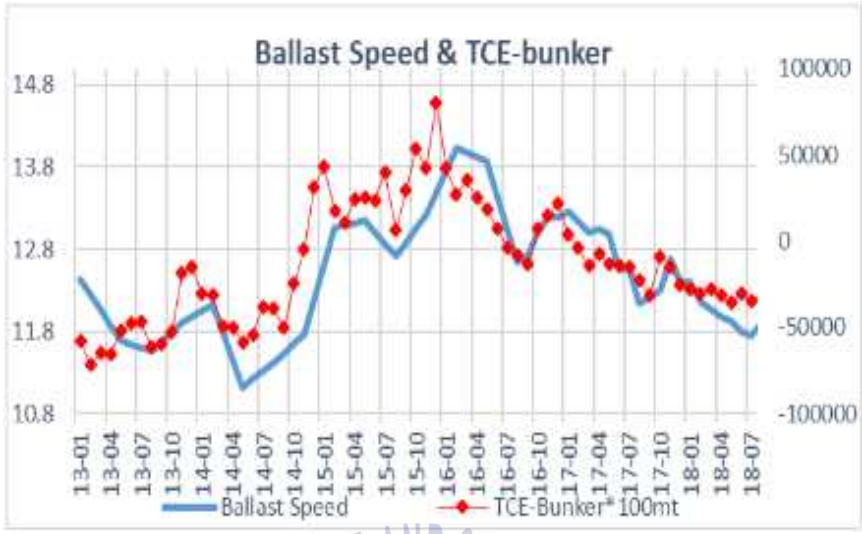



Fig. 15 Ballast Speed & TCE-Bunker

이에 따라, 식(16)을 사용하여 TCE에 일일 연료비를 차감하고 AIS자료 분석을 통한 VLCC평균 속도를 구한 뒤 최대속도로 나눈 값과 비교한 결과 약 90%의 상관계수가 도출되었다.

$$HBd_t = TCE_t - BC_t \cdot DFC \cdot d \quad (16)$$

$HBd_t$ : $t$월 연료비차감운임수익
$TCE_t$ : $t$월 운임수익($US\$/일$)

$BC_t$ : $t$월 평균연료비($US\$/톤$)
$DFC$: $VLCC$일평균연료소모량
$d$ : 더미($dummy$)변수

식(16)을 통해 도출한 과거 연료비차감운익수익과 AIS자료를 통한 과거 비선적 선박의 선속을 바탕으로 미래 선속을 회귀분석법으로 예측하였다.

미래의 VLCC선적 항해 속도는 과거의 선적항해 속도 자료를 Holt-Winters 지수평활화법을 사용한 예측값을 사용하였다.

이를 통해 미래의 선속을 식(17)과 식(18)의 과정을 거쳐 예측하였다.

25) 식(16)의 평균연료비는 싱가포르 고유황선박연료비(380cSt HFO, 출처 : Clarksons SIN Time Series)를 기준으로 하였으며 VLCC일평균연료소모량은 65톤을 기준으로 하였다. 더미(dummy)변수는 연료비차감운익수익과 VLCC평균속도와 최대의 상관계수를 나타내는 변수를 시나리오 분석을 통해 계산하였다.



Collection @ kmou

$$Fspeed_t = average(FLSP_t + FUSP_t) \quad (17)$$

$Fspeed_t$ : $t$월 예측 $VLCC$선속$(knot/$시간$)$
$FLSP_t$ : $t$월 선적 $VLCC$예측선속$(knot/$시간$)$
$FUSP_t$ : $t$월 비선적 $VLCC$예측선속$(knot/$시간$)$

$$FASPR_t = \frac{(D/MaxSP/24)+10}{(D/Fspeed_t/24)+10} \quad (18)$$

[26] $FASPR_t$ : $t$월 예상 $VLCC$선속률
$D$: 항해거리
$MaxSP$: 최고속도$(knot/$시간$)$
$Fspeed_t$ : $t$월 $VLCC$예상선속$(knot/$시간$)$

### 4.3.3 원유저장탱크

VLCC의 원유저장탱크로의 용도 변경은 원유가격의 등락과 밀접한 관련을 지닌다. Fig. 16은 Brent유가의 변동에 따른 VLCC Floating Storage의 변동을 나타낸다.

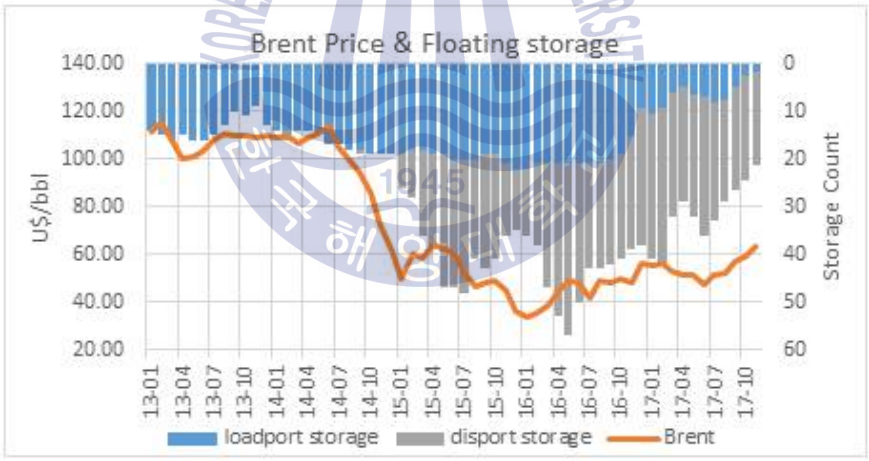



**Fig. 16** Brent 유가와 원유저장탱크(유가4개월 선행)

출처 : Gibson+IEA, AIS자체분석

이를 통해, Fig. 17과 같이 Floating Storage는 4개월전 Brent 선물 유가와 높은 상관성을 가지고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 현행 Brent유가를 지수평활

26) 식(18)에서 항해거리는 Ras Tanura-Ningbo구간 거리(6,125nm)을 적용하였다. 상수 '24'는 일일 평균 운항 시간을 나타내며 상수 '10'은 평균 선하역일수이다.



Collection @ kmou

법을 활용해 예측한 값에 4개월의 시차를 적용하여 선형기획법으로 원유저장탱크 선대수를 예측하였다.

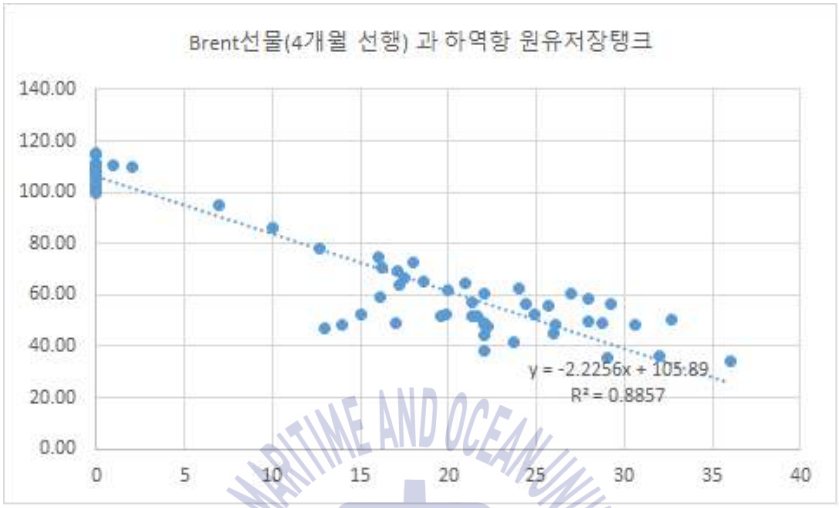



Fig. 17 Brent유가선물(4개월선행)과 하역항 원유저장탱크

### 4.4 최종 수요공급비의 설정과 TCE예측

지수평활법을 이용하여 예측한 각 항로별 물동량에 GRG비선형 기법을 사용하여 도출한 각각의 가중치를 부여하여 미래 월별 VLCC 총수요를 도출하고, 미래 분기별 VLCC선대수 예측값에 월별 원유저장탱크 예측량의 분기별 평균선대수 과 분기별 예측 평균 선속을 반영하여 식(19)~(21)의 과정을 거쳐 최종 수요 공급비를 도출한다.

$$Forecast D_i = \sum_{j=1}^{3} w_1 a_{ij}^1 + \sum_{j=1}^{3} w_2 a_{ij}^2 + \sum_{j=1}^{3} w_3 a_{ij}^3 + \sum_{j=1}^{3} w_n a_{ij}^n \quad (19)$$

$Forecast D_i$ : $i$분기 예측총수요
$w_n$ : $n$항로 가중치
$a_{ij}^n$ : $n$항로 $i$분기 $j$월 예측 물동량

$$Forecast S_i = (Nship_i - avrgForecast ST_i) \bullet avrgFASPRi \quad (20)$$



Collection @ kmou

$Forecast S_i$ : $i$분기 총공급
$Nship_i$ : $i$분기 총 $VLCC$선박수
$AvrgForecast ST_i$ : $i$분기 원유저장탱크수
$avrgFASPT_i$ : $i$분기 평균선속비

$$Forecast SD_i = Forecast D_i / Forecast S_i \quad (21)$$

$Forecast SD_i$ : $i$분기 예측수요공급비

도출한 수요공급비를 항로별 최적의 가중치를 부여하여 도출한 과거 수요공급비와 운임의 최적 상관관계를 토대로 선형 회귀분석을 실시하여 미래의 운임을 예측하였다.






Collection @ kmou

# 5. 운임예측결과 및 분석

## 5.1 개요

Holt-Winters 지수평활법을 이용하여 예측한 물동량에 각 항로에 가중치를 부여하여 AIS자료 및 시계열 자료를 분석하여 예측한 VLCC예상 공급량을 나누어 수요공급비를 도출한 후, 최적화된 과거 수요공급비와 TCE를 참고하여 선형기획법을 통해 분기별 미래 TCE를 예측하였다. 실증 분석은 TD3C TCE 분기별 실제값과 평균제곱근오차법(Root Mean Sqaure Error Method)으로 진행하였고, 시계열자료 예측에 사용되는 ARIMA(자기회귀누적이동평균모형) 및 Holt-Winters' 지수평활법을 사용하여 예측한 운임과 함께 미래 TCE방향성 예측에 대한 비교분석을 실시하였다.[27)28)]

## 5.2 운임예측결과

### 5.2.1 2018년 1월 예측(분석자료기간 : 2013년 1월 - 2017년 12월)

AIS자료를 이용하여 2013년 1월부터 2017년 12월까지의 VLCC 물동량을 도출하여 분기별 수요공급비를 구성한 후, 동기간 운임의 GRG비선형 최적화 방법을 통한 항로별 가중치 부여 결과 아래와 같은 회귀분석식 및 결정계수($R^2$)를 도출하였다.

$y = 290.02x - 289379$ 2018년 1월 회귀식
$R^2 = 0.9592$
$y$ : $TCE$, $x$ : 수요공급비, $R^2$ : 결정계수

27) ARIMA모형은 R-Statistic프로그램을 사용하여 2013년 1월부터 2017년 12월(1월 예측)까지의 월별 평균 TCE를 차분 안정화 및 자기회기구간을 계산하여 예측하였다.(부록 16) 예측치는 각 시행월 직전월 평균 TCE를 누적 산입하여 차분 안정화 및 자기회기 구간을 재계산하여 ARIMA예측을 추가진행하였다.

28) 본 연구에 사용된 Holt-Winters' 지수평활화 예측방법은 ARIMA 모형 적용을 위한 시계열자료 Decomposing 시, 계절성 및 추세가 나타나 추가로 진행하였으며, 계절성 지표는 12개월을 사용하였다.



Collection @ kmou

VLCC의 원유저장탱크로의 전용 선대수의 변화가 실질 공급량의 변화를 일으키는 시차는 0으로 나타났으며, 선속의 변화가 VLCC선박의 실질 공급의 변화로 반영되는 시차는 4개월로 나타났다. 1월 회귀식에 따른 95%신뢰도에 따른 추정 표준 오차는 4698.51로서 결정계수($R^2$)는 0.9592로 높은 상관도를 나타내고 있다. Table 3-1은 AIS자료를 이용한 2018년 분기별 TCE 예측 및 ARIMA와 Holt-Winters 지수평활법을 사용한 분기별 TCE 예측값이다. AIS자료를 이용한 4구간 분기별 TCE예측값과 실제분기별 TCE의 예측값과의 평균제곱근오차는 7545.73으로서 추정 표준오차보다 높아 운임의 예측 정확성은 높지 않았다. 또

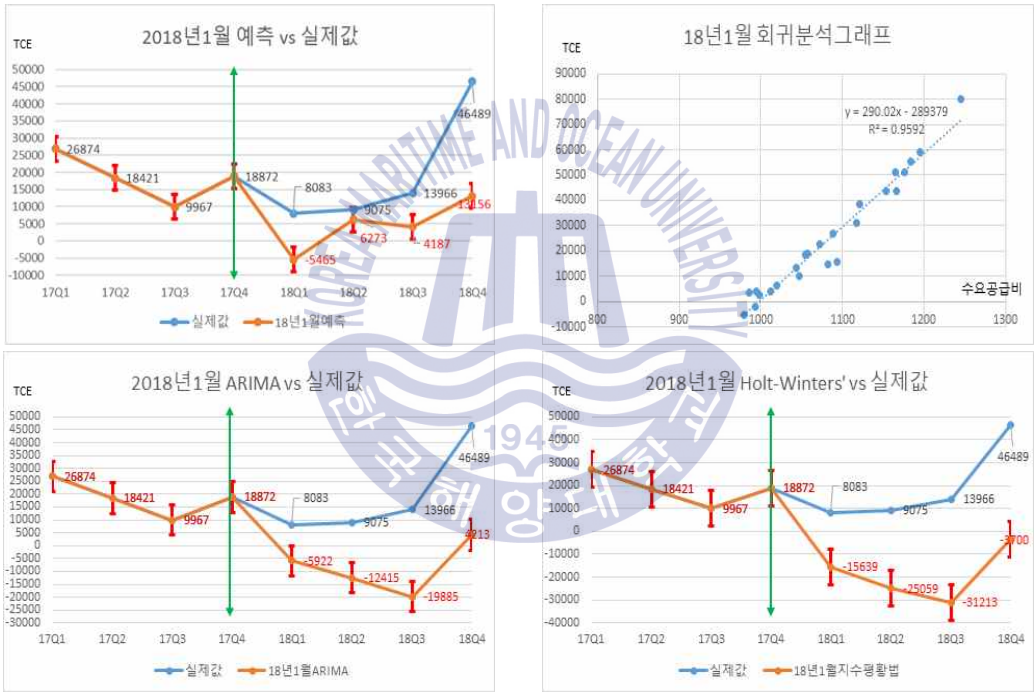



Fig. 18 2018년 1월 예측 결과

한 ARIMA모형을 통한 4구간 예측 값은 2018년 1분기 -5,922, 2분기 -12,415, 3분기 -19,885, 4분기 4,213으로 나타나 실제 TCE의 운임을 예측하지 못하였으며, 높은 오차로 인해 AIS자료를 활용한 TCE예측보다 정확성이 우위에 있지 못하였다. 또한 Holt-Winters 지수평활법을 이용한 2018년 1분기 예측값은 -



Collection @ kmou

15,639, 2분기 -25,059, 3분기 -31,213, 4분기 -3,700으로 ARIMA 모형을 이용한 미래 TCE의 예측값보다 좋지 않은 예측 결과를 보여 주어 예측의 정확성은 가장 열위에 있었다.

분기별 운임의 방향성 예측에 대해서는 AIS자료를 활용한 분기별 예측은 2018년 3분기를 제외하고 실제 TCE의 분기별 등락과 일치하는 방향성을 보여주었으나, ARIMA모형의 운임의 방향성 예측은 1분기와 4분기는 일치하고, 2분기와 3분기는 하락하는 추세를 나타내며 실제 분기별 TCE의 상승과 하락의 방향성 예측과는 일치하지 않았다. Holt-Winters 지수평활법을 이용한 방향성 예측 결과는 ARIMA 모형과 마찬가지로 1분기 및 4분기는 실제 TCE의 등락 방향과 일치 하였으나, 2분기와 3분기에는 불일치하였다.

Table 3. 2018년 1월 TCE예측 비교표

| 구간 | 방법 | 예측치 | 실제치 | 잔차 절대값 | 등락일치 |
|---|---|---|---|---|---|
| 18Q1 (하락) | AIS예측 | -5,465 | 8,083 | 13,548 | 일치 |
| | ARIMA | -5,922 | | 14,005 | 일치 |
| | H.W | -15,639 | | 23,723 | 일치 |
| 18Q2 (상승) | AIS예측 | 6,273 | 9,075 | 2,803 | 일치 |
| | ARIMA | -12,415 | | 21,490 | 불일치 |
| | H.W | -25,059 | | 34,134 | 불일치 |
| 18Q3 (상승) | AIS예측 | 4,187 | 13,966 | 9,779 | 불일치 |
| | ARIMA | -19,885 | | 33,851 | 불일치 |
| | H.W | -31,213 | | 45,178 | 불일치 |
| 18Q4 (상승) | AIS예측 | 13,156 | 46,489 | 33,333 | 일치 |
| | ARIMA | 4,213 | | 42,277 | 일치 |
| | H.W | -3,700 | | 50,190 | 일치 |

### 5.2.2 2018년 2월 예측(분석자료기간 : 2013년 1월 - 2018년 1월)

2018년 2월 예측 결과 수요공급비와 TCE의 결정계수는 0.9631로 보다 높은 상관도를 보여주고 있다. 원유저장탱크 시차는 0개월, 선속이 공급에 미치는 기간은 4개월로 나타났다.



Collection @ kmou

$y = 326.43x - 306223$ 2018년 2월 회귀식

$R^2 = 0.9631$

$y$ : $TCE$, $x$ : 수요공급비, $R^2$ : 결정계수

AIS자료를 이용한 분기별 운임 예측은 2018년 1분기 2,511, 2분기 12,402, 3분기 17,154, 4분기 24,663으로 예측되었으며, 95%신뢰도에서 표준오차는 4,236.25이며 4구간 분기별 예측값과 실제값과의 평균제곱근오차는 13,496.40으로 운임 예측값에 비해 실제 분기별 TCE는 표준오차범위를 벗어난 움직임을 보였다. ARIMA모형을 통한 2018년 예측값은, 1분기 -2,285, 2분기 -8,716, 3분기 -15,846, 4분기 8,764로 나타나 AIS자료를 이용한 분기별 예측값보다 넓은 오차범위를 나타내었다. Holt-Winter 지수평활화법을 사용한 분기별 운임은 2018년 1분기 555, 2분기 -9,086, 3분기 -15,417, 4분기 11,888로 나타나 AIS자료를 이용한 예측값과 ARIMA모형 예측값보다 높은 잔차를 보였다.

