

AHP를 활용한 부정기선사의 벙커링 항만 선정요인에 대한 연구*

안지영** · 류희찬*** · 이충배****

A Study on the Determinants Affecting Global Trampers' Bunkering Port Selection Using AHP Method

Ji Young Ahn · Hee Chan Ryu · Choong-bae Lee

Abstract

Bunkering refers to the supply of bunker fuel necessary for the ship operation, as well as minimizing the price and supply cost of fuel itself, and includes supplying good quality fuel oil in a timely manner and at the optimal port. Bunkering is an important criterion in terms of cost for shipping companies because bunkering involves a significant cost to the purchaser of bunkering from the time of initial purchase. This study aims to prioritize selection criteria for trampers companies to call port for bunkering. For this study, the variables were selected by analyzing the common criteria such as price, location, bunker quality and service and infrastructure etc. employed in previous studies. The AHP method was employed to prioritize the criteria in order.

As a result of the analysis, the high level factors appeared in the order of price, location, bunkering quality and port service and infrastructure factors. The importance of price criterion and location criterion was found to be high. In the low level criterion of price, the bunker price per MT was ranked first in importance. In terms of location criteria, the location on the main trade route was high. In the low criteria of bunker quality and port service, the bunkering available types and bunker quality were found to be important factors, and in the low level criteria of infrastructure, anchorage and availability of bunkering during loading and discharging and port security factors were found to be important criteria. This study provides the guidelines for research designed to compare the bunkering port selection factors and to derive their importance suggesting the ways to enhance competitiveness as a bunkering port.

Key words: Bunkering, Bunkering Port Selection, Port Competitiveness, Analytic Hierarchy Process, AHP

▷ 논문접수: 2022. 05. 31. ▷ 심사완료: 2022. 06. 29. ▷ 게재확정: 2022. 06. 30.

* 『본 논문은 해양수산부 제4차 해운항만물류 전문인력양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.』

** 제1저자, 중앙대학교 글로벌물류학과 석사, cblee@cau.ac.kr

*** 공동저자, 중앙대학교 무역물류학과 박사과정, heec94@naver.com

**** 교신저자, 중앙대학교 국제물류학과 교수, cblee@cau.ac.kr

I. 서론

전세계 약 80%의 무역량이 해상으로 운송되며 벌크 화물의 경우 해상운임이 가격에서 차지하는 비중이 높기 때문에 운송의 효율화는 중요한 요소가 된다(UNCTAD, 2021). 원양선사의 운항원가에서 연료비가 차지하는 비중은 10-20%에 달하기 때문에 선사 비용절감에 커다란 영향을 미치게 된다.

병커링(bunkering)은 선박 운항에 필요한 연료유의 적절한 공급을 의미한다. 병커링은 연료의 가격 및 공급에 따르는 비용을 가능한 범위에서 최소화하고 최대한 좋은 품질의 연료유를 적절한 비용으로 필요한 시기에 최적 항구에서 보급하는 것까지를 포함한다. 병커링은 구매 자체에 상당한 비용이 뒤따르고 보급 과정뿐만 아니라 보급 후에도 병커링에 있어 걸로 보이지 않는 수많은 요소들이 선박의 효율적인 가동과 직결된다. 따라서 병커링은 항만과 해운 비즈니스에서 전략적 중요성을 가진다(Lam et al., 2011). 선사의 병커링 항만 선정은 전형적으로 다기준 의사결정을 통해 이루어질 뿐만 아니라 실무적 경험이 중요한 영향을 미치게 된다(Schinas & Ouerolidis, 2022).

해상운송서비스의 유형은 일반적으로 정기선, 부정기선, 전용선해운으로 나누어지며, 부정기선은 정기선과 달리 항로가 정해져 있지 않으며 용선계약에 의하여 화물이 있는 곳이면 어디든 운항서비스를 제공하는 특성을 지닌다. 선박 운항을 위해서 병커링은 필수적이지만 정기선과 부정기선은 병커링 항만의 선택에서 차이를 나타낼 수 있다. 정기선의 병커링은 선박이 정해진 운항루트를 반복 운항하기 때문에 해당 항로상의 항만을 선택하는 데 반면 부정기선은 항로가 정해져 있지 않기 때문에 병커링 비용요소가 더욱 중요할 것으로 예상할 수 있다.