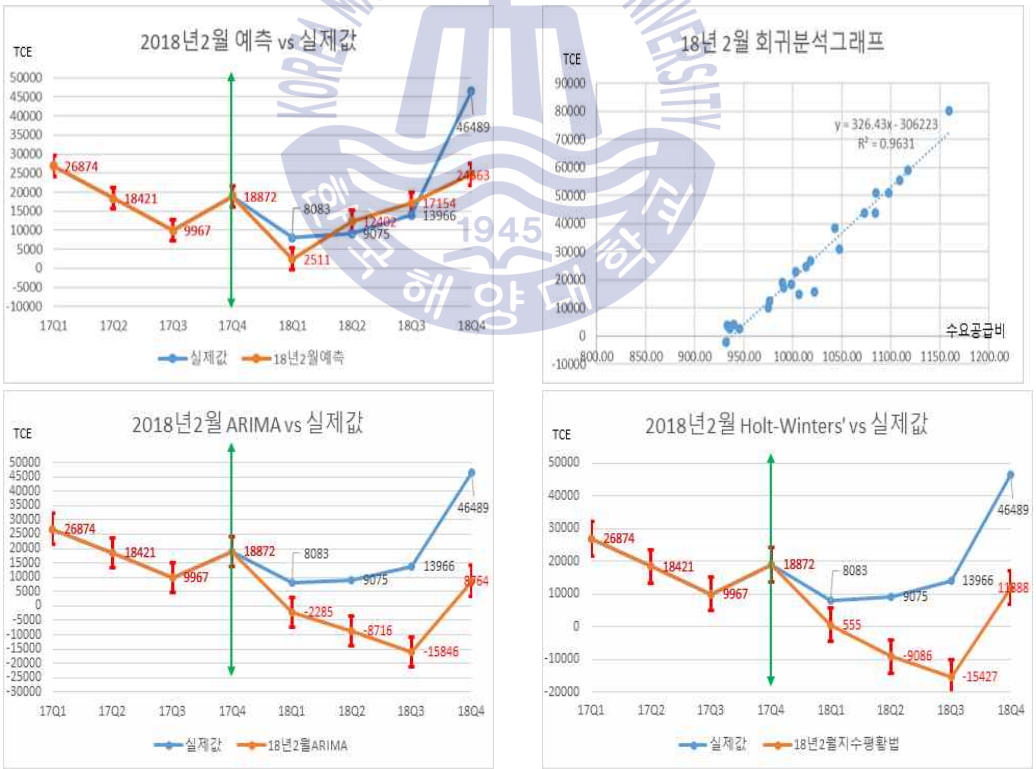



Fig. 19 2018년 2월 예측결과



Collection @ kmou

분기별 운임의 방향성 예측은 AIS자료를 이용한 분기별 예측은 실제 TCE의 분기별 방향성 변동과 일치하고 있으나, ARIMA모형과 Holt-Winter지수 평활법을 이용한 TCE 방향성 예측은 1분기와 4분기는 일치한 반면, 2분기와 3분기는 하락하는 추세를 보이는 불일치를 나타내 최종 50%의 방향성 예측률을 보였다.

Table 4. 2018년 2월 TCE예측 비교표

| 구간 | 방법 | 예측치 | 실제치 | 잔차 절대값 | 등락일치 |
|---|---|---|---|---|---|
| 18Q1 (하락) | AIS예측 | 2,511 | 8,083 | 5,572 | 일치 |
| | ARIMA | -2,285 | | 10,368 | 일치 |
| | H.W | 555 | | 7,528 | 일치 |
| 18Q2 (상승) | AIS예측 | 12,402 | 9,075 | 3,327 | 일치 |
| | ARIMA | -8,716 | | 17,791 | 불일치 |
| | H.W | -9,086 | | 18,161 | 불일치 |
| 18Q3 (상승) | AIS예측 | 17,154 | 13,966 | 3,189 | 일치 |
| | ARIMA | -15,846 | | 29,812 | 불일치 |
| | H.W | -15,417 | | 29,392 | 불일치 |
| 18Q4 (상승) | AIS예측 | 24,663 | 46,489 | 21,826 | 일치 |
| | ARIMA | 8,764 | | 37,725 | 일치 |
| | H.W | 11,888 | | 34,602 | 일치 |

### 5.2.3 2018년 3월 예측(분석자료기간 : 2013년 1월 - 2018년 2월)

2018년 3월의 항로별 물동량 가중합을 이용한 수요공급비와 TCE의 선형회귀식 결정계수는 0.968로 나타났으며, 표준오차는 4,138.74로 관측되었다.

$y = 359.37x - 313834$ 2018년 3월 회귀식
$R^2 = 0.968$
$y$ : $TCE$, $x$ : 수요공급비, $R^2$ : 결정계수

AIS자료를 이용한 분기별 예측은 2018년 1분기 7,188, 2분기 -1,800, 3분기 2,560, 4분기 10,747로 나타났으며, 평균제곱근오차는 19,536.3으로 나타났다. ARIMA모형을 통한 분기별 예측은 2018년 1분기 3,113, 2분기 -2,178, 3분기 -8,586, 4분기 16,400으로 실제값과의 예측값 비교에서 4분기를 제외하고 AIS자료를 이용한 예측값보다 높은 잔차를 나타냈다. Holt-Winters 지수평활법을 이용한 4구간 분기별 예측값은 1분기 5,633, 2분기 -1,598, 3분기 -8,088, 4분기



Collection @ kmou

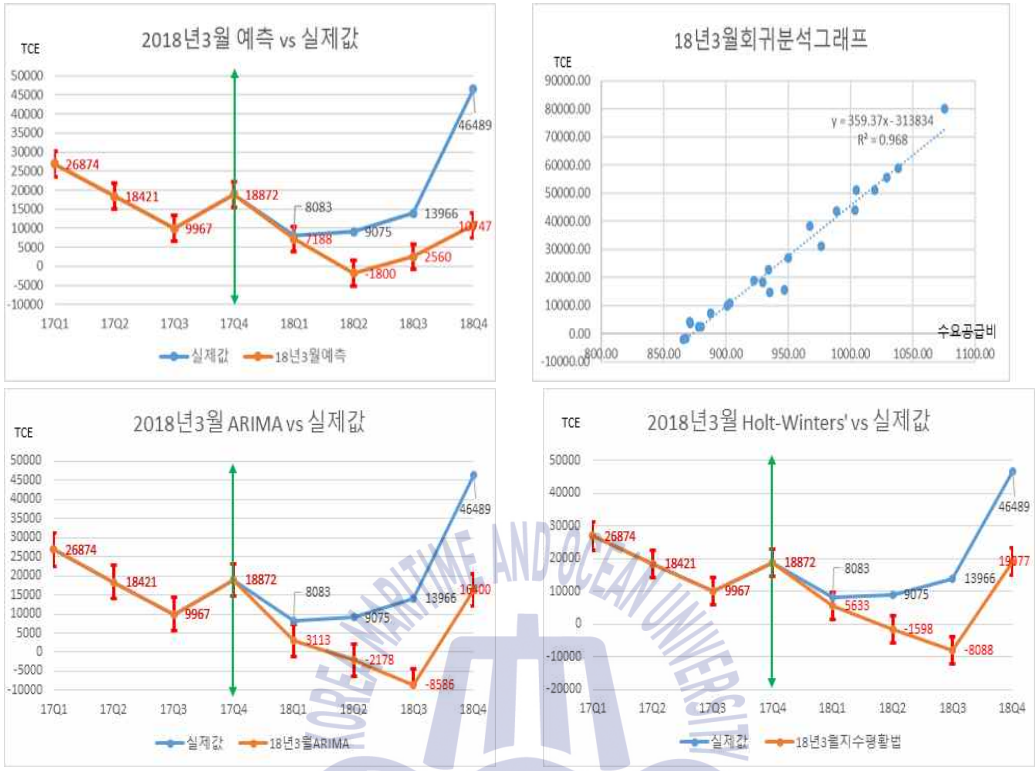



Fig. 20 2018년 3월 예측결과

19,077로서 2, 4분기에서는 AIS자료를 이용한 예측값보다 잔차가 적었으나, 2분기와 3분기에서는 AIS자료를 이용한 예측값보다 높은 잔차를 나타내었다.

분기별 TCE 등락의 방향성 예측에서는 AIS자료를 이용한 4구간 분기별 예측이 2분기를 제외하고 일치하는 모습을 보여 75%의 일치도를 보여주고 있으며, ARIMA모형과 Holt-Winters 예측방법에 따른 분기별 운임 방향성 예측은 실제 분기별 TCE의 등락 방향성과 50%의 일치성을 보여주고 있다.



Collection @ kmou

Table 5. 2018년 3월 TCE예측 비교표

| 구간 | 방법 | 예측치 | 실제치 | 잔차 절대값 | 등락일치 |
|---|---|---|---|---|---|
| 18Q1 (하락) | AIS예측 | 7,188 | 8,083 | 895 | 일치 |
| | ARIMA | 3,113 | | 4,970 | 일치 |
| | H.W | 5,633 | | 2,450 | 일치 |
| 18Q2 (상승) | AIS예측 | -1,800 | 9,075 | 10,876 | 불일치 |
| | ARIMA | -2,178 | | 11,253 | 불일치 |
| | H.W | -1,598 | | 10,673 | 불일치 |
| 18Q3 (상승) | AIS예측 | 2,560 | 13,966 | 11,406 | 일치 |
| | ARIMA | -8,586 | | 22,551 | 불일치 |
| | H.W | -8,088 | | 22,054 | 불일치 |
| 18Q4 (상승) | AIS예측 | 10,747 | 46,489 | 35,742 | 일치 |
| | ARIMA | 16,400 | | 30,090 | 일치 |
| | H.W | 19,077 | | 27,412 | 일치 |

### 5.2.4 2018년 4월 예측(분석자료기간 : 2013년 1월 - 2018년 3월)

2018년 4월 분기별 예측에서는 95%의 신뢰도에서 표준오차 5,341.88로서 아래와 같은 수요공급비와 회귀식이 도출되었다.

$y = 370.66x - 384931$ 2018년 4월 회귀식
$R^2 = 0.943$
$y : TCE, x :$ 수요공급비, $R^2 :$ 결정계수

VLCC선박의 원유저장탱크의 전용이 공급에 영향을 미치게 되는 기간 및 선속의 변화가 공급에 미치게 되는 기간은 각각 0개월로 나타났다. 2018년 3월까지의 AIS자료 분석을 이용한 TCE 예측값은 2018년 2분기 10,890, 3분기 14,006, 4분기 48,848로서 2018년 2분기에서 4분기까지의 예측값에 가장 근접한 예측치를 나타내었다. 평균제곱근오차는 약 1,718.38로서 표준오차 5,341.88 보다 작은 수치를 나타내어 높은 TCE 예측력을 보여 주었다. ARIMA를 통한 예측값은 2018년 2분기 8,311, 3분기 1,735, 4분기 27,061로서 2분기에 실제값에 가장 근접한 예측치를 보여 주었으나, 3분기와 4분기의 예측값은 AIS자료를 이용한 예측값에 비해 실제값 대비 높은 잔차를 보이고 있다. Holt-Winters 지수평활법을 이용한 3구간 분기별 예측값은 2018년 2분기 2,161, 3분기 -6,756, 4분



Collection @ kmou

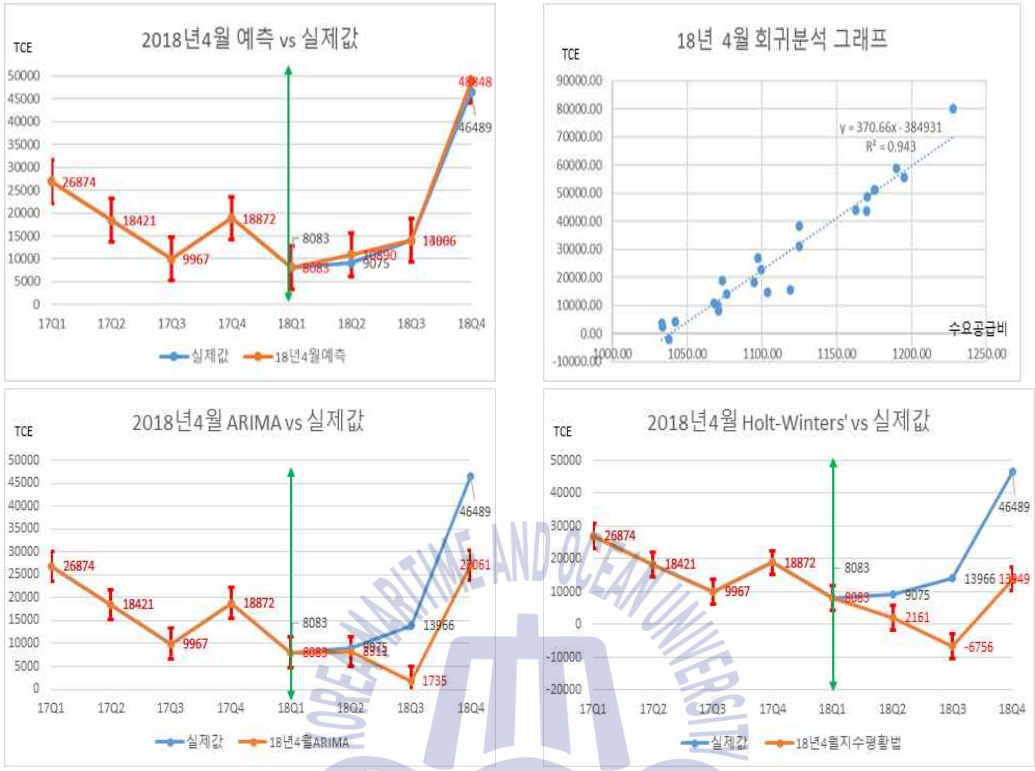



Fig. 21 2018년 4월 예측결과

기 13,949로 AIS자료를 이용한 TCE예측값과 ARIMA모형을 이용한 TCE예측값보다 실제값과의 잔차가 더욱 큰 것을 확인할 수 있었다.

AIS자료를 이용한 분기별 TCE 예측값은 미래 3분기 등락 방향성이 실제 TCE의 등락 방향과 일치하였으며, ARIMA모형을 통한 미래 3분기 등락 방향성은 높은 잔차에도 불구하고 실제 TCE 등락 방향과 일치하였다. 그러나 Holt-Winters 지수평활법을 이용한 예측값은 2018년 4분기의 방향성만 일치하였으며, 2018년 2분기 및 3분기의 TCE 등락 방향은 불일치하였다.



Collection @ kmou

Table 6. 2018년 4월 TCE예측 비교표

| 구간 | 방법 | 예측치 | 실제치 | 잔차 절대값 | 등락일치 |
|---|---|---|---|---|---|
| 18Q1 | AIS예측 | | 8083 | | 비예측 |
| | ARIMA | | | | |
| | H.W | | | | |
| 18Q2 (상승) | AIS예측 | 10,890 | 9075 | 1,815 | 일치 |
| | ARIMA | 8,311 | | 764 | 일치 |
| | H.W | 2,161 | | 6,914 | 불일치 |
| 18Q3 (상승) | AIS예측 | 14,006 | 13966 | 40 | 일치 |
| | ARIMA | 1,735 | | 12,231 | 일치 |
| | H.W | -6,756 | | 20,722 | 불일치 |
| 18Q4 (상승) | AIS예측 | 48,848 | 46489 | 2,359 | 일치 |
| | ARIMA | 27,061 | | 19,428 | 일치 |
| | H.W | 13,949 | | 32,541 | 일치 |

### 5.2.5 2018년 5월 예측(분석자료기간 : 2013년 1월 - 2018년 4월)

2013년 1월부터 2018년 4월까지의 AIS자료 및 시계열 자료 분석을 통해 분석한 수요공급비와 TCE의 회귀분석 식은 아래와 같다.

$y = 332.69x - 314563$ 2018년 5월회귀식
$R^2 = 0.9526$
$y : TCE, x :$ 수요공급비, $R^2 :$ 결정계수

GRG비선형 방법을 이용하여 도출한 원유저장탱크 선대의 변화가 실질 공급에 미치게 되는 기간은 1개월로 나타났으며, VLCC선속의 변화가 공급에 미치는 기간은 4개월로 나타났다.

95%의 신뢰도에서 도출된 종속변수간 추정표준오차는 4,795.35이며, 선형회귀 결정계수는 0.9526으로 높은 상관도를 보여주었다. AIS자료를 이용한 분기별 TCE예측값은 2018년 2분기 8,387, 3분기 18,607, 4분기 38,300으로 전체 평균제곱근오차는 5,449.23으로 표준오차보다 높은 것으로 나타났다. ARIMA모형의 분기별 예측값은 2018년 2분기 6,420, 3분기 162, 4분기 25,264로 AIS를 이용한 분기별 TCE예측값보다 실제값과의 잔차가 높았으며, Holt-Winters 지수평활법을 통한 분기별 예측값은 2018년 2분기 4,671, 3분기 -2,029, 4분기 24,935로 AIS자



Collection @ kmou

료를 이용한 예측값과 ARIMA모형을 이용한 예측값보다 실제 TCE와의 잔차가 더욱 높았다.

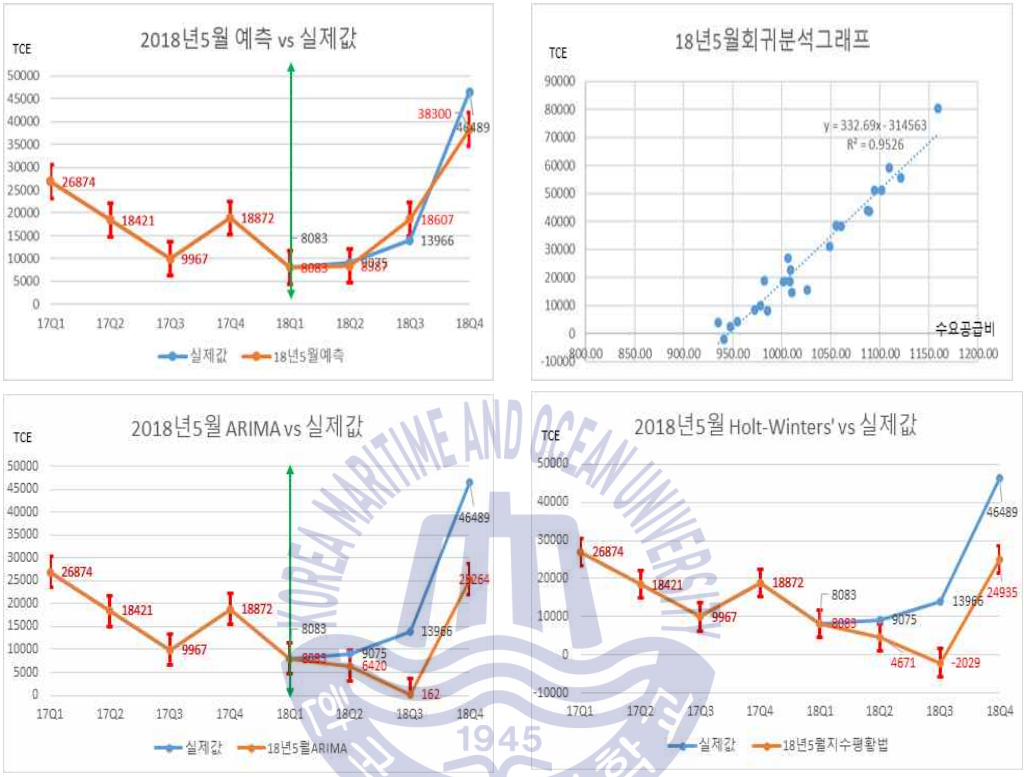



Fig. 22 2018년 5월 예측결과

AIS자료를 이용한 분기별 방향성 예측은 2018년 2분기부터 4분기까지 실제 분기별 TCE의 등락 방향과 일치하는 결과를 보였으며, ARIMA모형과 Holt-Winters 지수평활법을 통한 미래 3구간의 방향성 예측은 4분기의 상승을 제외하고 2분기 및 3분기의 방향성 예측이 일치하지 않는 것으로 나타나 33%의 방향성 예측 정확도를 나타내었다.



Collection @ kmou

Table 7. 2018년 5월 TCE예측 비교표

| 구간 | 방법 | 예측치 | 실제치 | 잔차 절대값 | 등락일치 |
|---|---|---|---|---|---|
| 18Q1 | AIS예측 | | 8,083 | | 비예측 |
| | ARIMA | | | | |
| | H.W | | | | |
| 18Q2 (상승) | AIS예측 | 8,387 | 9,075 | 688 | 일치 |
| | ARIMA | 6,420 | | 2,655 | 불일치 |
| | H.W | 4,671 | | 4,404 | 불일치 |
| 18Q3 (상승) | AIS예측 | 18,607 | 13,966 | 4,642 | 일치 |
| | ARIMA | 162 | | 13,803 | 불일치 |
| | H.W | -2,029 | | 15,994 | 불일치 |
| 18Q4 (상승) | AIS예측 | 38,300 | 46,489 | 8,189 | 일치 |
| | ARIMA | 25,264 | | 21,225 | 일치 |
| | H.W | 24,935 | | 21,554 | 일치 |

### 5.2.6 2018년 6월 예측(분석자료기간 : 2013년 1월 - 2018년 6월)

2013년 1월부터 2018년 5월까지의 AIS자료 및 시계열 자료를 이용하여 분석한 2018년 6월에 시행한 수요공급비와 운임의 최적 상관관계를 이용한 선형회귀식은 아래와 같다.

$y = 343.23x - 287718$ 2018년 6월회귀식

$R^2 = 0.9453$

$y : TCE, x :$ 수요공급비, $R^2 :$ 결정계수

GRG비선형 최적화 방법을 이용해 도출한 VLCC 원유저장탱크 시차는 0개월이며, 선속의 변화가 공급에 영향을 미치기 시작하는 기간은 TCE에 4개월 후행하는 것으로 나타났다. 95% 신뢰도에서 추정표준오차는 5,186.63이며, 결정계수는 0.9452로서 높은 상관도를 보이고 있다.

AIS자료를 활용하여 2018년 6월에 시행한 2018년 2분기부터 4분기까지 3구간 TCE예측값은 2018년 2분기 4,249, 3분기 21,840, 4분기 38,921이며 평균제곱근 오차는 6,894.09로 나타나 추정표준오차 범위보다 커 평균제곱근 오차법에 따른 TCE예측 유효성은 4월과 5월의 예측 정확도에 비해 다소 부족한 정확도를 나타내었다. ARIMA모형을 통한 2018년 분기별 예측값은 2분기 6,620, 3분기 398,



Collection @ kmou

4분기 25,500으로 AIS자료를 이용한 예측값에 대비 실제값과 높은 잔차를 보이고 있다. 이와 함께, Holt-Winters 지수평활법을 이용한 미래 분기별 TCE예측값은 2018년 2분기 5,841, 3분기 -1,694, 4분기 21,620으로 AIS자료를 이용한 예측과 ARIMA모형을 이용한 예측 보다 실제값과 높은 괴리를 보이고 있다.

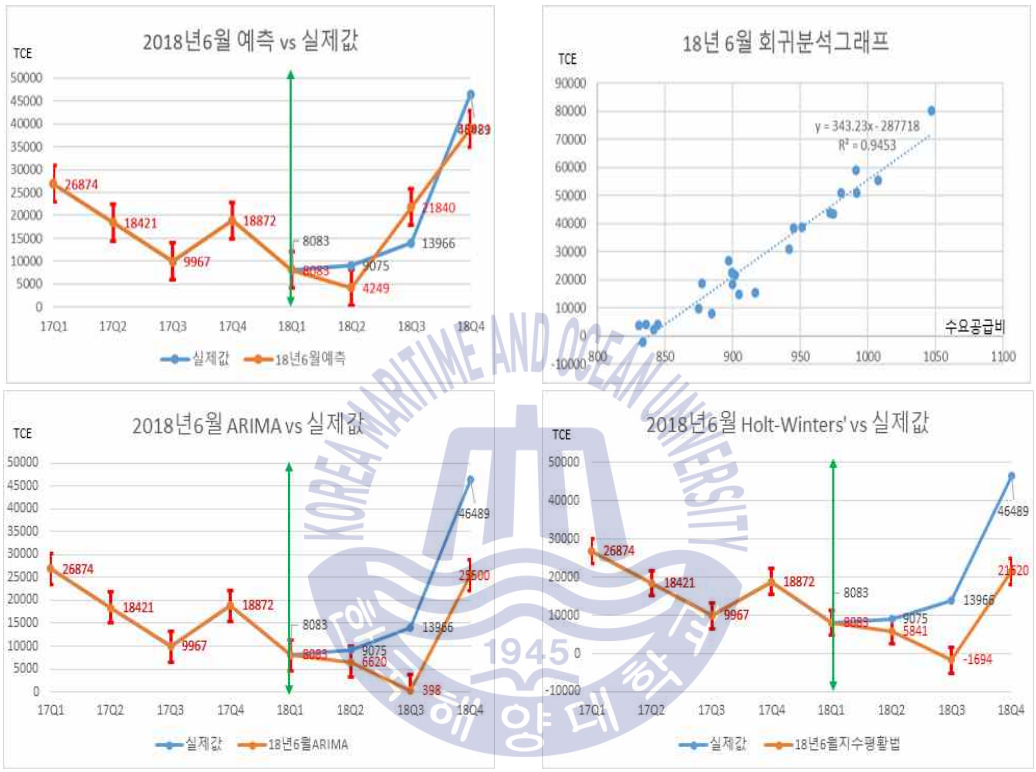



Fig. 23 2018년 6월 예측결과

AIS자료를 이용한 방향성 예측은 2018년 2분기를 제외하고 3분기 및 4분기의 TCE 등락 방향성과 일치하여 66%의 일치율을 보이고 있는 반면, ARIMA모형과 Holt-Winters 지수평활법을 이용한 TCE예측값의 미래 3분기 TCE의 등락 방향성은 2018년 4분기를 제외하고 일치하지 않는 결과로 나타나 2018년 6월의 TCE등락에 대한 방향성 예측률은 33%로 나타났다.



Collection @ kmou

Table 8. 2018년 6월 TCE예측 비교표

| 구간 | 방법 | 예측치 | 실제치 | 잔차 절대값 | 등락일치 |
|---|---|---|---|---|---|
| 18Q1 | AIS예측 | | 8,083 | | 비예측 |
| | ARIMA | | | | |
| | H.W | | | | |
| 18Q2 (상승) | AIS예측 | 4,249 | 9,075 | 4,827 | 불일치 |
| | ARIMA | 6,620 | | 2,455 | 불일치 |
| | H.W | 5,841 | | 3,235 | 불일치 |
| 18Q3 (상승) | AIS예측 | 21,840 | 13,966 | 7,875 | 일치 |
| | ARIMA | 398 | | 13,567 | 불일치 |
| | H.W | -1,694 | | 15,660 | 불일치 |
| 18Q4 (상승) | AIS예측 | 38,921 | 46,489 | 7,568 | 일치 |
| | ARIMA | 25,500 | | 20,989 | 일치 |
| | H.W | 21,620 | | 24,869 | 일치 |

### 5.2.7 2018년 7월 예측(분석자료기간 : 2013년 1월 - 2018년 6월)

2013년 1월부터 2018년 6월까지 AIS자료 및 시계열 자료를 활용하여 항로별 가중치를 부여한 수요공급비와 운임은 결정계수 0.9488을 가진 아래의 식으로 최적 회귀식을 도출하였다.

$y = 351.87x - 298061$ 2018년 7월회귀식

$R^2 = 0.9489$

$y$ : $TCE$, $x$ : 수요공급비, $R^2$ : 결정계수

GRG비선형 방법을 이용하여 도출한 원유저장탱크 시차는 0개월로 나타났으며, 선속의 변화가 공급에 영향을 주기 시작하는 기간은 4개월로 계산되었다. 표준오차는 95%신뢰수준에서 5,002.57로 나타났으며 AIS자료를 이용한 2018년 미래 분기 2구간 예측은 2018년 3분기 28,327, 4분기 45,783으로 2구간 예측 평균제곱근오차는 10,167.61로서 표준오차에 비해 높은 수준으로 예측의 정확도는 높지 않은 것으로 확인되었다. ARIMA모형을 통한 2018년 3분기 예측은 5,184로 나타났으며, 4분기 예측은 30,286으로 나타났다. Holt-Winters 지수평활법을 이용하여 예측한 2018년 3분기 예측값은 9,567로 AIS를 이용한 예측값에 비해 높은 근사정도를 하였으나, 2018년 4분기에서는 36,416으로 AIS를 이용한 예측값



Collection @ kmou

보다 높은 잔차를 나타내었다.

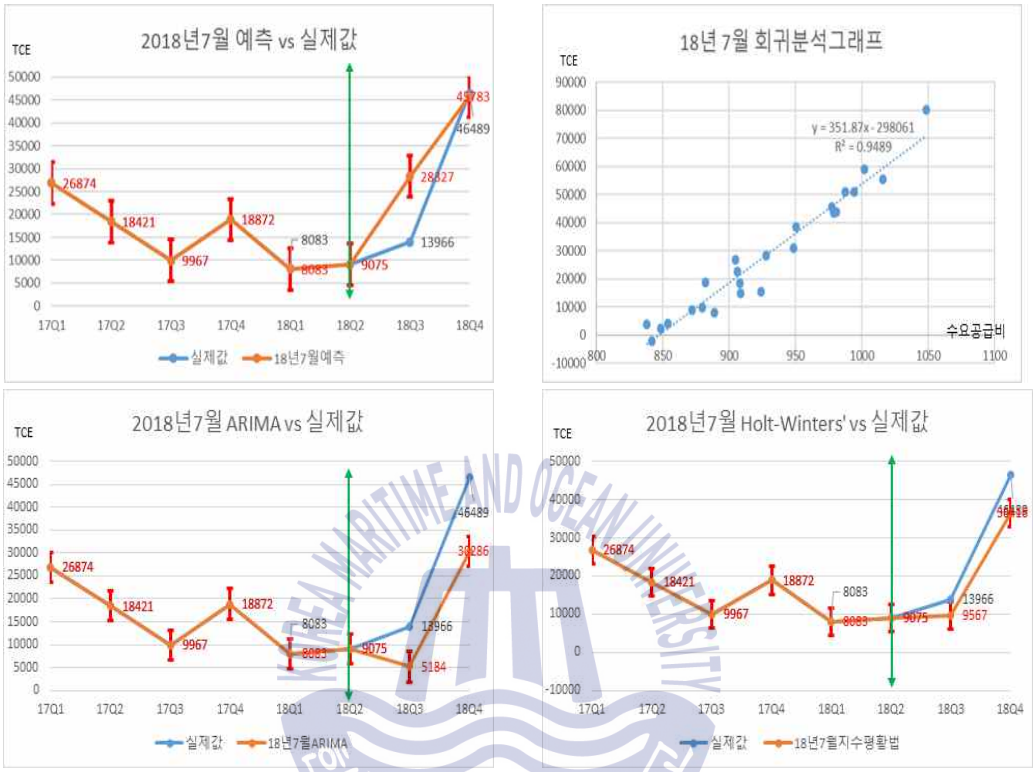



Fig. 24 2018년 7월 예측결과

2018년 7월에 시행한 2018년 3분기 및 4분기 실제 TCE는 2분기 연속 상승하여 AIS를 이용한 예측의 방향성과 일치하였다. 반면, ARIMA모형과 Holt-Winters 지수평활법을 이용하여 도출한 각 2018년 3분기 예측값은 2018년 2분기 대비 하락하는 것으로 예측하여 실제 TCE의 움직임과 일치하지 않았으며, 4분기에는 ARIMA모형의 예측 방향과 Holt-Winters 지수평활법을 이용한 예측 방향이 실제 TCE의 움직임과 일치하였다.



Collection @ kmou

Table 9. 2018년 7월 TCE예측 비교표

| 구간 | 방법 | 예측치 | 실제치 | 잔차 절대값 | 등락일치 |
|---|---|---|---|---|---|
| 18Q1 | AIS예측 | | 8083 | | 비예측 |
| | ARIMA | | | | |
| | H.W | | | | |
| 18Q2 | AIS예측 | | 9075 | | 비예측 |
| | ARIMA | | | | |
| | H.W | | | | |
| 18Q3 (상승) | AIS예측 | 28327 | 13966 | 14362 | 일치 |
| | ARIMA | 5184 | | 8781 | 불일치 |
| | H.W | 9567 | | 4398 | 불일치 |
| 18Q4 (상승) | AIS예측 | 45783 | 46489 | 706 | 일치 |
| | ARIMA | 30286 | | 16203 | 일치 |
| | H.W | 36416 | | 10074 | 일치 |

## 5.3 종합 분석

2018년 1월부터 7월까지 AIS자료를 활용한 TCE예측 결과, 2013년 1월부터 2018년 3월까지의 AIS자료를 활용한 2018년 잔여 3구간 분기별 예측값 표준오차 범위 안에서 나타난 반면, 나머지 6개월 동안의 여섯 번의 TCE예측은 표준오차 범위를 넘어서는 잔차를 형성하고 있다. 각 시행 구간별 평균제곱근오차는 1월 시행 7,545.74, 2월 시행 11,496.40, 3월 시행 19,536.3, 4월 시행 1,718.38, 5월 시행 5,449.28, 6월 시행 6,894.08, 7월 시행 10167.611로 나타났다. ARIMA모형을 통한 2018년 분기별 TCE예측값과 실제 TCE와의 평균제곱근오차는 1월 시행 29,963.09, 2월 시행 26,153.29, 3월 시행 19,781.9, 4월 시행 13,261.79, 5월 시행 14,697.96, 6월 시행 14,498.79, 7월 시행 13,031.96으로 나타나 AIS자료를 이용한 TCE예측값보다 넓은 잔차 분포를 보여주었다. Holt-Winters 지수평활법을 이용한 TCE예측값의 평균제곱근오차값은 2018년 1월 39,648.47, 2월 24.737.03, 3월 18,423.55, 4월 22,628.1, 5월 15,703.49, 6월 17,070.18, 7월 7,772.53으로 나타나 2018년 7월에 예측한 2018년 3분기 4분기 TCE예측을 제외한 예측값의 평균제곱근오차가 AIS자료를 이용한 평균제곱근오차보다 높은 것으로 확인되었다.



Collection @ kmou

Table 10은 2018년 1월부터 2018년 7월까지 시행한 AIS자료를 이용한 TCE예측과 ARIMA모형, Holt-Winters 지수평활법을 이용하여 예측한 TCE의 실제값과의 평균제곱오차표이다. 2013년 3월과 7월을 제외하고, AIS자료를 이용한 TCE 예측이 ARIMA모형과 Holt-Winters 지수평활법으로 예측한 TCE보다 실제값에 근사하였다. ARIMA모형은 예측 시행기간 동안 AIS자료를 이용한 예측기법과 Holt-Winters 지수평활법보다 실제값에 근사한 결과는 나타나지 않았으며, Holt-Winters 지수평활법을 이용한 예측은 2018년 3월과 7월의 분기별 TCE예측값이 실제값과 근사하였다. AIS자료를 이용한 TCE예측은 7월의 예측 구간 동안 ARIMA모형을 통한 TCE예측값에 비해 실제 분기별 TCE에 더욱 근사한 결과를 나타내었다.

**Table 10.** AIS자료를 활용한 TCE예측과 ARIMA모형, Holt-Winters TCE 예측 평균제곱근오차

| | AIS | ARIMA | Holt-Winters | 최소평균제곱근오차 |
|---|---|---|---|---|
| 2018년 1월 | 7,545.735 | 29,963.090 | 39,468.466 | AIS |
| 2018년 2월 | 11,496.398 | 26,153.289 | 24,737.029 | AIS |
| 2018년 3월 | 19,536.300 | 19,781.900 | 18,423.55 | Holt-Winters |
| 2018년 4월 | 1,718.379 | 13,261.790 | 22,628.096 | AIS |
| 2018년 5월 | 5,449.227 | 14,697.960 | 15,703.486 | AIS |
| 2018년 6월 | 6,894.089 | 14,498.879 | 17,070.182 | AIS |
| 2018년 7월 | 10,167.611 | 13,031.957 | 7,772.531 | Holt-Winters |



Collection @ kmou

# 6. 결론

## 6.1 결론

본 연구는 AIS자료를 이용하여 VLCC의 각 항로별 월별 물동량을 집계한 후 분기로 취합하여 수요를 설정하고, 총 선대에서 원유저장탱크와 선속의 변화를 적용하여 도출한 총공급을 나누어 수요공급비를 계산한 후 GRG비선형 분석법을 사용하여 각 항로별 물동량에 가중치를 부여하여 분기별 운임평균과 최적의 상관계수를 도출하였다. 그 후, 지수평활법을 이용하여 최적의 상관계수를 구성하도록 구성된 각 항로별 가중치를 이용하여 미래의 물동량을 예측한 후, 원유저장탱크와 운임, 선속과 운임의 상관분석을 통해 미래 실질공급을 예측하여 수요공급비를 구성하고 선형계획법을 통한 미래의 운임예측치와 실제값을 평균제곱근오차법을 통한 실증 분석을 실시하고, ARIMA모형과 Holt-Winters지수평활법을 활용한 미래 단기 운임 예측치와의 비교를 통해 분기별 TCE의 방향성 예측을 함께 진행하였다.

분석결과, 예측 운임의 상승과 하락의 방향성은 AIS자료를 이용하여 도출한 수요공급비와 과거 TCE의 상관계수를 최적화한 선형기획예측법이 실제 TCE의 등락 방향성 예측에는 ARIMA모형과 Holt-Winters 지수평활법 예측기법의 TCE 방향성 예측보다 우세하였으나, 각 시행별 평균제곱오차가 회귀분석 추정표준오차보다 큰 것으로 확인되어 미래의 운임의 예측에 대한 정확성은 다소 부족한 것으로 확인되었다. 그러나 2018년 1월부터 7월까지 7차례 진행한 TCE 예측에서 ARIMA모형을 이용한 TCE예측값과 Holt-Winters 지수평활법을 이용한 TCE예측값에 비해 실제 TCE에 보다 근사한 결과를 보였다. 이는 AIS자료를 활용하여 추출한 각 항로별 물동량과 VLCC의 원유저장탱크로의 용도변경, 선속의 변화 등으로 인한 실질공급량을 사용한 수요공급비와 운임의 최적상관관계를 이용한 선형기획예측기법이 ARIMA모형 및 Holt-Winters지수평활법 보다 우수한 예측력을 보인다고 할 수 있었다.



Collection @ kmou

## 6.2 연구의 특징, 시사점과 향후 과제

### 6.2.1 연구의 특징

본 연구에 사용된 분석은 선박에서 제공하는 항해정보를 포함하는 AIS자료를 분석하여, 선박의 수요를 도출하고, 원유저장탱크로의 전환 및 선속 등의 공급 변화 요인을 파악해 실질 공급을 도출한 것이다. 이를 이용해, 각 분기별 VLCC TCE의 변화와 최대의 상관계수를 나타내는 항로별 가중치를 부여하여 미래의 운임 수입을 예측하고자 하는 최적화 분석 연구로서, GRG비선형 분석을 이용한 가중치 부여를 통한 최적화 기법을 도입한 미래 예측 분석 방법이다.

### 6.2.2 연구의 시사점

AIS자료를 활용하여 수요와 공급의 최적 상관계수를 활용하여 미래 TCE를 예측한 본 연구는 일반적인 ARIMA모형 및 Holt-Winters 지수평활법을 활용한 추세 및 계절성을 반영하는 운임 방향성 예측의 한계 및 선종별 해상원유 물동량 집계 및 연구의 한계를 극복하는데 다음과 같은 부분에서 기여할 수 있을 것으로 보인다.

첫째, AIS자료 분석을 통한 수요의 식별과 공급 조정 요인의 파악을 통해 수요공급비를 구성하여 시장운임의 움직임과 일치하도록 항로별 가중치를 부여하여 예측한 미래 운임 예측이 단순 운임의 과거 추세와 계절성의 연장으로 예측한 ARIMA모형과 Holt-Winters 지수평활법에 비해 실제 운임에 보다 가까운 예측력을 보이고 있으며, 예측의 방향성 또한 ARIMA모형 및 Holt-Winters 지수평활법에 비해 우수한 것으로 나타났다는 것에서 시사하는 바가 클 것으로 사료된다..

둘째, 본 연구는 AIS자료를 통해 식별가능한 전체 선박의 일일 데이터를 축적하여 선박의 선적, 하역 및 전체 선박의 항차를 분석하여 도출한 물동량을 사용하여 수요를 설정함으로서 AIS자료를 통한 특정 선박의 해상 물동량을 보다 정확하게 파악할 수 있어 선종별 해상 수요를 보다 정확하게 파악할 수 있다.



Collection @ kmou

셋째, AIS자료를 이용해 선박의 위치 및 선속 변화 등의 요인을 보다 정확하게 파악하여 공급의 변화를 보다 실질적으로 파악할 수 있다.

### 6.2.3 향후 과제

AIS자료를 이용한 수요공급비와 TCE의 최적 상관계수에 따른 선형회기분석 방법을 통한 미래 TCE예측 방법은 몇가지 부분에서 연구의 한계점을 보이고 있으므로 향후 추가적인 분석 방식과 보완을 통해 추가적인 연구가 진행될 필요가 있다.

첫째, 본 연구에 사용된 AIS자료는 선박의 정보를 실시간으로 제공해 줄수 있지만, 해당 정보 제공자의 정보 조작의 가능성이 존재하여 정보 왜곡의 가능성이 존재한다.