병커링의 경우, 전 세계 약 400여개의 항만 중 상위 10개의 항만에 병커링의 수요가 집중되어 있는데 아시아 지역의 싱가포르, 유럽 지역의 로테르담 등이

다. 싱가포르의 주요 간선 루트상(Main Trunk Line)에 위치하여 지리적으로 유리한 조건을 갖추고 있을 뿐만 아니라 석유산업이 발전되어 있어 아시아 권역의 병커링 관련 산업의 중심지 역할을 하는 곳이다. 로테르담항은 유럽 최대 화물처리 항만이자 병커링 허브항만으로 북해 유전지대에 인접한 유럽 석유 거래의 중심지로서 경쟁력 있는 가격으로 안정적으로 공급할 수 있는 능력을 보유하고 있다.

병커링에서의 경쟁력은 항만 경쟁력에 좌우될 뿐만 아니라 항만 경쟁력 역시 병커링을 위한 선박의 기항을 촉진시킨다는 점에서 상호작용 관계가 있다고 할 수 있다(Huang et al., 2011).

병커링 항만의 선정에 대한 다수의 학문적 연구가 이루어져 왔으나 대부분이 정기선을 대상으로 하였으며 부정기선을 대상으로 한 연구의 극히 제한적이다.

본 연구는 부정기 선사의 병커링 항만 선정요인의 우선순위를 분석하여 병커링 항만 전략 수립에 시사점을 제시하는 데 목적이 있다. 이를 위해 계층분석과정(AHP: Analytic Hierarchy Process)기법을 활용한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

1. 병커링의 개념과 중요성

병커(Bunker 또는 Bunker Fuel)는 원유를 증류하는 과정에서 유출되어지는 유출물이나 잔여물인 연료유에 대하여 기술적으로 선박 엔진에 쓰여지는 모든 연료를 통칭하는 선박 연료유이다. 병커 연료유는 선박운항비용 중 47%를 차지하기 때문에 연료유의 구매와 소비의 절감은 중요하다(Stopford, 2009). 선박용 연료유는 크게 대형 선박에서 중요한 주 엔진의 연료로 사용되는 IFO(Intermediate Fuel Oil)와 대형선박 안의 발전기와 소형선박 안의 메인 엔진의 연료로 사용되는 DO(Diesel Oil)로 구분할 수 있다.

국제표준화기구(ISO)는 선박 연료유를 점도에 따라 IFO 180, 380, 500, 700cst 등으로 분류하고 있다.

벙커링(Bunkering)은 선박에 연료유를 공급하는 해상선박급유를 통칭한다. 벙커링의 거래가 이루어지는 벙커링 시장은 연료를 공급받는 선박 소유주(선사 또는 선주)와 연료를 직접 공급하는 공급자(정유사 혹은 Independent) 그리고 선박 소유주와 공급자를 연결해 주는 알선업자(트레이더, 브로커)로 구성되어 있다. 벙커 시장은 벙커유류의 가격에 극도로 민감하게 반응한다. 벙커 가격은 벙커링 시장과 원유 가격에 따라 끊임없이 변동한다(Notteboom & Vermmen, 2009).

또한 벙커링은 형태별로 구분할 수 있는데 거래하는 방식에 따라 매 건마다 시장 상황에 맞춰 거래되는 현물거래(Spot)와 미리 계약을 체결하여 계약조건에 이워지는 계약거래(Contract)로 나누어진다. 또한 거래 대상에 따른 내국적 선사의 판매와 외국적 선사의 판매, 공급지역에 따른 내국적 선박과 외국적 선박, 국내에서 공급하는 인바운드 벙커링 방법과 해외 여러 다른 항구에서 공급하는 아웃바운드 벙커링 방법을 들 수 있다.

벙커링 업무에서는 선주로부터 선박 스케줄 등을 토대로 알선업자를 통해 공급자에게 원유와 제품 가격 그리고 세계 주요 항구 벙커 가격 및 물량 사정과의 경쟁사의 정보 등을 종합하여 적당한 가격을 제시하고 흥정이 이루어지며 공급자의 주문 응답으로 주문 절차는 마무리된다. 이후 용역 대리점(Barge 회사)을 통해 주문된 연료유가 공급되고 도착한 인수증을 근거로 청구서를 발송하고 대금이 회수되면 모든 벙커링의 절차가 종료된다.

벙커 구매자의 입장에서 벙커 구매 시 고려되는 요소는 다양한데 선박 스케줄, 화물량, 연료유 잔량 등의 선박상황과 연료유 공급 가능성 및 접안할 항구의 홀수(draft) 등 항구의 제반 상황을 들 수 있다. 벙커의 가격은 선박 운영비에 영향을 미치는 중요한 요소이기 때문에 선사는 벙커링의 비용을 감소시키

는 효율적인 방안을 모색하게 된다.¹⁾

벙커링이 선사의 비용에 미치는 영향은 연료비와 운항비용에 영향을 미치게 된다. 연료비는 벙커의 구매 시점, 항만의 위치 그리고 수량에 따라 변동하게 되며, 적기 보급은 운항비용에 영향을 미치게 된다(Yao et al., 2012). 효율적 벙커링을 위해서 가장 중요하게 고려해야 할 요소는 기항지 사이의 정확한 연료유가의 예측이다. 선박과 항구의 상황은 대부분 주어지 있는 제약조건인 반면 기항지 사이의 연료유가는 시간과 장소의 차이에 의해 가격의 차가 존재한다. 따라서 기항지 사이의 연료 예측이 반드시 수반되어야만 가장 최소의 비용으로 가장 최적의 벙커를 구매할 수 있다.

국가 간 무역 상품을 수송하는 선박은 주요 항로를 따라서 운항하기에 운항 일정과 선박의 연료 탱크의 크기를 고려하여 국가의 경계를 넘어 벙커링 항만을 선정할 수 있다. 벙커링 항만은 운항서비스의 연료가격에 중대한 영향을 미칠 뿐만 아니라 항만간 가격의 차이가 크기 때문에 벙커링 항만의 선정은 선사의 중요한 의사결정사항이 된다(Vilhelmsen et al., 2014).

전 세계 약 400여개의 항만 중 상위 10개의 항만이 전 세계 벙커링의 35%를 담당하고 있으며 특히 아시아 지역의 싱가포르, 유럽 지역의 로테르담의 비중이 높다(이재우, 2017).²⁾ 이들 지역은 선박기항이 빈번하고 연료유 가격이 저렴하기 때문에 전세계 판매량에서 가장 높은 비중을 차지하고 있다.

싱가포르는 역사적으로 유리한 입지를 기반으로 석유 메이저의 정제 및 판매 기지 역할과 항만, 금융, 정보 등의 인프라를 토대로 아시아·태평양 석유 물류와 교역의 중심지 역할을 하고 있다(이충배 외2인, 2009). 이로 인해 수출입 선박에 연료를 공급하

1) Ronen(2011)은 벙커연료비용은 대형 컨테이너선의 경우 운 영비의 3/4에 달한다고 추정하였다.

2) 2018년 기준으로 세계 10대 벙커링 항만은 Singapore, Rotterdam, Fujairah, Hong Kong, Antwerp, Busan, Gibraltar, Panama, Algeciras, Los Angeles/Long Beach임.

는 벙커링이 발달하였다. 주요 간선 루트상(Main Trunk Line)에 위치해 있으며 벙커링 관련 산업이 가장 발달한 곳이다. 벙커 산업의 개방도가 높기 때문에 해운산업과 석유산업의 발전과 상호 작용을 한다(Lam et al., 2011). 벙커링 시장의 규모가 가장 클 뿐만 아니라 발전되어 있어 싱가포르의 벙커유의 가격이 동아시아 전체 연료유 가격에 영향을 미친다.