둘째, 미래의 원유가격 및 미래의 VLCC선적 항해 속도의 불확실성에 따라 과거의 평균 및 추세와 계절성을 다루는 Holt-Winters 지수평활법을 이용한 미래 원유 가격의 변화에 따른 VLCC선적 항해 속도 예측치가 공급 조정요인에 반영되어 향후 유가 선물의 반영 및 선적 항해 속도의 변화에 대한 추가적인 연구를 통해 공급 조정 요인의인 선속에 있어 VLCC선적 항해 속도 예측의 불확실성에 대한 보완이 필요할 것으로 판단된다.

셋째, VLCC항해용선시장으로 한정하여 사용한 AIS자료의 활용을 확대하여 SUEZMAX, AFRAMAX 등의 원유용선시장의 분석 선종의 다양화를 통해 선종별 규모에 따른 물동량과 운임의 간섭현상 등에 대한 추가적 분석을 진행할 수 있다면 보다 나은 질적 연구가 가능할 것이나, 항로의 다양성 및 원근해 항해용선 시장 등의 선종별 시장 특성의 적용 등의 연구 방법 구축의 어려움의 이유로 VLCC항해용선시장 연구로 한정한 것은 아쉬움으로 남는다.



Collection @ kmou

# 감사의 글

본 논문을 완료했음을 말씀드려야 할 분들이 한 분, 한 분 떠오릅니다. 논문을 처음 쓰겠다고 몇 년 만에 불쑥 찾아와 제자라고 여러 가지로 독려해 주신 이재민 교수님과 바쁘신데도 불구하고 초고부터 하나하나 짚어 주신 윤희성 박사님께 감사의 말씀을 전합니다.

논문의 시작부터 끝까지 함께 한 인연이 없었다면 이 논문의 존재까지도 없었을, 어쩌면 이제야 알고 있는 지식의 한편을 가르쳤다고 긴시간 참았다고 하실지도 모르는 이성구 팀장님께도 감사를 드려야 합니다. 이제야 당신께서 쌓아온 지식의 백권에서 한권 읽었다고 감히 말씀드릴 수 있게 되었는지도 모르겠습니다. 태어나 말을 배우고 걸음마를 떼고 달리기를 하는 쉼없이 새로운 것에 희열을 느끼는 것을 제 딸을 통해 보고 있노라면, 함께하는 시간 동안 하나하나 배워가는 모든 것에 즐거움이 있었다는 것, 그리고 아직도 남아 있는 배움의 기회와 시간이 주어져 있음에 감사라는 말로는 제 마음을 다 표현할 수 없음을 헤아려 주시기 바랍니다.

멀리에 있지만 항상 걱정해 주는 친구들, 언제나 힘이 되는 정환이, 지금 이 자리에 앉아 있을 수 있게 해주신 한바다코퍼레이션 강철준 대표님, 큰형님, 작은 형님, 처형, 동생, 저의 네분의 부모님들, 그 외 제 머릿속에서 속삭이듯 떠오르는 수많은 분들께도 감사의 말씀을 전합니다.

마지막으로, 저의 전부가 되어 있는 강태은씨와 이다경에게 배우자로서 아버지로서 순수한 열정을 쏟아 넣은 결과물을 전합니다.



Collection @ kmou

# 참고문헌


김명희, 이기환, 김지영, 2014. 벌크선 운임과 중고선가의 인과성 분석. 해운물류연구 제 30권 제 3호. pp. 637-654

김용호, 2017. 중소형 탱커선 운임 예측에 관한 연구. 석사학위논문. 서울 : 중앙대학교

김현석, 오용식, 2012. 해운선사 주가와 운임지수 BDI 변동성 간의 관계 분석, 해운 물류연구 제 28권 제 4호(통권 75호). pp.637-652

김현석, 장명희, 2014. 해운경기변동과 선박수요· 공급 간의 비선형 장기균형 관계 분석, 해운 물류연구 제 30권 제 2호(통권 82호). pp.381-399

김현석, 장명희, 2015. VAR 모형과 Bayesian VAR 모형의 물동량 예측력 비교 연구. 해운물류연구 제 31권 제2호. pp. 449-466

배성훈, 2016. 부정기선 해운시장의 운임변동성 영향 요인 연구. 석사학위논문. 서울 : 중앙대학교

이영훈, 1999. 국제해운시장의 운임결정요인에 관한 연구(부정기선시장을 중심으로 고찰). 석사학위논문. 서울 : 연세대학교

이태휘,여기태, 2015. 시황 변동에 따른 선박투자패턴 분석에 관한 연구. 해운물류연구 제 31권 제3호, pp.529-547

최정석, 2017. 시스템 다이내믹스를 활용한 선박 연료유 가격 예측. 한국항만경제학회지 제 33집 제1호. pp. 75-87

한국수출입은행, 2017. 2017년도 조선·해운시황 및 2018년도 전망. 서울 : 한국수출입은행 해외경제연구소

Aßmann, L.M., 2012. *Vessel Speeds in Response to Freight Rate and Bunker Price Movements - An Analysis of the VLCC Tanker Market*. Bergen : NORGES HANDELSHØYSKOLE




Collection @ kmou

Bakke, P.H.B. & Reinsborg, D., 2012. *Empirical impacts of macroeconomic risk factors on tanker shipping equities*. Master Thesis. Copenhagen : Copenhagen Business School

Baltic Exchange, 2016. Guide to Market Benchmars, Version 3.1. [Online] Available at: https://www.balticexchange.com/dyn/_assets/_forms/guide-to-market-benchmarks.shtml [Accessed 8 August 2018]

Blaalid, C.B.-G., 2016. *How did the oil price influence the freight rates for VLCC crude oil tankers between 2005 and 2015?*. Master thesis in Finance. Bergen : Norwegian School of Economics

Drud, A., 1985. CONOPT: A GRG CODE FOR LARGE SPARSE DYNAMIC NONLINERA OPTIMAZATION PROBLEMS. *Mathematical Programming*, 31, Issue 2, pp.153-191 [online] Available at: https://doi.org//10.1007/BF02591747 [Accessed 8th September 2018]

Gibson Shipbrokers, 2018. *VLCC Maths in Weekly Tanker Market Report.* [Online] (23rd March 2018) Available at : http://www.gibsons.co.uk/files/673.pdf [Accessed 21st September 2018]

Gibson Shipbrokers, 2018. *Iran-Last Saloon? in Weekly Tanker Market Report.* [Online] (21st September 2018) Available at : http://www.gibsons.co.uk/files/746.pdf [Accessed 21 September 2018]

Hasan, K. J., 2013. S*trategic management of oil tankers companies during recession periods.* Master of Science. Malmö : World Maritime University

Howells, P., 2012. Dynamic Earnings within Tanker Markets:An Investigation of Exogenus and Endogenous Structure Breaks. *American International Journal of Contemporary Research*, Vol.2 No.1, pp.132-147

Jugović, A. Komadina, N. & Hadžić, P., 2015. Factors influencing the formation of freight rates on maritime shipping markets. *Scientific Journal of Maritime Research*, 29, pp. 23-29



Collection @ kmou

Koga, S., 2015. *Major challenges and solutions for utilizing big data in the maritime industry*, Master of Science. Malmö : World Maritime University. [Online] Available at: http://commons.wmu.se/all_dissertations/490 [Accessed 10 August 2018]

Lasdon, L., Waren A.D., Jain, A. & Ratner, M., 1978. Design and Testing of a Generalized Reduced Gradient Code for Nonlinear Programming. A*CM Transaction on Mathematical Software(TOMS)*, Volume 4, pp.34-50 [online] Available at : https://doi.org/10.1145/355769.355773 [Accessed 10 October 2018]

Legaspi, R. D., 2000. *Ship recycling:analysis of the shipbreaking countries in Asia*. World Maritime Dissertations. Malmö : World Maritime University [online] Available at: http://commons.wmu.se/all_dissertations/384 [Acessed 6 August 2018]

Lun,Y.H.V, Lai, K.H and Cheng, T.C.E., 2010. *Shipping and Logistics Management.* Springer : London

Maanum, M.O. and Selnes, H.P., 2015. *Determinants of Vessel Speed in the VLCC Market - Theory vs. Practice*. Master thesis. Bergen : NORGES HANDELSHØYSKOLE

Mann, J., 2013. Floating Oil Storage: A Means to Increase Oil Profits or Evidence of the Effectiveness of the Embargo on Iran?. *Journal of Maritime Research,* Vol.X. No.I, pp.13-18

Parker, S., 2014. *Matching in the oil tanker industry:implications for energy effieiciency.* Doctor of Philosophy, London : University of London

Petri, M., Pratelli, A. & Fusco G., 2016. Data Mining and Big Freight Transport Database Analysis and Forecasting Capabilities. *TRANSACNTIONS ON MARITIME SCIENCE*, 02, pp.99-110

Rødseth,Ø., Perera, L. & Mo, B., 2016. Big data in shipping - Challenges and opportunities. *In Proceedings of the 15th International Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries(COMPIT2016)*, Lecce, Italy, May



Collection @ kmou

2016, [Online]Available at: https://www.researchgate.net/publication/299978961 [Acessed 7 August 2018]

Shipping Intelligent Network, 2018, *Oil & Tanker Trade Outlook,* Vol No. 23, No. 10. London : Clarksons Research

Steen, J.R.T., 2013. *Optimal freight rate management for VLCC.* Kongens Lyngby : Techincal University of Denmark

Stopford, M., 2009. *Maritime Economics*, 3rd Ed. Routledge:New York

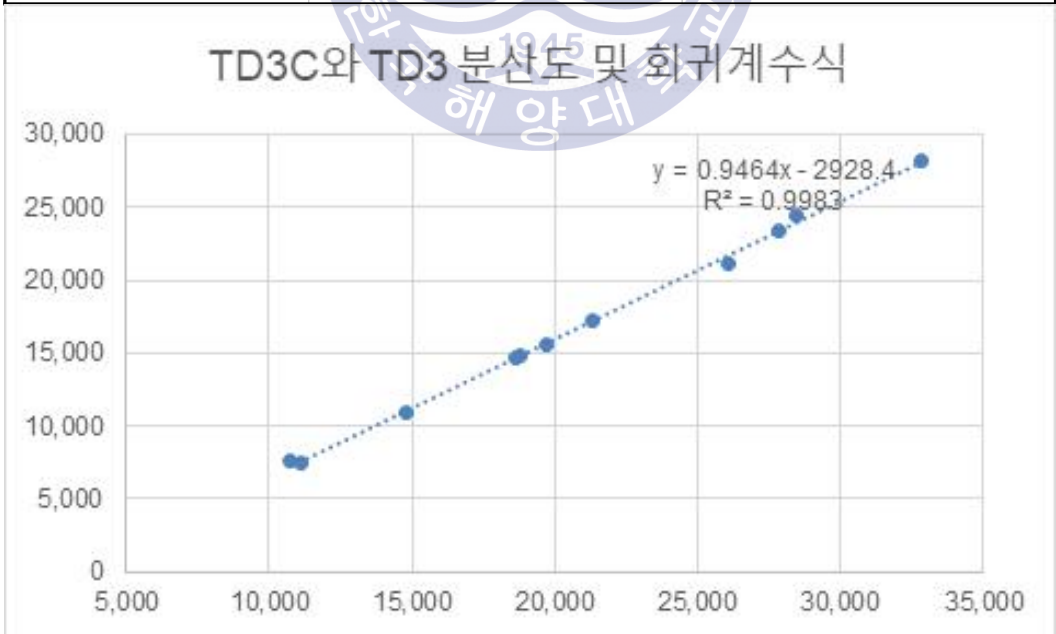


Collection @ kmou

# 부록

## A.1 TD3C(Ras Tanura-Ningbo) TCE와 TD3(Ras Tanura-Chiba) TCE 시계열 자료 및 상관도 회귀분석 차트

| | BDTI TD3-TCE: 260,000mt, Middle East Gulf to Japan | BDTI TD3C-TCE: 270,000t Middle East Gulf to China |
|---|---|---|
| Date | $/day | $/day |
| Feb-2017 | 32,819 | 28,253 |
| Mar-2017 | 19,691 | 15,604 |
| Apr-2017 | 27,825 | 23,352 |
| May-2017 | 21,279 | 17,244 |
| Jun-2017 | 18,644 | 14,667 |
| Jul-2017 | 18,779 | 14,799 |
| Aug-2017 | 11,104 | 7,417 |
| Sep-2017 | 10,740 | 7,686 |
| Oct-2017 | 28,457 | 24,473 |
| Nov-2017 | 26,059 | 21,205 |
| Dec-2017 | 14,782 | 10,939 |






Collection @ kmou

## A.2 VLCC Crude Export From Middle East(Unit : Mbbl, Source :AIS Data)

| 년 | 월 | Unknown | Nasia | China | India | Med | SEAsia | USG | WCNA | ECNA | Meast | WEU | Wafrica | ECSA | Carib | 총합 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2013 | 1 | 0.00 | 163.01 | 91.00 | 40.10 | 29.18 | 50.27 | 16.16 | 10.14 | 15.54 | 2.10 | 2.12 | 3.64 | 4.09 | 1.75 | 429.11 |
| | 2 | 0.00 | 153.79 | 75.32 | 33.16 | 35.28 | 40.43 | 13.94 | 7.22 | 15.34 | 0.00 | 0.00 | 5.68 | 2.08 | 1.81 | 384.04 |
| | 3 | 0.00 | 151.42 | 81.01 | 38.16 | 35.63 | 42.24 | 17.67 | 10.62 | 16.93 | 0.53 | 1.95 | 3.93 | 2.04 | 1.96 | 404.08 |
| | 4 | 0.00 | 155.76 | 78.76 | 42.98 | 47.81 | 48.84 | 17.63 | 12.56 | 13.05 | 0.95 | 2.09 | 3.15 | 4.09 | 0.00 | 427.67 |
| | 5 | 1.07 | 159.14 | 86.34 | 46.62 | 45.48 | 50.85 | 17.65 | 11.22 | 13.28 | 2.25 | 4.11 | 3.96 | 4.14 | 0.00 | 446.11 |
| | 6 | 1.03 | 151.07 | 81.41 | 35.80 | 44.68 | 46.57 | 18.10 | 7.41 | 12.73 | 0.00 | 6.13 | 8.06 | 0.00 | 0.00 | 413.00 |
| | 7 | 0.00 | 154.24 | 94.40 | 39.06 | 46.84 | 52.37 | 19.73 | 12.21 | 13.31 | 0.53 | 0.00 | 6.06 | 0.00 | 0.00 | 438.74 |
| | 8 | 2.06 | 168.44 | 85.68 | 52.71 | 46.65 | 49.71 | 21.86 | 12.80 | 11.44 | 0.00 | 0.00 | 3.86 | 0.00 | 0.00 | 455.22 |
| | 9 | 0.00 | 157.99 | 80.63 | 41.35 | 33.25 | 51.08 | 29.25 | 13.13 | 11.21 | 2.07 | 0.00 | 4.60 | 2.10 | 0.00 | 426.65 |
| | 10 | 0.00 | 166.36 | 85.49 | 34.12 | 51.16 | 50.31 | 17.09 | 11.82 | 19.82 | 0.00 | 2.07 | 3.92 | 2.10 | 2.06 | 446.31 |
| | 11 | 3.10 | 171.52 | 83.11 | 33.95 | 38.66 | 44.92 | 19.84 | 16.03 | 14.43 | 0.00 | 0.00 | 3.93 | 1.98 | 0.00 | 431.45 |
| | 12 | 0.69 | 166.52 | 100.07 | 27.02 | 47.91 | 38.35 | 22.67 | 13.36 | 15.37 | 0.00 | 0.00 | 5.95 | 2.03 | 0.00 | 439.94 |
| 2014 | 1 | 0.00 | 158.42 | 94.81 | 36.80 | 39.15 | 40.47 | 18.76 | 13.81 | 13.86 | 0.38 | 0.00 | 5.98 | 2.11 | 2.11 | 426.66 |
| | 2 | 1.48 | 151.98 | 82.57 | 39.25 | 33.69 | 32.85 | 19.59 | 13.34 | 7.50 | 0.00 | 0.00 | 5.93 | 2.36 | 0.74 | 391.28 |
| | 3 | 0.00 | 151.00 | 91.09 | 34.47 | 46.13 | 45.15 | 21.62 | 6.09 | 12.68 | 1.90 | 0.00 | 3.41 | 1.41 | 0.00 | 414.96 |
| | 4 | 0.00 | 143.43 | 90.00 | 43.50 | 47.77 | 50.55 | 15.59 | 13.55 | 13.04 | 1.03 | 0.00 | 3.04 | 4.05 | 0.00 | 425.54 |
| | 5 | 0.00 | 152.06 | 88.55 | 37.97 | 48.47 | 43.76 | 18.57 | 13.08 | 12.80 | 2.00 | 0.00 | 4.78 | 2.11 | 0.00 | 424.15 |
| | 6 | 0.00 | 152.15 | 79.72 | 36.94 | 42.26 | 45.28 | 11.68 | 10.23 | 8.58 | 0.00 | 0.00 | 3.42 | 2.04 | 0.00 | 392.28 |
| | 7 | 0.52 | 157.30 | 97.89 | 35.37 | 51.15 | 44.54 | 17.01 | 13.08 | 8.54 | 3.94 | 0.00 | 1.57 | 0.00 | 1.03 | 431.93 |
| | 8 | 0.00 | 169.92 | 82.10 | 46.41 | 52.79 | 39.52 | 12.83 | 16.45 | 2.79 | 2.05 | 4.03 | 3.60 | 0.00 | 0.00 | 432.48 |
| | 9 | 3.84 | 146.67 | 93.73 | 37.84 | 50.90 | 41.90 | 16.15 | 10.21 | 8.32 | 0.00 | 1.06 | 4.15 | 3.98 | 0.00 | 418.75 |
| | 10 | 0.00 | 159.51 | 105.12 | 45.68 | 45.63 | 45.58 | 13.60 | 10.88 | 6.01 | 0.00 | 0.00 | 4.14 | 2.04 | 2.65 | 440.85 |
| | 11 | 0.00 | 166.00 | 98.40 | 40.01 | 41.05 | 43.40 | 10.13 | 9.08 | 7.36 | 1.97 | 2.07 | 3.60 | 2.04 | 0.00 | 425.11 |
| | 12 | 0.00 | 156.38 | 112.68 | 33.13 | 49.51 | 49.07 | 13.56 | 9.45 | 6.26 | 0.27 | 2.16 | 3.98 | 1.65 | 2.08 | 440.18 |
| 2015 | 1 | 3.96 | 187.86 | 95.60 | 30.86 | 44.67 | 53.04 | 12.47 | 10.99 | 7.46 | 2.14 | 2.06 | 3.60 | 4.11 | 0.00 | 458.83 |
| | 2 | 1.03 | 153.33 | 84.99 | 25.92 | 42.31 | 40.99 | 9.82 | 8.08 | 12.27 | 0.00 | 0.00 | 4.05 | 1.90 | 2.84 | 387.52 |
| | 3 | 0.88 | 168.39 | 100.34 | 37.05 | 45.29 | 62.32 | 15.59 | 14.42 | 11.59 | 0.00 | 0.00 | 5.41 | 1.93 | 0.70 | 463.92 |
| | 4 | 2.84 | 170.36 | 93.98 | 26.84 | 37.14 | 53.01 | 15.44 | 10.27 | 10.55 | 4.04 | 0.00 | 3.81 | 2.05 | 0.00 | 430.34 |
| | 5 | 0.00 | 159.75 | 91.89 | 36.48 | 46.30 | 50.48 | 14.76 | 12.62 | 11.28 | 3.71 | 4.21 | 1.98 | 2.09 | 0.00 | 435.53 |
| | 6 | 2.54 | 154.36 | 94.62 | 26.61 | 63.54 | 50.99 | 15.76 | 12.50 | 9.48 | 0.55 | 1.22 | 1.84 | 2.15 | 0.00 | 436.14 |
| | 7 | 1.93 | 152.45 | 110.85 | 33.02 | 46.60 | 48.01 | 13.80 | 8.73 | 11.52 | 0.54 | 0.27 | 3.95 | 2.04 | 0.00 | 433.71 |
| | 8 | 0.68 | 161.65 | 103.67 | 30.75 | 54.98 | 50.49 | 16.23 | 10.52 | 10.75 | 2.04 | 4.06 | 4.06 | 2.11 | 0.00 | 451.98 |
| | 9 | 1.42 | 160.43 | 90.72 | 28.19 | 41.33 | 55.05 | 15.93 | 17.01 | 6.09 | 0.00 | 3.28 | 3.93 | 0.00 | 0.00 | 423.38 |
| | 10 | 0.68 | 153.47 | 106.93 | 23.97 | 54.12 | 39.01 | 19.55 | 14.67 | 20.43 | 0.00 | 0.00 | 1.96 | 2.16 | 1.24 | 438.18 |
| | 11 | 2.85 | 158.70 | 94.53 | 44.98 | 52.59 | 44.20 | 12.01 | 13.53 | 6.79 | 0.00 | 3.51 | 1.60 | 2.17 | 0.00 | 437.45 |
| | 12 | 3.76 | 167.41 | 97.08 | 49.90 | 46.83 | 51.18 | 9.53 | 18.38 | 12.73 | 1.92 | 3.95 | 3.62 | 2.13 | 0.00 | 468.40 |
| 2016 | 1 | 1.62 | 177.24 | 111.83 | 36.25 | 49.70 | 57.34 | 13.59 | 11.93 | 11.86 | 1.10 | 0.00 | 3.96 | 2.04 | 0.00 | 478.45 |
| | 2 | 3.05 | 167.83 | 83.46 | 38.40 | 41.05 | 53.59 | 12.06 | 16.79 | 10.09 | 0.00 | 2.11 | 4.03 | 2.16 | 0.00 | 434.61 |