동북아시아의 대표적인 항만으로 부산, 상하이, 도쿄, 홍콩, 카오슝이 있으며 주로 선적지와 양하지에서 연료유 보급이 이루어진다. 가격 변동에 따라 벙커링 기항(Bunkering Only Call)과 선적지와 양하지 보급간 경제성을 비교하여 결정해야 한다.

중동에서는 푸자이라(Fujairah)와 코파칸(Khor Fakkan)이 대표적인 항만이며 산유국 인접 지역으로 가격 경쟁력이 높다. 공급업체의 수가 많지 않고 대형 공급업체의 비중이 높은 특징이 있다.

유럽지역의 대표적인 벙커링 항만은 ARA(Amsterdam, Rotterdam, and Antwerp) 지역에 분포되어 있다. 로테르담은 세계 최대 규모의 화물처리 항으로서 유럽 최대의 벙커링 항으로 싱가포르에 비해 가격이 안정적이다. 로테르담항은 북해 유전지대에 인접한 유럽 석유 거래의 중심지로서 경쟁력 있는 가격으로 안정적으로 공급할 수 있는 능력을 보유하고 있다.

북미지역은 걸프연안(the Gulf Coast)의 항만 즉 휴스턴, 뉴올리언스, 파나마 등이 대표적인 항만이며 세계 석유물류 중심지 중 가장 큰 상업적 탱크터미널을 보유하고 있다. 기본 연료유 가격은 경쟁력이 있기 때문에 연료유 주문량이 많게 되면 동아시아 지역보다 저렴한 경우도 많지만 소량 주문의 경우 가격 단가가 상당히 높아진다.

2. 벙커링 항만 선정요인에 관한 선행연구

벙커링 항만의 선정은 벙커링 항만의 경쟁력과 직접적인 연관을 가진다. 선사의 입장에서 특정 기항항만으로 선정하는 동기는 일반적으로 화물의 확보와

비용의 절감에 초점을 맞추게 되는 반면 특정한 목적이 고려될 경우 예를 들어 벙커링, 선용품 구매 등은 요인의 중요성에 차이가 나타날 수 있다. 그럼에도 불구하고 기항 항만의 선택은 일반적으로 항만이 가진 특성에 좌우되는 경향이 강하다고 할 수 있다.

선사의 기항지 선정에 대한 다수의 연구가 이루어져 왔으며, 선사, 포워드 또는 화주를 대상으로 질적 연구(설문과 인터뷰)가 주를 이루고 있다. McGinnis(1979)는 항만 선정에 영향을 미치는 요인으로 항로의 요인(기항빈도와 편리성, 직접성과 유연성, 용량 등), 비용의 요인(화물 요율, 기타 비용 등), 서비스 요인(지연, 신뢰성과 긴급성, 손상과 손실, 화주와 선사 간의 협력, 화물 추적과 서류 작업 등)을 제시하였다. 이들 요인 중 서비스 빈도는 비용요인보다 중요하다고 주장하였다(Bayliss & Edwards, 1970; Ogden & Rattray, 1982; Suthiwartnarueput, 1988; Murphy et al., 1992).

French(1979)는 기항지 선정요인을 터미널 시설과 요율, 지리적 여건, 항만 혼잡, 연계 수송 능력, 항만 관리자 등의 내적 구성 요소와 배후지 경제 규모 및 국민 경제, 통상 정책 및 세계 경기의 외적 구성요소가 중요한 요인으로 선정되었다(Tongzon, 2002; Lirn et al., 2004; Tai & Hwang, 2005; Notteboom, 2006; Tongzon, 2007).

Willingale(1981)은 유럽의 20여개 선사를 대상으로 기항지 결정 과정과 항만 선정 기준을 조사하였다. 연구에 의하면 특정 항만을 선택하는 과정은 기항이 가능한 항만의 위치 확인과 선정 단계, 심사 및 검토 단계, 접근과 방문 및 사전적 토의 단계, 협상 단계, 선택 단계로 구분할 수 있다. 특정 항만을 선택하는 과정에서 선사들은 항만의 입지 및 기술 요인, 운영 요인, 재정 요인, 인적 요인 등을 고려하는 것으로 나타났다.