Collection @ kmou

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 0.68 | 173.84 | 111.50 | 43.87 | 47.29 | 54.39 | 13.56 | 16.46 | 17.62 | 1.93 | 1.99 | 3.86 | 2.17 | 0.00 | 489.13 |
| | 4 | 3.09 | 166.03 | 107.16 | 43.61 | 38.18 | 43.12 | 17.62 | 13.62 | 13.62 | 0.66 | 8.38 | 2.40 | 0.00 | 0.00 | 457.47 |
| | 5 | 1.39 | 187.34 | 107.64 | 52.63 | 40.83 | 52.09 | 17.86 | 13.99 | 10.98 | 1.99 | 3.67 | 5.05 | 1.78 | 0.00 | 497.22 |
| | 6 | 2.79 | 164.78 | 103.29 | 38.06 | 63.59 | 46.84 | 17.83 | 10.19 | 7.68 | 1.36 | 8.34 | 3.55 | 2.08 | 0.00 | 470.37 |
| | 7 | 0.00 | 164.98 | 91.07 | 37.63 | 62.33 | 58.10 | 23.92 | 10.56 | 12.86 | 0.00 | 3.86 | 3.85 | 4.16 | 0.00 | 473.31 |
| | 8 | 0.00 | 172.22 | 113.97 | 50.59 | 44.51 | 49.78 | 21.67 | 11.87 | 13.98 | 0.00 | 6.16 | 1.99 | 2.16 | 0.00 | 488.89 |
| | 9 | 3.22 | 166.97 | 113.59 | 58.01 | 31.90 | 48.97 | 17.75 | 9.17 | 20.30 | 7.30 | 4.09 | 5.19 | 2.04 | 0.00 | 488.50 |
| | 10 | 1.12 | 169.90 | 105.61 | 62.69 | 58.17 | 56.59 | 22.89 | 13.17 | 6.89 | 4.84 | 4.49 | 4.91 | 2.16 | 2.11 | 515.53 |
| | 11 | 2.79 | 158.25 | 119.58 | 52.84 | 49.70 | 52.43 | 27.33 | 15.67 | 17.48 | 0.00 | 6.92 | 3.72 | 2.17 | 0.00 | 508.88 |
| | 12 | 0.00 | 180.22 | 90.92 | 41.40 | 48.64 | 58.10 | 28.13 | 9.17 | 20.96 | 10.03 | 16.34 | 3.36 | 0.00 | 0.00 | 507.27 |
| 2017 | 1 | 0.00 | 171.12 | 117.69 | 62.98 | 21.97 | 55.19 | 22.69 | 1.38 | 12.68 | 8.59 | 5.06 | 3.07 | 2.04 | 0.00 | 484.46 |
| | 2 | 0.00 | 153.44 | 85.65 | 45.33 | 41.33 | 46.66 | 15.31 | 15.71 | 11.00 | 5.82 | 4.17 | 3.64 | 2.16 | 0.00 | 430.20 |
| | 3 | 0.00 | 168.83 | 118.16 | 59.73 | 47.00 | 44.79 | 20.88 | 11.51 | 16.71 | 2.04 | 11.17 | 5.05 | 2.19 | 0.00 | 508.04 |
| | 4 | 0.00 | 147.62 | 91.90 | 49.80 | 42.45 | 40.09 | 15.69 | 16.44 | 17.11 | 0.73 | 12.20 | 1.59 | 1.99 | 0.00 | 437.59 |
| | 5 | 0.00 | 152.94 | 104.38 | 47.15 | 51.76 | 44.80 | 21.87 | 10.88 | 9.25 | 2.74 | 14.56 | 1.46 | 0.17 | 1.49 | 463.45 |
| | 6 | 1.98 | 172.80 | 104.30 | 45.16 | 37.92 | 52.32 | 16.33 | 6.66 | 7.93 | 2.04 | 7.61 | 3.45 | 1.44 | 0.00 | 459.93 |
| | 7 | 2.10 | 172.99 | 108.01 | 37.72 | 37.11 | 56.84 | 15.53 | 10.65 | 8.05 | 0.00 | 8.06 | 1.91 | 2.19 | 2.29 | 463.44 |
| | 8 | 2.03 | 157.54 | 98.81 | 42.93 | 31.52 | 59.57 | 13.16 | 15.79 | 6.33 | 2.01 | 8.43 | 3.33 | 2.69 | 1.34 | 445.47 |
| | 9 | 8.96 | 164.30 | 92.90 | 48.95 | 28.99 | 56.70 | 20.31 | 9.77 | 9.60 | 0.00 | 3.10 | 3.05 | 1.71 | 0.69 | 449.03 |
| | 10 | 1.43 | 163.86 | 111.15 | 52.97 | 36.68 | 56.18 | 11.35 | 7.04 | 8.23 | 0.00 | 1.56 | 2.95 | 2.16 | 1.05 | 456.61 |
| | 11 | 10.16 | 156.08 | 100.18 | 43.83 | 41.76 | 56.69 | 7.87 | 9.32 | 4.27 | 2.19 | 11.01 | 1.58 | 3.51 | 0.00 | 448.45 |
| | 12 | 2.18 | 177.10 | 87.37 | 57.66 | 32.30 | 63.08 | 13.23 | 11.52 | 8.58 | 0.00 | 8.58 | 3.14 | 3.30 | 1.06 | 469.10 |
| 2018 | 1 | 1.80 | 151.28 | 107.41 | 59.11 | 45.10 | 61.58 | 21.50 | 12.39 | 6.69 | 1.49 | 5.00 | 1.00 | 3.74 | 1.36 | 479.45 |
| | 2 | 1.78 | 158.82 | 112.95 | 55.37 | 25.25 | 44.94 | 16.37 | 9.33 | 11.20 | 1.85 | 6.98 | 0.00 | 2.53 | 2.07 | 449.43 |
| | 3 | 4.11 | 159.96 | 104.63 | 41.93 | 32.75 | 61.82 | 14.39 | 13.64 | 7.02 | 0.00 | 2.04 | 5.70 | 1.01 | 0.67 | 449.66 |
| | 4 | 0.00 | 172.20 | 112.72 | 48.15 | 27.58 | 60.76 | 13.43 | 10.83 | 6.23 | 2.13 | 5.95 | 2.83 | 2.53 | 1.47 | 466.81 |
| | 5 | 2.09 | 140.91 | 107.36 | 61.21 | 44.78 | 60.82 | 8.32 | 12.77 | 4.06 | 0.00 | 9.77 | 3.10 | 1.67 | 0.00 | 456.85 |
| | 6 | 12.42 | 169.54 | 111.67 | 56.09 | 42.53 | 54.17 | 11.88 | 13.78 | 3.18 | 0.00 | 14.19 | 3.47 | 2.67 | 0.00 | 495.58 |
| | 7 | 62.25 | 145.10 | 98.96 | 46.58 | 24.73 | 31.33 | 17.85 | 15.82 | 3.46 | 0.00 | 13.32 | 3.77 | 2.16 | 0.00 | 465.33 |
| | 총합 | 169.37 | 10838.22 | 6540.87 | 2845.56 | 2896.12 | 3326.44 | 1123.68 | 797.29 | 737.01 | 97.75 | 269.43 | 244.06 | 137.99 | 36.57 | 30060.33 |



Collection @ kmou

## A.3 VLCC Crude Export From West Africa(Unit : Mbbl, Source :AIS Data)

| 년 | 월 | Unknown | China | WEU | India | Wafrica | SEAsia | Nasia | 총합 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2013 | 1 | 0.00 | 28.14 | 0.00 | 15.02 | 0.00 | 1.31 | 6.63 | 51.09 |
| | 2 | 0.00 | 26.15 | 0.00 | 4.92 | 0.00 | 4.65 | 3.83 | 39.55 |
| | 3 | 1.82 | 35.43 | 1.98 | 11.29 | 0.00 | 0.30 | 2.84 | 53.65 |
| | 4 | 0.00 | 27.76 | 0.00 | 11.16 | 0.00 | 0.79 | 2.83 | 42.54 |
| | 5 | 0.00 | 30.79 | 0.00 | 10.15 | 0.00 | 1.97 | 4.53 | 47.43 |
| | 6 | 0.00 | 33.53 | 1.76 | 12.49 | 0.00 | 1.92 | 2.83 | 52.52 |
| | 7 | 0.00 | 29.01 | 0.00 | 17.06 | 0.00 | 2.66 | 2.62 | 51.35 |
| | 8 | 0.00 | 30.70 | 4.77 | 6.83 | 0.00 | 0.00 | 1.23 | 43.53 |
| | 9 | 0.00 | 24.27 | 9.09 | 13.90 | 1.04 | 0.00 | 2.88 | 51.17 |
| | 10 | 0.00 | 30.36 | 0.00 | 13.35 | 0.00 | 0.00 | 3.74 | 47.45 |
| | 11 | 0.00 | 32.32 | 0.00 | 7.68 | 0.00 | 2.10 | 5.94 | 48.04 |
| | 12 | 0.65 | 34.53 | 0.00 | 15.89 | 0.00 | 0.00 | 2.59 | 53.66 |
| 2014 | 1 | 0.00 | 31.06 | 2.01 | 8.66 | 0.00 | 1.78 | 3.80 | 47.30 |
| | 2 | 0.00 | 31.37 | 11.07 | 15.53 | 0.00 | 5.19 | 5.76 | 68.93 |
| | 3 | 1.05 | 27.59 | 1.97 | 10.77 | 0.00 | 1.90 | 3.89 | 47.18 |
| | 4 | 0.00 | 30.57 | 1.62 | 12.56 | 0.00 | 0.00 | 3.86 | 48.61 |
| | 5 | 0.00 | 22.83 | 1.86 | 10.34 | 0.00 | 1.66 | 2.46 | 39.15 |
| | 6 | 0.00 | 29.45 | 1.88 | 13.48 | 0.00 | 1.17 | 1.95 | 47.93 |
| | 7 | 0.00 | 29.23 | 1.61 | 13.34 | 0.00 | 4.95 | 2.22 | 51.35 |
| | 8 | 0.00 | 30.95 | 1.86 | 18.38 | 1.73 | 1.44 | 3.74 | 58.10 |
| | 9 | 0.00 | 37.36 | 3.52 | 13.88 | 0.37 | 3.63 | 3.84 | 62.58 |
| | 10 | 0.00 | 29.21 | 0.00 | 14.87 | 1.82 | 0.91 | 5.72 | 52.53 |
| | 11 | 0.00 | 32.85 | 1.56 | 9.82 | 2.10 | 1.83 | 1.36 | 49.51 |
| | 12 | 1.05 | 33.19 | 9.70 | 14.83 | 3.62 | 5.91 | 0.00 | 68.30 |
| 2015 | 1 | 1.90 | 32.07 | 1.90 | 14.99 | 0.00 | 5.61 | 2.93 | 59.39 |
| | 2 | 0.00 | 23.35 | 2.75 | 9.69 | 0.00 | 10.79 | 2.29 | 48.86 |
| | 3 | 0.00 | 31.73 | 3.81 | 8.82 | 5.42 | 7.95 | 1.35 | 59.08 |
| | 4 | 0.00 | 28.19 | 0.00 | 23.92 | 2.77 | 2.47 | 3.92 | 61.26 |
| | 5 | 0.00 | 28.31 | 0.00 | 17.67 | 2.90 | 3.49 | 5.78 | 58.15 |
| | 6 | 0.00 | 32.04 | 1.98 | 14.78 | 0.00 | 0.00 | 2.25 | 51.04 |
| | 7 | 0.00 | 30.53 | 0.00 | 16.31 | 2.00 | 6.08 | 3.42 | 58.34 |
| | 8 | 0.00 | 32.62 | 0.00 | 22.52 | 0.00 | 1.32 | 1.94 | 58.39 |
| | 9 | 0.00 | 25.32 | 0.00 | 11.61 | 1.93 | 1.73 | 2.93 | 43.52 |
| | 10 | 0.00 | 18.00 | 0.72 | 17.34 | 0.00 | 1.96 | 2.95 | 40.97 |
| | 11 | 0.00 | 35.74 | 0.00 | 11.42 | 0.00 | 4.12 | 2.00 | 53.28 |
| | 12 | 2.21 | 38.05 | 3.08 | 20.10 | 0.00 | 7.10 | 2.21 | 72.75 |
| 2016 | 1 | 0.00 | 35.12 | 0.36 | 15.87 | 0.00 | 5.13 | 2.00 | 58.49 |
| | 2 | 0.00 | 36.71 | 0.00 | 12.30 | 0.00 | 4.76 | 1.65 | 55.42 |



Collection @ kmou

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 0.00 | 34.58 | 0.00 | 14.68 | 0.00 | 4.36 | 4.29 | 57.91 |
| | 4 | 0.30 | 29.16 | 0.00 | 8.89 | 0.00 | 9.14 | 4.22 | 51.71 |
| | 5 | 0.00 | 28.43 | 0.00 | 12.86 | 0.00 | 3.93 | 3.10 | 48.32 |
| | 6 | 0.00 | 26.79 | 0.00 | 15.63 | 0.00 | 3.59 | 3.31 | 49.32 |
| | 7 | 0.00 | 30.88 | 0.00 | 14.48 | 2.70 | 0.98 | 1.36 | 50.40 |
| | 8 | 0.00 | 26.07 | 0.58 | 16.79 | 1.82 | 5.48 | 4.02 | 54.75 |
| | 9 | 1.74 | 18.99 | 0.00 | 12.68 | 2.31 | 6.40 | 1.73 | 43.85 |
| | 10 | 0.00 | 32.24 | 1.07 | 10.46 | 3.29 | 4.71 | 1.18 | 52.95 |
| | 11 | 0.51 | 35.71 | 1.95 | 11.34 | 4.25 | 2.02 | 2.09 | 57.86 |
| | 12 | 0.00 | 40.74 | 0.00 | 4.85 | 0.00 | 4.65 | 2.51 | 52.75 |
| 2017 | 1 | 0.51 | 28.41 | 0.00 | 2.84 | 0.77 | 9.16 | 1.35 | 43.04 |
| | 2 | 0.00 | 38.03 | 0.00 | 5.89 | 0.00 | 7.06 | 0.00 | 50.98 |
| | 3 | 0.00 | 41.74 | 0.00 | 1.30 | 1.43 | 3.83 | 1.74 | 50.05 |
| | 4 | 1.67 | 47.88 | 0.00 | 2.46 | 1.12 | 1.94 | 5.06 | 60.11 |
| | 5 | 0.00 | 29.32 | 0.00 | 4.69 | 0.00 | 4.94 | 5.19 | 44.13 |
| | 6 | 0.00 | 35.43 | 1.66 | 5.80 | 0.00 | 1.01 | 4.46 | 48.35 |
| | 7 | 0.00 | 32.53 | 1.73 | 7.81 | 0.00 | 1.88 | 1.91 | 45.86 |
| | 8 | 0.00 | 35.58 | 0.00 | 2.15 | 0.00 | 5.51 | 2.35 | 45.58 |
| | 9 | 0.00 | 39.59 | 2.11 | 4.89 | 0.00 | 2.32 | 2.78 | 51.68 |
| | 10 | 0.00 | 32.94 | 4.01 | 8.20 | 0.00 | 6.78 | 2.92 | 54.84 |
| | 11 | 2.27 | 28.04 | 0.00 | 13.55 | 0.00 | 6.64 | 0.98 | 51.48 |
| | 12 | 0.00 | 46.54 | 0.00 | 13.48 | 0.00 | 1.85 | 2.01 | 63.88 |
| 2018 | 1 | 0.00 | 46.91 | 3.04 | 13.39 | 0.00 | 4.96 | 1.05 | 69.36 |
| | 2 | 0.00 | 32.10 | 0.00 | 18.56 | 0.00 | 3.49 | 0.00 | 54.15 |
| | 3 | 0.00 | 34.16 | 1.96 | 14.17 | 0.00 | 1.32 | 1.26 | 52.87 |
| | 4 | 1.90 | 43.41 | 1.91 | 5.33 | 0.00 | 0.74 | 1.99 | 55.27 |
| | 5 | 0.84 | 30.31 | 2.92 | 9.66 | 4.82 | 2.99 | 1.92 | 53.47 |
| | 6 | 3.17 | 31.14 | 1.00 | 20.75 | 0.53 | 4.94 | 2.13 | 63.66 |
| | 7 | 3.37 | 33.54 | 0.00 | 8.85 | 0.00 | 1.83 | 0.00 | 47.58 |
| | 총합 | 24.95 | 2147.55 | 94.77 | 799.94 | 48.74 | 226.99 | 185.60 | 3528.53 |



Collection @ kmou

## A.4 VLCC Crude Export From Carib & USG(Unit : Mbbl, Source :AIS Data)

| 년 | 월 | Unknown | India | China | Carib | Unknown | India | Nasia | China | SEAsia | 총합 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2013 | 1 | 0.00 | 13.33 | 9.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.34 | 0.00 | 24.23 |
| | 2 | 0.00 | 11.52 | 10.71 | 0.00 | 0.00 | 3.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 25.92 |
| | 3 | 0.00 | 11.56 | 6.16 | 2.10 | 0.00 | 5.79 | 0.00 | 1.96 | 0.00 | 27.57 |
| | 4 | 0.00 | 9.44 | 12.27 | 0.00 | 0.00 | 1.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 23.69 |
| | 5 | 0.00 | 13.41 | 7.16 | 1.05 | 0.00 | 3.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 25.46 |
| | 6 | 0.00 | 11.33 | 6.56 | 0.00 | 0.00 | 1.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.31 |
| | 7 | 0.00 | 14.75 | 5.63 | 0.00 | 0.00 | 5.47 | 0.00 | 1.92 | 0.00 | 27.77 |
| | 8 | 0.00 | 16.83 | 5.48 | 0.00 | 0.00 | 2.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.48 |
| | 9 | 0.00 | 8.55 | 5.33 | 0.00 | 0.00 | 1.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.49 |
| | 10 | 0.00 | 13.12 | 7.08 | 0.00 | 0.00 | 3.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.14 |
| | 11 | 0.00 | 7.80 | 7.86 | 0.00 | 0.00 | 3.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.58 |
| | 12 | 0.00 | 9.94 | 8.37 | 0.00 | 0.00 | 1.86 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 22.24 |
| 2014 | 1 | 0.00 | 8.59 | 8.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.04 |
| | 2 | 0.00 | 6.64 | 5.07 | 0.00 | 0.00 | 1.84 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.55 |
| | 3 | 0.00 | 8.84 | 8.86 | 0.00 | 0.00 | 3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 20.85 |
| | 4 | 0.00 | 14.25 | 3.59 | 0.00 | 0.00 | 3.85 | 0.00 | 1.44 | 0.00 | 23.12 |
| | 5 | 0.00 | 9.05 | 6.21 | 0.00 | 0.00 | 2.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.42 |
| | 6 | 0.00 | 7.61 | 3.83 | 0.00 | 0.00 | 1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.24 |
| | 7 | 0.00 | 15.12 | 3.84 | 0.00 | 0.00 | 1.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 20.74 |
| | 8 | 0.00 | 7.23 | 8.58 | 0.00 | 0.00 | 2.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.92 |
| | 9 | 0.00 | 14.37 | 4.51 | 0.00 | 0.00 | 3.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.57 |
| | 10 | 0.00 | 13.42 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 1.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.20 |
| | 11 | 0.00 | 9.89 | 8.07 | 0.00 | 0.00 | 2.03 | 0.68 | 0.85 | 0.00 | 21.53 |
| | 12 | 0.00 | 16.42 | 6.96 | 0.06 | 0.00 | 2.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 26.24 |
| 2015 | 1 | 0.00 | 15.76 | 11.31 | 0.00 | 0.00 | 3.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 30.98 |
| | 2 | 0.00 | 9.80 | 5.57 | 2.10 | 0.00 | 1.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.35 |
| | 3 | 0.00 | 14.16 | 7.52 | 2.54 | 0.00 | 5.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 29.83 |
| | 4 | 0.00 | 13.48 | 8.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 21.50 |
| | 5 | 0.00 | 7.75 | 8.93 | 0.00 | 0.00 | 2.31 | 1.44 | 0.00 | 0.00 | 20.42 |
| | 6 | 0.00 | 15.12 | 13.26 | 0.00 | 0.00 | 1.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 29.80 |
| | 7 | 0.00 | 11.95 | 8.87 | 0.00 | 0.00 | 2.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.86 |
| | 8 | 0.00 | 14.18 | 10.21 | 0.00 | 0.00 | 4.96 | 1.97 | 0.00 | 0.00 | 31.32 |
| | 9 | 0.00 | 15.43 | 7.25 | 0.00 | 0.00 | 4.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 26.83 |
| | 10 | 2.11 | 12.00 | 10.32 | 0.00 | 0.00 | 3.93 | 1.40 | 0.00 | 0.00 | 29.76 |
| | 11 | 0.00 | 11.79 | 11.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.11 | 0.00 | 0.00 | 25.60 |



Collection @ kmou

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 | 0.00 | 13.25 | 9.20 | 2.06 | 0.00 | 4.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 28.68 |
| 2016 | 1 | 0.00 | 17.59 | 7.69 | 0.00 | 0.00 | 2.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.34 |
| | 2 | 0.00 | 7.66 | 7.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.06 | 0.00 | 0.00 | 17.09 |
| | 3 | 0.00 | 14.86 | 6.20 | 0.00 | 1.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.96 |
| | 4 | 1.14 | 11.99 | 13.87 | 0.00 | 0.00 | 2.01 | 0.66 | 0.00 | 0.00 | 29.67 |
| | 5 | 0.00 | 13.61 | 9.52 | 0.00 | 0.00 | 2.13 | 4.64 | 0.00 | 1.02 | 30.92 |
| | 6 | 0.00 | 13.63 | 6.32 | 0.00 | 0.00 | 4.06 | 1.97 | 0.00 | 0.00 | 25.97 |
| | 7 | 0.00 | 13.10 | 11.45 | 0.00 | 0.00 | 3.77 | 0.00 | 0.00 | 1.96 | 30.29 |
| | 8 | 0.00 | 12.16 | 11.47 | 0.00 | 0.00 | 4.18 | 1.99 | 0.00 | 0.00 | 29.79 |
| | 9 | 1.82 | 12.07 | 10.40 | 0.00 | 0.00 | 6.29 | 4.96 | 0.00 | 0.00 | 35.54 |
| | 10 | 0.00 | 11.58 | 9.52 | 0.00 | 0.00 | 6.85 | 4.07 | 0.00 | 2.14 | 34.17 |
| | 11 | 0.00 | 9.82 | 9.22 | 0.00 | 0.00 | 5.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.24 |
| | 12 | 0.00 | 11.95 | 7.15 | 0.00 | 0.00 | 3.88 | 1.03 | 0.00 | 1.03 | 25.04 |
| 2017 | 1 | 0.00 | 9.28 | 8.62 | 0.00 | 0.00 | 1.68 | 0.00 | 1.94 | 3.47 | 24.99 |
| | 2 | 0.00 | 10.40 | 12.51 | 0.00 | 0.00 | 5.93 | 0.00 | 0.51 | 3.03 | 32.37 |
| | 3 | 0.00 | 11.65 | 9.48 | 0.00 | 0.00 | 4.02 | 0.00 | 1.93 | 2.02 | 29.10 |
| | 4 | 0.00 | 9.69 | 9.28 | 0.00 | 0.00 | 4.04 | 0.00 | 0.00 | 1.03 | 24.04 |
| | 5 | 0.00 | 10.54 | 12.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.02 | 1.14 | 4.03 | 29.53 |
| | 6 | 0.00 | 11.68 | 12.21 | 0.00 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 3.18 | 1.96 | 29.76 |
| | 7 | 0.00 | 11.47 | 9.13 | 2.01 | 0.00 | 3.04 | 2.02 | 0.00 | 2.06 | 29.73 |
| | 8 | 0.00 | 11.33 | 6.79 | 0.00 | 0.00 | 2.05 | 3.14 | 5.46 | 5.28 | 34.05 |
| | 9 | 0.00 | 10.27 | 8.48 | 0.00 | 0.00 | 8.06 | 5.33 | 3.55 | 0.00 | 35.69 |
| | 10 | 2.06 | 5.80 | 12.28 | 0.00 | 1.01 | 8.39 | 3.92 | 4.58 | 4.09 | 42.13 |
| | 11 | 3.69 | 3.89 | 9.10 | 0.00 | 2.15 | 8.02 | 8.69 | 2.74 | 0.00 | 38.27 |
| | 12 | 0.00 | 5.50 | 5.01 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 3.03 | 4.91 | 2.03 | 22.48 |
| 2018 | 1 | 0.21 | 7.50 | 12.29 | 0.00 | 1.02 | 5.67 | 3.16 | 7.14 | 0.00 | 37.00 |
| | 2 | 1.04 | 5.24 | 11.30 | 0.00 | 0.00 | 2.07 | 4.17 | 6.58 | 1.98 | 32.38 |
| | 3 | 0.85 | 9.76 | 3.62 | 0.00 | 0.00 | 5.66 | 0.70 | 9.90 | 2.12 | 32.60 |
| | 4 | 0.00 | 9.76 | 7.77 | 0.00 | 2.10 | 7.11 | 4.99 | 8.76 | 2.13 | 42.62 |
| | 5 | 0.00 | 13.00 | 9.07 | 0.00 | 3.53 | 6.24 | 10.09 | 6.55 | 1.88 | 50.34 |
| | 6 | 0.00 | 5.59 | 9.24 | 0.00 | 2.20 | 1.73 | 7.05 | 2.06 | 1.38 | 29.25 |
| | 7 | 5.67 | 5.86 | 5.60 | 0.00 | 2.13 | 3.09 | 5.67 | 8.17 | 2.07 | 38.24 |
| | 총합 | 18.59 | 745.86 | 564.36 | 11.92 | 16.02 | 216.72 | 91.94 | 88.69 | 46.71 | 1800.81 |



Collection @ kmou

A.5 VLCC Crude Export From Carib & USG(Unit : Mbbl, Source :AIS Data)

| 년 | 월 | Unknown | China | Nasia | SEAsia | Unknown | China | India | 총합 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2013 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1.98 | 0.00 | 0.00 | 3.84 | 0.00 | 5.81 |
| | 2 | 0.72 | 0.00 | 4.05 | 0.00 | 0.00 | 2.11 | 0.00 | 6.89 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 2.09 | 0.00 | 0.00 | 2.17 | 0.00 | 4.26 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.25 | 0.00 | 2.04 | 2.00 | 9.29 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 1.95 | 0.00 | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 5.62 |
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.85 | 0.00 | 3.85 |
| | 8 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 9 | 2.03 | 1.04 | 0.00 | 1.05 | 0.00 | 3.80 | 1.87 | 9.78 |
| | 10 | 1.14 | 0.00 | 3.73 | 0.00 | 0.00 | 3.96 | 2.10 | 10.92 |
| | 11 | 0.00 | 0.00 | 5.81 | 0.00 | 0.00 | 4.15 | 2.11 | 12.08 |
| | 12 | 0.00 | 1.57 | 4.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.04 | 7.74 |
| 2014 | 1 | 0.00 | 0.87 | 2.12 | 0.50 | 0.00 | 2.13 | 2.13 | 7.75 |
| | 2 | 0.00 | 2.06 | 3.80 | 0.00 | 0.00 | 2.94 | 0.00 | 8.79 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.47 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 2.04 | 3.79 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.33 | 0.00 | 3.33 |
| | 6 | 0.00 | 1.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.92 | 0.00 | 9.24 |
| | 7 | 0.00 | 1.96 | 0.00 | 2.08 | 0.00 | 4.05 | 4.00 | 12.08 |
| | 8 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 9 | 0.00 | 0.00 | 2.01 | 0.00 | 1.07 | 2.04 | 1.07 | 6.19 |
| | 10 | 0.00 | 0.00 | 2.04 | 0.00 | 0.00 | 4.58 | 0.00 | 6.62 |
| | 11 | 0.00 | 0.00 | 1.97 | 0.00 | 0.00 | 4.45 | 5.06 | 11.48 |
| | 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.14 | 4.12 | 7.27 |
| 2015 | 1 | 0.00 | 0.00 | 4.05 | 0.00 | 0.00 | 4.11 | 0.00 | 8.16 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 1.40 | 0.00 | 1.07 | 6.30 | 0.00 | 8.76 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 6.04 | 0.00 | 0.00 | 6.27 | 2.11 | 14.42 |
| | 4 | 0.00 | 3.65 | 2.50 | 0.98 | 0.00 | 10.29 | 0.00 | 17.43 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.09 | 0.00 | 7.51 | 2.06 | 10.66 |
| | 6 | 0.00 | 1.06 | 3.40 | 1.06 | 0.00 | 5.22 | 1.40 | 12.14 |
| | 7 | 0.00 | 1.97 | 2.08 | 0.00 | 0.00 | 5.23 | 3.13 | 12.40 |
| | 8 | 1.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.23 | 3.04 | 7.29 |
| | 9 | 0.00 | 1.10 | 4.68 | 1.12 | 0.00 | 6.37 | 0.00 | 13.27 |
| | 10 | 0.00 | 5.28 | 1.58 | 0.00 | 0.00 | 6.21 | 3.12 | 16.19 |
| | 11 | 0.00 | 0.15 | 2.73 | 0.86 | 0.00 | 4.25 | 3.04 | 11.03 |
| | 12 | 0.00 | 0.00 | 6.17 | 0.00 | 0.00 | 6.43 | 2.06 | 14.66 |



Collection @ kmou

| 2016 | 1 | 0.00 | 5.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.14 | 0.00 | 10.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 3.89 | 0.00 | 0.00 | 5.00 | 0.00 | 8.89 |
| | 3 | 0.00 | 5.87 | 0.00 | 2.04 | 0.00 | 6.83 | 0.00 | 14.74 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.98 | 1.17 | 5.14 |
| | 5 | 0.00 | 5.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.36 | 2.09 | 14.36 |
| | 6 | 0.00 | 5.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.31 | 0.00 | 12.26 |
| | 7 | 0.00 | 1.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.35 | 0.00 | 9.33 |
| | 8 | 0.00 | 0.00 | 2.10 | 0.00 | 0.00 | 6.31 | 2.13 | 10.54 |
| | 9 | 0.00 | 3.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.25 | 0.00 | 12.20 |
| | 10 | 0.00 | 6.14 | 5.76 | 0.00 | 0.00 | 4.23 | 4.31 | 20.43 |
| | 11 | 0.00 | 1.95 | 3.98 | 0.00 | 0.00 | 5.78 | 2.13 | 13.83 |
| | 12 | 0.00 | 5.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.46 | 4.25 | 17.98 |
| 2017 | 1 | 0.00 | 5.24 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 11.69 | 2.13 | 20.50 |
| | 2 | 0.00 | 4.09 | 3.32 | 2.17 | 0.00 | 7.06 | 2.10 | 18.74 |
| | 3 | 0.00 | 6.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.39 | 0.00 | 13.48 |
| | 4 | 0.00 | 10.95 | 1.88 | 3.11 | 0.00 | 4.19 | 4.28 | 24.40 |
| | 5 | 0.00 | 5.83 | 6.24 | 2.67 | 0.00 | 10.40 | 4.28 | 29.43 |
| | 6 | 0.00 | 7.73 | 1.97 | 0.00 | 0.00 | 4.08 | 0.00 | 13.78 |
| | 7 | 0.00 | 5.99 | 5.33 | 2.06 | 0.00 | 8.22 | 2.00 | 23.59 |
| | 8 | 0.00 | 5.50 | 4.13 | 2.12 | 0.00 | 2.06 | 0.00 | 13.81 |
| | 9 | 0.00 | 1.97 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 6.49 | 0.00 | 10.46 |
| | 10 | 0.00 | 4.95 | 6.75 | 0.01 | 0.00 | 5.85 | 4.27 | 21.83 |
| | 11 | 0.00 | 1.41 | 2.92 | 0.00 | 0.00 | 7.10 | 0.00 | 11.44 |
| | 12 | 0.00 | 0.00 | 1.97 | 0.00 | 0.00 | 12.03 | 2.09 | 16.08 |
| 2018 | 1 | 0.00 | 2.97 | 0.64 | 0.60 | 0.00 | 13.17 | 0.00 | 17.38 |
| | 2 | 0.00 | 3.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.51 | 0.00 | 14.37 |
| | 3 | 0.00 | 1.28 | 5.25 | 0.00 | 0.00 | 13.25 | 0.00 | 19.77 |
| | 4 | 0.00 | 3.41 | 2.05 | 0.68 | 0.00 | 10.49 | 0.00 | 16.62 |
| | 5 | 0.00 | 10.46 | 2.04 | 0.78 | 2.14 | 8.12 | 2.03 | 25.57 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 3.24 | 0.00 | 1.08 | 7.55 | 0.00 | 11.87 |
| | 7 | 4.23 | 0.00 | 1.53 | 0.00 | 1.08 | 4.96 | 0.00 | 11.79 |
| | 총합 | 9.14 | 146.61 | 138.08 | 34.68 | 6.43 | 363.57 | 87.74 | 786.24 |



Collection @ kmou

A.6 VLCC Floating Storage and Brent Price (Gibson+IEA Report, S&P Global Platts Cflow AIS Data, Clarksons)

| Year-Month | Total | Loading | Discharging | Brent Price($/Bbl) |
|---|---|---|---|---|
| 2013년 1월 | 14 | 14 | 0 | 111.35 |
| 2013년 2월 | 15 | 15 | 0 | 115.3 |
| 2013년 3월 | 16 | 16 | 0 | 107.43 |
| 2013년 4월 | 15 | 15 | 0 | 100.61 |
| 2013년 5월 | 16 | 16 | 0 | 101.47 |
| 2013년 6월 | 16 | 16 | 0 | 103.39 |
| 2013년 7월 | 15 | 15 | 0 | 108.4 |
| 2013년 8월 | 13 | 13 | 0 | 111.12 |
| 2013년 9월 | 10 | 10 | 0 | 109.98 |
| 2013년 10월 | 11 | 11 | 0 | 110.11 |
| 2013년 11월 | 9 | 9 | 0 | 109.32 |
| 2013년 12월 | 13 | 13 | 0 | 110.34 |
| 2014년 1월 | 13 | 14 | 0 | 108.83 |
| 2014년 2월 | 16 | 14 | 2 | 109.74 |
| 2014년 3월 | 12 | 14 | 0 | 106.54 |
| 2014년 4월 | 11 | 14 | 0 | 109.07 |
| 2014년 5월 | 12 | 15 | 0 | 110.72 |
| 2014년 6월 | 11 | 17 | 0 | 114.29 |
| 2014년 7월 | 13 | 17 | 0 | 105.39 |
| 2014년 8월 | 12 | 18 | 0 | 99.88 |
| 2014년 9월 | 19 | 18 | 1 | 95.01 |
| 2014년 10월 | 13 | 19 | 0 | 86.24 |
| 2014년 11월 | 10 | 19 | 0 | 72.67 |
| 2014년 12월 | 11 | 19 | 0 | 61.69 |
| 2015년 1월 | 26 | 19 | 7 | 49.69 |
| 2015년 2월 | 28 | 18 | 10 | 60.57 |
| 2015년 3월 | 36 | 18 | 18 | 58.47 |
| 2015년 4월 | 39 | 19 | 20 | 64.75 |
| 2015년 5월 | 47 | 19 | 28 | 62.58 |
| 2015년 6월 | 47 | 20 | 27 | 60.65 |
| 2015년 7월 | 48 | 20 | 28 | 52.69 |
| 2015년 8월 | 41 | 20 | 21 | 47.14 |
| 2015년 9월 | 43 | 19 | 24 | 48.39 |
| 2015년 10월 | 41 | 19 | 22 | 49.05 |



Collection @ kmou

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2015년 11월 | 36 | 21 | 15 | 45.35 |
| 2015년 12월 | 35 | 22 | 13 | 36.37 |
| 2016년 1월 | 36 | 22 | 14 | 34.07 |
| 2016년 2월 | 38 | 21 | 17 | 35.66 |
| 2016년 3월 | 47 | 21 | 26 | 38.5 |
| 2016년 4월 | 53 | 21 | 32 | 44.46 |
| 2016년 5월 | 57 | 21 | 36 | 48.85 |
| 2016년 6월 | 50 | 21 | 29 | 48.74 |
| 2016년 7월 | 43 | 21 | 22 | 41.85 |
| 2016년 8월 | 43 | 21 | 22 | 49.16 |
| 2016년 9월 | 42 | 20 | 22 | 48.47 |
| 2016년 10월 | 41 | 19 | 22 | 50.13 |
| 2016년 11월 | 39 | 15 | 24 | 48.52 |
| 2016년 12월 | 38 | 9 | 29 | 56.74 |
| 2017년 1월 | 41 | 10 | 31 | 55.65 |
| 2017년 2월 | 42 | 9 | 33 | 56.21 |
| 2017년 3월 | 32 | 6 | 26 | 52.8 |
| 2017년 4월 | 29 | 5 | 24 | 51.88 |
| 2017년 5월 | 32 | 6 | 26 | 51.85 |
| 2017년 6월 | 36 | 7 | 29 | 47.66 |
| 2017년 7월 | 33 | 8 | 25 | 51.71 |
| 2017년 8월 | 29 | 8 | 21 | 52.37 |
| 2017년 9월 | 26 | 5 | 22 | 57.55 |
| 2017년 10월 | 25 | 2 | 22 | 59.25 |
| 2017년 11월 | 21 | 1 | 20 | 63.76 |
| 2017년 12월 | 21 | 1 | 20 | 66.45 |
| 2018년 1월 | 22 | 1 | 21 | 70.5 |
| 2018년 2월 | 18 | 2 | 16 | 65.13 |
| 2018년 3월 | 19 | 1 | 17 | 69.17 |
| 2018년 4월 | 20 | 2 | 18 | 74.64 |
| 2018년 5월 | 17 | 1 | 16 | 77.98 |
| 2018년 6월 | 20 | 2 | 19 | 78.2 |
| 2018년 7월 | 17 | 0 | 17 | 74.39 |



Collection @ kmou

## A.7 Correlation Table between Floating Storage and Brent Price

| 상관계수 시차 | Total Floating Storage | Loading Port | Discharging Port |
|---|---|---|---|
| correl-6m | -0.764 | 0.158 | -0.901 |
| correl-5m | -0.804 | 0.114 | -0.921 |
| correl-4m | -0.838 | 0.058 | -0.931 |
| correl-3m | -0.855 | -0.002 | -0.921 |
| correl-2m | -0.855 | -0.051 | -0.896 |
| correl-1m | -0.835 | -0.105 | -0.853 |
| correl-0m | -0.816 | -0.165 | -0.810 |