김학소(1993)는 국내 수출입 화주와 선사를 대상으로 항만 선정요인을 분석하였다. 연구결과 수출에서는 해상수송거리와 연간화물 발송량, 선적 시간과

항만 평균 체선 시간, 톤당 화물가격, 내륙 수송 비용의 순으로 영향력이 높은 것으로 나타났고 수입은 해상수송거리와 정기선 입항 척수, 연간 화물 반입량과 내륙 수송비용의 순으로 나타났다.

항만의 선정은 항만의 경쟁력에 의해 좌우되기 때문에 선화주를 대상으로 한 항만경쟁력의 요인은 항만선정요인과 유사한 결과를 나타내고 있다. 이형욱(2012)의 연구에서는 항만시설, 비용, 지리적 위치, 항만 마케팅, 항만운영 등이 항만경쟁력에 중요한 요인으로 검증된 결과를 제시하고 있다. 그러나 항만시설은 다른 요인에 비해 물동량 확보 즉 경쟁력에 대한 영향은 상대적으로 적다고 주장하였다(박계각 외, 2018; 유은희 · 박홍규, 2019; 강봉곤 · 박홍규, 2020).

선행연구들은 다수가 기항지 선정요인의 결정요소에 대한 분석이라기 보다 항만의 경쟁력을 구성하는 요인에 초점을 맞추고 있다. 이는 대부분의 항만경쟁력의 요인이 기항지 선택요인과 유사하며 항만의 경쟁력이 높은 항만에 대한 기항 선박이 많은 것과 맥을 같이 하기 때문으로 판단된다.

벙커링 항만의 선정에 관한 연구로는 먼저 Yeo et al.(2008)는 정기선사의 벙커링 항만 선정요인과 벙커 소모량 및 선박 속도 조절에 관한 연구를 실시하였다. 벙커링 항만 선정은 항로에 따른 벙커유의 가격과 서비스 그리고 선박의 속도에 의해 좌우되는 것으로 나타났다(Yao et al., 2012). Ghosh et al.(2015)에 따르면 정기선사의 벙커링 계약에 있어 정기선사 오퍼레이터는 현물가격(Spot Price)의 변동성을 최소화하기 위해 벙커 계약을 이루는 것으로 설명하였다.

Wang et al.(2014)은 정기선사의 벙커링 전략에 대해 분석하였다. 해당 연구에서는 최적의 벙커링 항만을 선정하기 위해 정기선 루트에서 벙커링 수행능력을 평가하는 등의 프레임의 발전을 강조하였으며 항만 관세, 벙커가격, 벙커 품질, 벙커링 안전성 등의 요인이 벙커링 항만 결정에 많은 영향을 미친

다고 주장하였다.

Acosta et al.(2011)는 지브롤터와 알제시라스 벙커링 선정요인에 대한 연구에서 지브롤터 해협의 항만 관련 기업과 전문기관을 대상으로 인터뷰를 실시하여 공급자 입장의 벙커링 항만 선정요인을 도출하고 항만 경쟁성을 분석하였다. 분석결과에서 벙커 공급업체는 공급 가격과 지리적 여건이 가장 중요한 요소로 나타났으며 항만 경쟁성을 증대시키기 위해 가격적인 요소 이외의 벙커링 선석 유무, 항만 접근성, 벙커링 대기 시간 개선의 필요성을 주장하였다.

Aronietis et al.(2017)은 벙커링 항만 결정요인을 엔트워프 항만 사례를 통해 선사가 벙커링을 고려하는 요소로 연료가용성과 연관된 연료 공급의 가격과 품질을 제시하였다. 세부적으로 가격에는 벙커링과 관련된 기타 비용과 벙커링을 위한 항구 비용이 포함되며 품질의 경우에는 정확한 연료의 량과 품질 공급의 신뢰를 거론하였다.