KOREA MARITIME AND OCEAN UNIVERSITY
1945
한국해양대학교



Collection @ kmou

## A.8 Monthly VLCC Average Speed (Global Platts Cflow AIS Data)

| Period | Average Speed | Laden | Unladen |
|---|---|---|---|
| 2013-01 | 13.07 | 13.71 | 12.43 |
| 2013-02 | 12.97 | 13.69 | 12.25 |
| 2013-03 | 12.86 | 13.66 | 12.06 |
| 2013-04 | 12.76 | 13.64 | 11.88 |
| 2013-05 | 12.65 | 13.61 | 11.69 |
| 2013-06 | 12.62 | 13.59 | 11.64 |
| 2013-07 | 12.58 | 13.56 | 11.60 |
| 2013-08 | 12.55 | 13.54 | 11.56 |
| 2013-09 | 12.60 | 13.51 | 11.68 |
| 2013-10 | 12.64 | 13.49 | 11.80 |
| 2013-11 | 12.69 | 13.47 | 11.91 |
| 2013-12 | 12.71 | 13.44 | 11.99 |
| 2014-01 | 12.74 | 13.42 | 12.06 |
| 2014-02 | 12.76 | 13.39 | 12.13 |
| 2014-03 | 12.58 | 13.37 | 11.79 |
| 2014-04 | 12.40 | 13.34 | 11.46 |
| 2014-05 | 12.22 | 13.32 | 11.12 |
| 2014-06 | 12.26 | 13.29 | 11.22 |
| 2014-07 | 12.29 | 13.27 | 11.32 |
| 2014-08 | 12.33 | 13.24 | 11.42 |
| 2014-09 | 12.38 | 13.22 | 11.53 |
| 2014-10 | 12.42 | 13.19 | 11.65 |
| 2014-11 | 12.47 | 13.17 | 11.77 |
| 2014-12 | 12.67 | 13.15 | 12.20 |
| 2015-01 | 12.87 | 13.12 | 12.63 |
| 2015-02 | 13.08 | 13.10 | 13.05 |
| 2015-03 | 13.08 | 13.07 | 13.09 |
| 2015-04 | 13.09 | 13.05 | 13.12 |
| 2015-05 | 13.09 | 13.02 | 13.16 |
| 2015-06 | 13.00 | 13.00 | 13.01 |
| 2015-07 | 12.92 | 12.97 | 12.86 |
| 2015-08 | 12.83 | 12.95 | 12.71 |



Collection @ kmou

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2015-09 | 12.90 | 12.92 | 12.88 |
| 2015-10 | 12.98 | 12.90 | 13.05 |
| 2015-11 | 13.05 | 12.87 | 13.23 |
| 2015-12 | 13.17 | 12.85 | 13.50 |
| 2016-01 | 13.30 | 12.83 | 13.77 |
| 2016-02 | 13.42 | 12.80 | 14.04 |
| 2016-03 | 13.38 | 12.78 | 13.98 |
| 2016-04 | 13.34 | 12.75 | 13.93 |
| 2016-05 | 13.30 | 12.73 | 13.87 |
| 2016-06 | 13.08 | 12.70 | 13.46 |
| 2016-07 | 12.87 | 12.68 | 13.06 |
| 2016-08 | 12.65 | 12.65 | 12.65 |
| 2016-09 | 12.68 | 12.63 | 12.73 |
| 2016-10 | 12.81 | 12.60 | 13.02 |
| 2016-11 | 12.88 | 12.58 | 13.18 |
| 2016-12 | 12.87 | 12.55 | 13.19 |
| 2017-01 | 12.89 | 12.53 | 13.25 |
| 2017-02 | 12.83 | 12.53 | 13.13 |
| 2017-03 | 12.77 | 12.53 | 13.01 |
| 2017-04 | 12.79 | 12.53 | 13.05 |
| 2017-05 | 12.76 | 12.53 | 12.99 |
| 2017-06 | 12.54 | 12.53 | 12.55 |
| 2017-07 | 12.55 | 12.53 | 12.57 |
| 2017-08 | 12.34 | 12.53 | 12.15 |
| 2017-09 | 12.38 | 12.53 | 12.21 |
| 2017-10 | 12.42 | 12.53 | 12.30 |
| 2017-11 | 12.64 | 12.61 | 12.69 |
| 2017-12 | 12.46 | 12.52 | 12.39 |
| 2018-01 | 12.44 | 12.48 | 12.40 |
| 2018-02 | 12.34 | 12.50 | 12.16 |
| 2018-03 | 12.25 | 12.41 | 12.07 |
| 2018-04 | 12.28 | 12.52 | 11.99 |
| 2018-05 | 12.18 | 12.42 | 11.92 |
| 2018-06 | 12.14 | 12.43 | 11.80 |
| 2018-07 | 12.06 | 12.32 | 11.74 |



Collection @ kmou

A.9 중동 수출 항로 가중치 변화 (2018년 1월 ~ 7월)

| 18.1월 | Nasia | China | India | Med | SEAsia | USG | WCNA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0% | 80% | 0% | 4% | 16% | 0% | 200% |
| | ECNA | Meast | WEU | Safrica | ECSA | Carib | |
| | 12% | 0% | 0% | 200% | 200% | 0% | |
| 18.2월 | Nasia | China | India | Med | SEAsia | USG | WCNA |
| | 0% | 80% | 0% | 4% | 12% | 0% | 200% |
| | ECNA | Meast | WEU | Safrica | ECSA | Carib | |
| | 11% | 0% | 0% | 140% | 200% | 0% | |
| 18.3월 | Nasia | China | India | Med | SEAsia | USG | WCNA |
| | 1% | 80% | 0% | 7% | 16% | 1% | 200% |
| | ECNA | Meast | WEU | Safrica | ECSA | Carib | |
| | 13% | 0% | 0% | 4% | 93% | 0% | |
| 18.4월 | Nasia | China | India | Med | SEAsia | USG | WCNA |
| | 1% | 80% | 0% | 7% | 31% | 0% | 200% |
| | ECNA | Meast | WEU | Safrica | ECSA | Carib | |
| | 0% | 0% | 0% | 4% | 200% | 0% | |
| 18.5월 | Nasia | China | India | Med | SEAsia | USG | WCNA |
| | 1% | 80% | 0% | 8% | 69% | 0% | 158% |
| | ECNA | Meast | WEU | Safrica | ECSA | Carib | |
| | 11% | 0% | 0% | 0% | 200% | 0% | |
| 18.6월 | Nasia | China | India | Med | SEAsia | USG | WCNA |
| | 1% | 80% | 0% | 5% | 19% | 0% | 84% |
| | ECNA | Meast | WEU | Safrica | ECSA | Carib | |
| | 4% | 0% | 0% | 0% | 127% | 0% | |
| 18.7월 | Nasia | China | India | Med | SEAsia | USG | WCNA |
| | 0% | 80% | 0% | 1% | 34% | 0% | 172% |
| | ECNA | Meast | WEU | Safrica | ECSA | Carib | |
| | 1% | 0% | 0% | 0% | 200% | 0% | |



Collection @ kmou

A.10 서아프리카 수출 항로 가중치 변화 (2018년 1월 ~ 7월)

| 18.1월 | China | WEU | India | Safrica | SEAsia | Nasia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 56% | 71% | 167% | 0% | 144% | 16% |
| 18.2월 | China | WEU | India | Safrica | SEAsia | Nasia |
| | 34% | 67% | 112% | 0% | 90% | 21% |
| 18.3월 | China | WEU | India | Safrica | SEAsia | Nasia |
| | 84% | 76% | 65% | 0% | 137% | 152% |
| 18.4월 | China | WEU | India | Safrica | SEAsia | Nasia |
| | 79% | 101% | 30% | 0% | 173% | 200% |
| 18.5월 | China | WEU | India | Safrica | SEAsia | Nasia |
| | 47% | 131% | 43% | 0% | 200% | 195% |
| 18.6월 | China | WEU | India | Safrica | SEAsia | Nasia |
| | 65% | 0% | 68% | 0% | 200% | 106% |
| 18.7월 | China | WEU | India | Safrica | SEAsia | Nasia |
| | 28% | 62% | 19% | 0% | 178% | 167% |

A.11 카리브와 미국걸프연안 수출 항로 가중치 변화 (2018년 1월 ~ 7월)

| | Carib | | | USG | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18.1월 | India | China | Carib | India | Nasia | China | SEAsia |
| | 0% | 102% | 200% | 0% | 79% | 197% | 0% |
| 18.2월 | India | China | Carib | India | Nasia | China | SEAsia |
| | 0% | 82% | 200% | 0% | 25% | 17% | 0% |
| 18.3월 | India | China | Carib | India | Nasia | China | SEAsia |
| | 2% | 61% | 183% | 0% | 36% | 3% | 1% |
| 18.4월 | India | China | Carib | India | Nasia | China | SEAsia |
| | 0% | 74% | 180% | 0% | 39% | 3% | 1% |
| 18.5월 | India | China | Carib | India | Nasia | China | SEAsia |
| | 0% | 101% | 195% | 0% | 0% | 0% | 1% |
| 18.6월 | India | China | Carib | India | Nasia | China | SEAsia |
| | 0% | 13% | 200% | 0% | 15% | 7% | 1% |
| 18.7월 | India | China | Carib | India | Nasia | China | SEAsia |
| | 0% | 53% | 133% | 0% | 39% | 2% | 1% |



Collection @ kmou

A.12 서유럽과 남동아메리카 수출 항로 가중치 변화 (2018년 1월 ~ 7월)

| | WEU | | | ECSA | |
|---|---|---|---|---|---|
| 18.1월 | China | Nasia | SEAsia | China | India |
| | 170% | 200% | 182% | 194% | 200% |
| 18.2월 | China | Nasia | SEAsia | China | India |
| | 144% | 185% | 191% | 172% | 144% |
| 18.3월 | China | Nasia | SEAsia | China | India |
| | 19% | 99% | 139% | 197% | 110% |
| 18.4월 | China | Nasia | SEAsia | China | India |
| | 21% | 195% | 200% | 180% | 165% |
| 18.5월 | China | Nasia | SEAsia | China | India |
| | 63% | 200% | 200% | 68% | 200% |
| 18.6월 | China | Nasia | SEAsia | China | India |
| | 55% | 200% | 200% | 8% | 200% |
| 18.7월 | China | Nasia | SEAsia | China | India |
| | 22% | 200% | 181% | 73% | 200% |



Collection @ kmou

## A.13 Quarterly VLCC Fleet Development and Forecast

| Quarter | Vessel | Demolition | Delivery |
|---|---|---|---|
| 96Q1 | 40 | 0 | 7 |
| 96Q2 | 46 | 9 | 5 |
| 96Q3 | 50 | 2 | 5 |
| 96Q4 | 55 | 2 | 5 |
| 97Q1 | 60 | 3 | 7 |
| 97Q2 | 67 | 3 | 1 |
| 97Q3 | 68 | 0 | 0 |
| 97Q4 | 68 | 2 | 3 |
| 98Q1 | 71 | 1 | 3 |
| 98Q2 | 73 | 3 | 3 |
| 98Q3 | 76 | 2 | 4 |
| 98Q4 | 80 | 9 | 3 |
| 99Q1 | 83 | 4 | 13 |
| 99Q2 | 96 | 8 | 3 |
| 99Q3 | 99 | 5 | 8 |
| 99Q4 | 107 | 17 | 6 |
| 00Q1 | 113 | 14 | 13 |
| 00Q2 | 126 | 5 | 10 |
| 00Q3 | 136 | 4 | 12 |
| 00Q4 | 148 | 2 | 6 |
| 01Q1 | 154 | 2 | 9 |
| 01Q2 | 163 | 10 | 8 |
| 01Q3 | 171 | 5 | 7 |
| 01Q4 | 178 | 13 | 3 |
| 02Q1 | 180 | 14 | 10 |
| 02Q2 | 190 | 10 | 8 |
| 02Q3 | 198 | 5 | 7 |
| 02Q4 | 205 | 4 | 13 |
| 03Q1 | 218 | 3 | 11 |
| 03Q2 | 228 | 15 | 9 |
| 03Q3 | 237 | 10 | 12 |
| 03Q4 | 248 | 1 | 5 |
| 04Q1 | 253 | 2 | 7 |
| 04Q2 | 259 | 1 | 8 |
| 04Q3 | 267 | 0 | 7 |
| 04Q4 | 274 | 0 | 7 |
| 05Q1 | 281 | 0 | 10 |



Collection @ kmou

| | | | |
|---|---|---|---|
| 05Q2 | 290 | 0 | 5 |
| 05Q3 | 295 | 1 | 8 |
| 05Q4 | 303 | 0 | 8 |
| 06Q1 | 311 | 0 | 4 |
| 06Q2 | 315 | 0 | 1 |
| 06Q3 | 316 | 0 | 8 |
| 06Q4 | 324 | 0 | 5 |
| 07Q1 | 329 | 0 | 8 |
| 07Q2 | 335 | 0 | 7 |
| 07Q3 | 342 | 0 | 8 |
| 07Q4 | 350 | 0 | 6 |
| 08Q1 | 355 | 2 | 8 |
| 08Q2 | 361 | 0 | 10 |
| 08Q3 | 371 | 1 | 9 |
| 08Q4 | 377 | 0 | 14 |
| 09Q1 | 391 | 0 | 17 |
| 09Q2 | 408 | 1 | 16 |
| 09Q3 | 424 | 6 | 11 |
| 09Q4 | 434 | 2 | 9 |
| 10Q1 | 443 | 7 | 18 |
| 10Q2 | 461 | 2 | 12 |
| 10Q3 | 472 | 1 | 14 |
| 10Q4 | 486 | 3 | 10 |
| 11Q1 | 496 | 0 | 19 |
| 11Q2 | 515 | 4 | 16 |
| 11Q3 | 530 | 4 | 14 |
| 11Q4 | 544 | 4 | 13 |
| 12Q1 | 553 | 3 | 14 |
| 12Q2 | 565 | 2 | 13 |
| 12Q3 | 577 | 2 | 12 |
| 12Q4 | 587 | 3 | 10 |
| 13Q1 | 596 | 1 | 11 |
| 13Q2 | 605 | 2 | 10 |
| 13Q3 | 613 | 8 | 5 |
| 13Q4 | 612 | 6 | 4 |
| 14Q1 | 608 | 3 | 6 |
| 14Q2 | 612 | 3 | 8 |
| 14Q3 | 617 | 1 | 2 |
| 14Q4 | 618 | 1 | 8 |
| 15Q1 | 625 | 2 | 3 |



Collection @ kmou

| | | | |
|---|---|---|---|
| 15Q2 | 629 | 0 | 6 |
| 15Q3 | 636 | 0 | 7 |
| 15Q4 | 643 | 0 | 4 |
| 16Q1 | 648 | 0 | 11 |
| 16Q2 | 660 | 0 | 12 |
| 16Q3 | 673 | 0 | 12 |
| 16Q4 | 685 | 2 | 12 |
| 17Q1 | 696 | 1 | 18 |
| 17Q2 | 713 | 0 | 11 |
| 17Q3 | 725 | 9 | 13 |
| 17Q4 | 729 | 3 | 8 |
| 18Q1 | 734 | 16 | 8 |
| 18Q2 | 725 | 12 | 13 |
| 18Q3 | 727 | 0 | 9 |
| 18Q4 | 736 | 3 | 7 |
| 19Q1 | 740 | 0 | 12 |
| 19Q2 | 752 | 1 | 12 |
| 19Q3 | 763 | 7 | 10 |
| 19Q4 | 766 | 7 | 9 |
| 20Q1 | 768 | 21 | 7 |
| 20Q2 | 754 | 10 | 7 |
| 20Q3 | 750 | 0 | 6 |
| 20Q4 | 756 | 0 | 5 |

KOREA MARITIME AND OCEAN UNIVERSITY
1945
한국해양대학교



Collection @ kmou

## A.14 VLCC Route Monthly WS Correlation

| WS Correlation | BDTI TD1: 280,000mt, Middle East Gulf to US Gulf | BDTI TD2: 270,000mt, Middle East Gulf to Singapore | BDTI TD15: 260,000t West Africa - China | BDTI TD3C: 270,000t Middle East Gulf to China |
|---|---|---|---|---|
| BDTI TD1: 280,000mt, Middle East Gulf to US Gulf | 1 | 0.91090646 | 0.912892929 | 0.906835596 |
| BDTI TD2: 270,000mt, Middle East Gulf to Singapore | 0.91090646 | 1 | 0.981503544 | 0.99978367 |
| BDTI TD15: 260,000t West Africa - China | 0.912892929 | 0.981503544 | 1 | 0.979235282 |
| BDTI TD3C: 270,000t Middle East Gulf to China | 0.906835596 | 0.99978367 | 0.979235282 | 1 |



Collection @ kmou

## A.15 VLCC Monthly Unladen Ratio (S&P Global Platts Cflow AIS Data)

| Year | Month | Unladen(A) | Laden(B) | 공선비(A/A+B) |
|---|---|---|---|---|
| 2016 | 9 | 173.00 | 699.60 | 0.20 |
| | 10 | 168.10 | 700.67 | 0.19 |
| | 11 | 164.83 | 713.67 | 0.19 |
| | 12 | 194.42 | 528.55 | 0.27 |
| 2017 | 1 | 218.58 | 544.87 | 0.29 |
| | 2 | 219.07 | 549.04 | 0.29 |
| | 3 | 233.23 | 539.77 | 0.30 |
| | 4 | 252.70 | 518.13 | 0.33 |
| | 5 | 250.55 | 518.16 | 0.33 |
| | 6 | 261.67 | 502.43 | 0.34 |
| | 7 | 265.29 | 502.97 | 0.35 |
| | 8 | 249.35 | 478.06 | 0.34 |
| | 9 | 247.27 | 493.10 | 0.33 |
| | 10 | 249.94 | 492.16 | 0.34 |
| | 11 | 241.37 | 492.07 | 0.33 |
| | 12 | 241.65 | 485.87 | 0.33 |
| 2018 | 1 | 246.81 | 483.97 | 0.34 |
| | 2 | 240.68 | 510.29 | 0.32 |
| | 3 | 249.03 | 502.65 | 0.33 |
| | 4 | 242.77 | 515.57 | 0.32 |
| | 5 | 213.68 | 541.87 | 0.28 |
| | 6 | 240.50 | 514.97 | 0.32 |
| | 7 | 235.79 | 521.79 | 0.31 |



Collection @ kmou

## A.16 TD3C TDE 월별 ARIMA 결과 (R-Statistics)

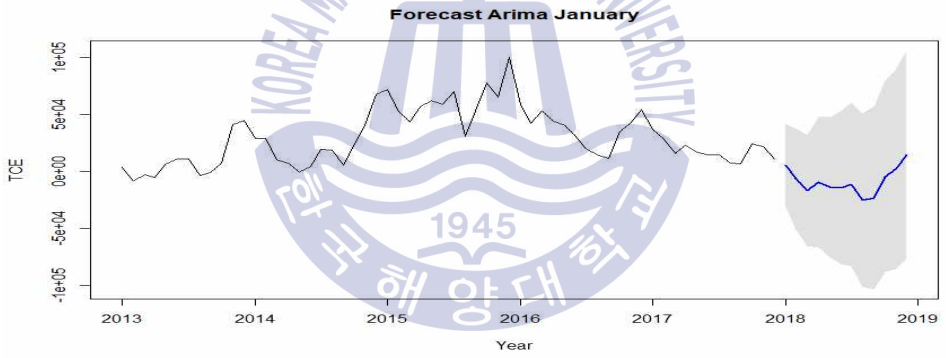
### 1월예측

ARIMA(2,1,1)(1,1,0)[12]

Coefficients:

| | ar1 | ar2 | ma1 | sar1 |
|---|---|---|---|---|
| | -1.1375 | -0.5248 | 0.7715 | -0.5383 |
| s.e. | 0.1888 | 0.1294 | 0.1758 | 0.1205 |

sigma^2 estimated as 202330808: log likelihood=-516.47
AIC=1042.95 AICc=1044.41 BIC=1052.2




| | Point Forecast | Lo 80 | Hi 80 | Lo 95 | Hi 95 |
|---|---|---|---|---|---|
| Jan 2018 | 5467.412 | -11101.15 | 22035.969 | -19872.01 | 30806.83 |
| Feb 2018 | -6724.408 | -26864.74 | 13415.923 | -37526.39 | 24077.57 |
| Mar 2018 | -16508.585 | -38832.53 | 5815.363 | -50650.12 | 17632.95 |
| Apr 2018 | -9561.337 | -35719.28 | 16596.609 | -49566.46 | 30443.79 |
| May 2018 | -13700.388 | -41773.94 | 14373.163 | -56635.18 | 29234.40 |
| Jun 2018 | -13982.420 | -44559.52 | 16594.683 | -60746.06 | 32781.22 |
| Jul 2018 | -11436.365 | -44124.55 | 21251.818 | -61428.63 | 38555.90 |
| Aug 2018 | -25140.582 | -59739.78 | 9458.617 | -78055.49 | 27774.33 |
| Sep 2018 | -23077.954 | -59627.60 | 13471.691 | -78975.81 | 32819.90 |
| Oct 2018 | -4494.201 | -42793.94 | 33805.541 | -63068.60 | 54080.20 |
| Nov 2018 | 2321.198 | -37689.01 | 42331.402 | -58869.13 | 63511.52 |
| Dec 2018 | 14811.145 | -26839.98 | 56462.266 | -48888.75 | 78511.04 |



Collection @ kmou

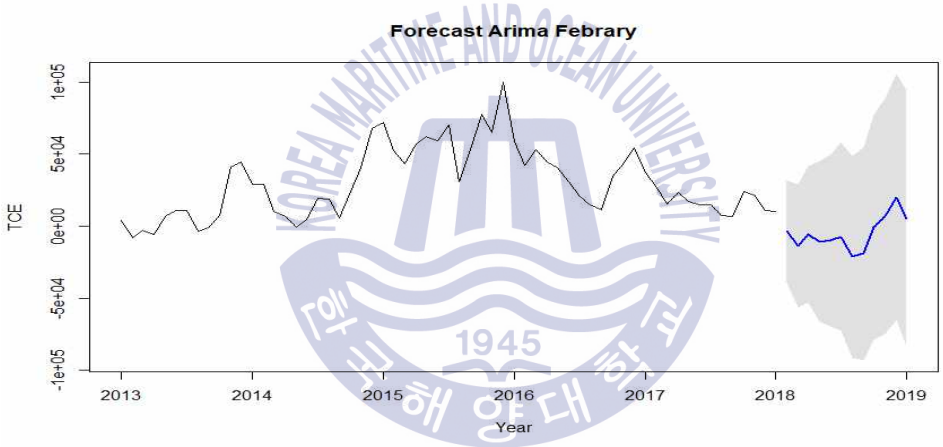
2월예측

ARIMA(2,1,1)(1,1,0)[12]

Coefficients:

| | ar1 | ar2 | ma1 | sar1 |
|---|---|---|---|---|
| | -1.1926 | -0.5584 | 0.7959 | -0.5334 |
| s.e. | 0.1781 | 0.1245 | 0.1704 | 0.1214 |

sigma^2 estimated as 201169440: log likelihood=-527.34
AIC=1064.69 AICc=1066.12 BIC=1074.04




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Feb 2018 | -3522.2252 | -19652.23 | 12607.775 | -28190.93 | 21146.48 |
| Mar 2018 | -13577.8969 | -33125.34 | 5969.547 | -43473.13 | 16317.34 |
| Apr 2018 | -5644.0209 | -27307.38 | 16019.338 | -38775.27 | 27487.23 |
| May 2018 | -10567.2337 | -36041.75 | 14907.286 | -49527.15 | 28392.68 |
| Jun 2018 | -9936.7961 | -37228.72 | 17355.123 | -51676.18 | 31802.59 |
| Jul 2018 | -7276.3915 | -37044.17 | 22491.387 | -52802.28 | 38249.50 |
| Aug 2018 | -21256.9451 | -53083.62 | 10569.726 | -69931.64 | 27417.75 |
| Sep 2018 | -19005.0744 | -52667.87 | 14657.726 | -70487.88 | 32477.74 |
| Oct 2018 | -686.0661 | -36295.55 | 34923.421 | -55146.08 | 53773.94 |
| Nov 2018 | 6833.7416 | -30437.09 | 44104.569 | -50167.07 | 63834.55 |
| Dec 2018 | 20144.1743 | -18813.05 | 59101.401 | -39435.76 | 79724.11 |
| Jan 2019 | 5415.0483 | -35182.86 | 46012.960 | -56674.10 | 67504.20 |



Collection @ kmou

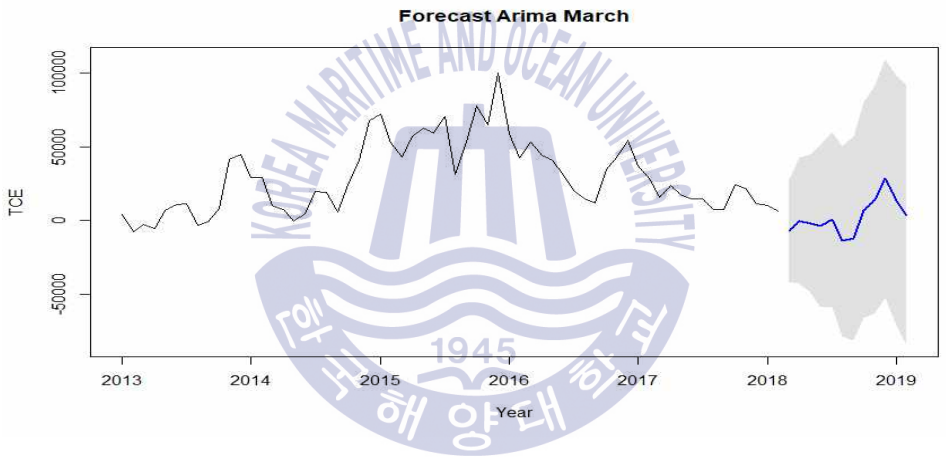
3월 예측

ARIMA(2,1,1)(1,1,1)[12]

Coefficients:

| | ar1 | ar2 | ma1 | sar1 | sma1 |
|---|---|---|---|---|---|
| | -1.0294 | -0.4346 | 0.7280 | -0.0346 | -0.8113 |
| s.e. | 0.2271 | 0.1499 | 0.2176 | 0.3280 | 0.9526 |

sigma^2 estimated as 165905172: log likelihood=-536.82
AIC=1085.65 AICc=1087.65 BIC=1097




| | Point Forecast | Lo 80 | Hi 80 | Lo 95 | Hi 95 |
|---|---|---|---|---|---|
| Mar 2018 | -7116.4462 | -23051.58 | 8818.693 | -31487.14 | 17254.25 |
| Apr 2018 | -308.1640 | -19736.23 | 19119.904 | -30020.83 | 29404.50 |
| May 2018 | -2286.2952 | -23790.35 | 19217.761 | -35173.91 | 30601.32 |
| Jun 2018 | -3939.1059 | -29190.96 | 21312.746 | -42558.48 | 34680.27 |
| Jul 2018 | 441.5034 | -26693.22 | 27576.230 | -41057.48 | 41940.49 |
| Aug 2018 | -14124.0238 | -43635.74 | 15387.694 | -59258.30 | 31010.25 |
| Sep 2018 | -12074.8894 | -43677.65 | 19527.872 | -60407.14 | 36257.36 |
| Oct 2018 | 6576.9894 | -26844.31 | 39998.284 | -44536.47 | 57690.45 |
| Nov 2018 | 14232.3050 | -21104.84 | 49569.447 | -39811.19 | 68275.80 |
| Dec 2018 | 28389.5673 | -8618.34 | 65397.475 | -28209.14 | 84988.28 |
| Jan 2019 | 13450.6712 | -25230.35 | 52131.694 | -45706.85 | 72608.19 |
| Feb 2019 | 3450.7674 | -36783.05 | 43684.585 | -58081.55 | 64983.08 |



Collection @ kmou

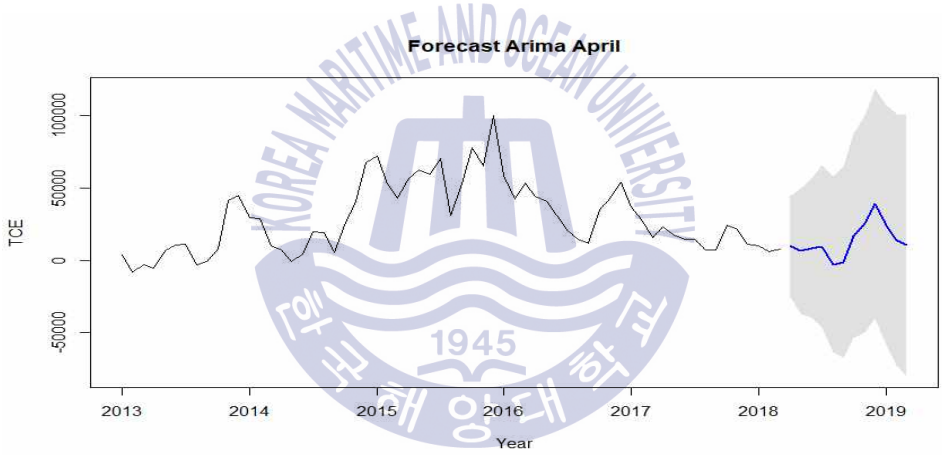
4월예측

ARIMA(2,1,1)(1,1,0)[12]

Coefficients:

| | ar1 | ar2 | ma1 | sar1 |
|---|---|---|---|---|
| | -1.1588 | -0.5102 | 0.8097 | -0.5236 |
| s.e. | 0.1659 | 0.1219 | 0.1605 | 0.1201 |

sigma^2 estimated as 203628506: log likelihood=-549.47
AIC=1108.93 AICc=1110.3 BIC=1118.49




| | Point Forecast | Lo 80 | Hi 80 | Lo 95 | Hi 95 |
|---|---|---|---|---|---|
| Apr 2018 | 9846.910 | -6096.416 | 25790.24 | -14536.30 | 34230.12 |
| May 2018 | 6567.758 | -13067.383 | 26202.90 | -23461.60 | 36597.12 |
| Jun 2018 | 8518.152 | -13428.245 | 30464.55 | -25045.97 | 42082.27 |
| Jul 2018 | 9706.685 | -15974.570 | 35387.94 | -29569.41 | 48982.77 |
| Aug 2018 | -2883.748 | -30549.858 | 24782.36 | -45195.41 | 39427.92 |
| Sep 2018 | -1617.620 | -31803.577 | 28568.34 | -47783.06 | 44547.82 |
| Oct 2018 | 16970.324 | -15305.941 | 49246.59 | -32391.96 | 66332.61 |
| Nov 2018 | 25194.360 | -9024.245 | 59412.96 | -27138.48 | 77527.20 |
| Dec 2018 | 39018.749 | 2846.430 | 75191.07 | -16302.04 | 94339.54 |
| Jan 2019 | 24379.980 | -13524.079 | 62284.04 | -33589.28 | 82349.24 |
| Feb 2019 | 14253.469 | -25333.923 | 53840.86 | -46290.22 | 74797.16 |
| Mar 2019 | 10334.920 | -30844.459 | 51514.30 | -52643.50 | 73313.35 |



Collection @ kmou

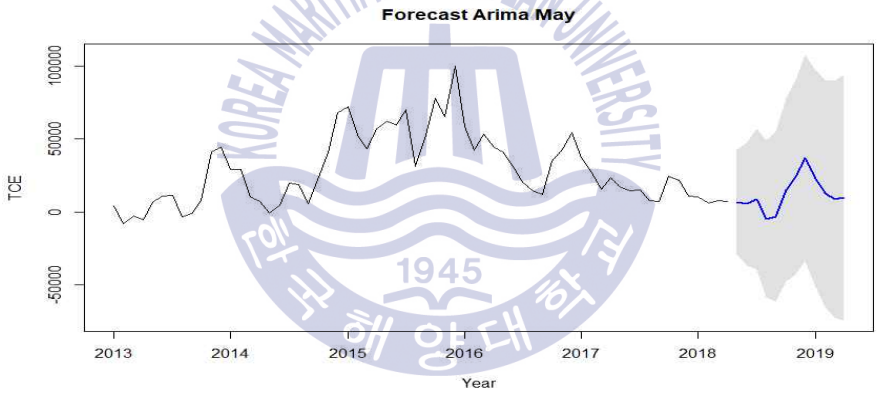
5월 예측

ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12]

Coefficients:

| | m | a | 1 |
|---|---|---|---|
| sar1 | | | |
| | -0.2679 | | 0.3500 |
| s.e. | 0.1532 | | 0.1222 |

sigma^2 estimated as 188270927: log likelihood=-689.38
AIC=1384.76 AICc=1385.17 BIC=1391.19




| | Point Forecast | Lo 80 | Hi 80 | Lo 95 | Hi 95 |
|---|---|---|---|---|---|
| May 2018 | 6674.170 | -9630.900 | 22979.24 | -18262.28 | 31610.62 |
| Jun 2018 | 5455.155 | -13971.829 | 24882.14 | -24255.85 | 35166.16 |
| Jul 2018 | 8630.935 | -13481.506 | 30743.38 | -25187.13 | 42449.00 |
| Aug 2018 | -4795.859 | -29301.213 | 19709.50 | -42273.56 | 32681.85 |
| Sep 2018 | -3347.665 | -30032.205 | 23336.88 | -44158.15 | 37462.82 |
| Oct 2018 | 15164.533 | -13534.195 | 43863.26 | -28726.38 | 59055.45 |
| Nov 2018 | 23727.088 | -6853.448 | 54307.62 | -23041.81 | 70495.98 |
| Dec 2018 | 36900.643 | 4547.568 | 69253.72 | -12579.11 | 86380.40 |
| Jan 2019 | 22738.045 | -11285.421 | 56761.51 | -29296.36 | 74772.45 |
| Feb 2019 | 12631.556 | -22950.040 | 48213.15 | -41785.80 | 67048.91 |
| Mar 2019 | 8728.566 | -28345.733 | 45802.86 | -47971.68 | 65428.81 |
| Apr 2019 | 9775.901 | -28733.283 | 48285.09 | -49118.81 | 68670.62 |



Collection @ kmou

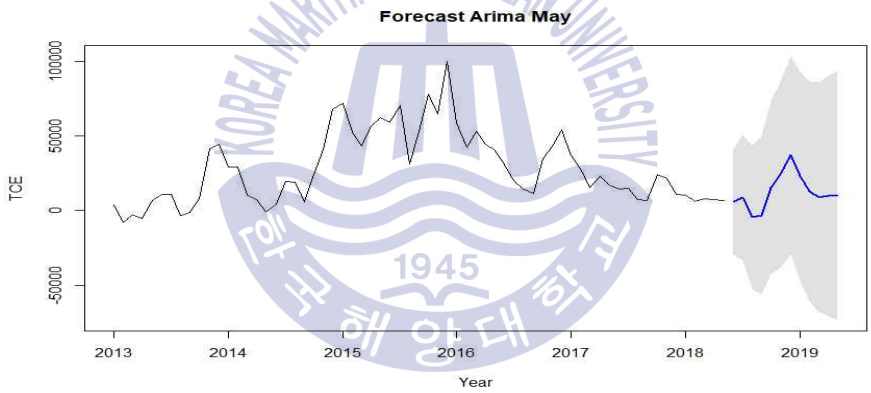
6월예측

ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12]

Coefficients:

| | ma1 | sar1 |
|---|---|---|
| | -0.2682 | 0.3505 |
| s.e. | 0.1518 | 0.1213 |

sigma^2 estimated as 185259287: log likelihood=-699.81
AIC=1405.63 AICc=1406.03 BIC=1412.1




| | Point Forecast | Lo 80 | Hi 80 | Lo 95 | Hi 95 |
|---|---|---|---|---|---|
| Jun 2018 | 5691.043 | -10456.563 | 21838.65 | -19004.589 | 30386.67 |
| Jul 2018 | 8866.835 | -10373.310 | 28106.98 | -20558.427 | 38292.10 |
| Aug 2018 | -4559.966 | -26460.221 | 17340.29 | -38053.515 | 28933.58 |
| Sep 2018 | -3111.772 | -27382.312 | 21158.77 | -40230.360 | 34006.82 |
| Oct 2018 | 15400.421 | -11028.674 | 41829.52 | -25019.392 | 55820.23 |
| Nov 2018 | 23963.003 | -4461.194 | 52387.20 | -19508.055 | 67434.06 |
| Dec 2018 | 37136.584 | 6848.420 | 67424.75 | -9185.165 | 83458.33 |
| Jan 2019 | 22974.236 | -9056.918 | 55005.39 | -26013.186 | 71961.66 |
| Feb 2019 | 12867.740 | -20783.306 | 46518.79 | -38597.093 | 64332.57 |
| Mar 2019 | 8964.743 | -26231.719 | 44161.20 | -44863.600 | 62793.09 |
| Apr 2019 | 10012.077 | -26664.740 | 46688.89 | -46080.275 | 66104.43 |
| May 2019 | 10013.905 | -28085.791 | 48113.60 | -48254.552 | 68282.36 |



Collection @ kmou

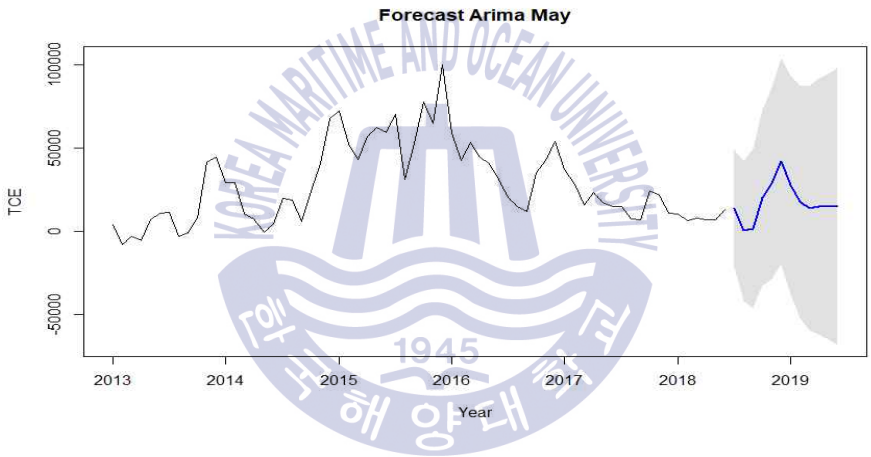
7월예측

ARIMA(0,1,1)(1,0,0)[12]

Coefficients:

| | ma1 | sar1 |
|---|---|---|
| | -0.2663 | 0.3486 |
| s.e. | 0.1509 | 0.1207 |

sigma^2 estimated as 183229387: log likelihood=-710.38
AIC=1426.76 AICc=1427.16 BIC=1433.29




| | Point Forecast | Lo 80 | Hi 80 | Lo 95 | Hi 95 |
|---|---|---|---|---|---|
| Jul 2018 | 13652.7414 | -2394.447 | 29699.93 | -10889.315 | 38194.80 |
| Aug 2018 | 225.9378 | -18909.373 | 19361.25 | -29038.994 | 29490.87 |
| Sep 2018 | 1674.1312 | -20115.957 | 23464.22 | -31650.933 | 34999.20 |
| Oct 2018 | 20186.3216 | -3968.507 | 44341.15 | -16755.301 | 57127.94 |
| Nov 2018 | 28748.9119 | 2441.052 | 55056.77 | -11485.489 | 68983.31 |
| Dec 2018 | 41922.5013 | 13624.952 | 70220.05 | -1354.865 | 85199.87 |
| Jan 2019 | 27763.1448 | -2378.988 | 57905.28 | -18335.270 | 73861.56 |
| Feb 2019 | 17656.6465 | -14189.516 | 49502.81 | -31047.856 | 66361.15 |
| Mar 2019 | 13753.6473 | -19709.884 | 47217.18 | -37424.407 | 64931.70 |
| Apr 2019 | 14800.9801 | -20205.272 | 49807.23 | -38736.463 | 68338.42 |
| May 2019 | 14802.8118 | -21680.986 | 51286.61 | -40994.341 | 70599.97 |
| Jun 2019 | 14790.1429 | -23113.646 | 52693.93 | -43178.700 | 72758.99 |



Collection @ kmou