Schinas & Ourolidis(2022)는 ARA 지역내 항만을 대상으로 벙커링 경쟁력에 영향을 미치는 요인을 Fuzzy TOPSIS기법을 활용하여 분석하였다. 분석결과 저항 벙커유의 가용성, 벙커의 품질, 가격, 신뢰성, 정확성, 안전성, 바지선의 활용성의 순으로 중요한 것으로 나타났다.

벙커링 항만으로 활용하게 되는 동기는 전략적 의사결정의 일환으로 볼 수 있는데 벙커 가격, 계획된 항로의 이로 그리고 벙커링 운영에 의해 발생하는 지체 비용 등의 좌우된다(Fuentes, 2021).

선행연구를 종합하여 보면 벙커링 항만 결정요인은 벙커의 가격과 품질의 중요성을 높이 평가한 연구(Acosta et al., 2011; Lam et al., 2011; Yao et al., 2012)가 있는 반면 항만 자체의 경쟁적 요인 즉 항만 비용, 항만의 접근성, 대기시간 등을 우선 요인으로 선정한 연구가 있다(Tongzon, 2002; Chang & Chen, 2006; Du et al., 2011; Notteboom & Cariou, 2011; Wang & Meng, 2012; Sevgili & Zorba, 2017). 다수의 연구들은 설문기법

을 활용하였으며, 주로 정기선사를 중심으로 이루어진 반면 부정기선사가 벙커링 항만의 선정에 대한 연구는 제한적이기 때문에 연구의 필요성이 제기된다.

III. 연구방법 및 연구모형 설계

1. 연구방법 및 변수설정

AHP기법은 1972년 Saaty에 의하여 만들어진 다기준 의사결정 기법으로 여러 가지의 속성들을 분류해 각 속성들의 중요도를 파악하는 기법으로 계층분석과정(AHP: Analytic Hierarchy Process)기법이 주로 활용된다(Saaty, 1980). 벙커링 항만의 선택 요인의 상대적 중요성 결정은 각 속성에 대한 중요도 평가에 의해 도출될 수 있기 때문에 본 연구의 분석을 위해 AHP 기법을 활용한다.

실증분석에 활용될 변수 선정을 위해 선행연구를 기반으로 비용 요인, 지리적 요인, 제품 품질과 항만 서비스 요인, 인프라 요인 4가지를 선정한다.

1) 비용 요인

선사들이 벙커링을 위해 기항 항만을 선정할 때 고려하는 주요 요인은 톤당 벙커 가격과 항만이용료이다(Acosta et al., 2011; Yao et al., 2012; Vilhelmsen et al., 2013). 다른 조건이 동일할 경우에 항만이용료가 저렴할수록 해당 선사들은 그 항만에 대한 기항을 선호하게 된다. 그러나 항만이용료는 항만별로 그리고 터미널별로 상이하므로 선사들에 대해서도 취급 물량에 따라 서로 다른 요금을 적용하는 등 항만마다의 이용요금이 천차만별이다.

2) 지리적 요인

선사들이 기항 항만을 선정할 때 해당 항만의 지리적 위치 다시 말해 항만의 입지는 중요한 고려요소들 중 하나이다(Slack, 1985; Tongzon, 2002;

Acosta et al., 2011; Wang et al., 2014). 해당 항만이 기간항로 상에 위치해 있을 경우에 그렇지 않은 경우에 비하여 선사들의 기항가능성이 크다고 볼 수 있다. 이는 운항비의 최적화와 화물의 적취를 증대와 밀접한 관련성을 가진다.

3) 제품 품질과 항만 서비스 요인

벙커의 품질은 벙커의 비용과 더불어 중요한 요인이 된다(Lam et al., 2011). 장기간으로 볼 때, 품질이 좋지 않은 벙커를 선정했을 시 선박 엔진에 문제가 야기될 수 있기 때문이다. 또한 선사들이 기항지를 선택하는 경우, 항만 집하량, 항만시설, 항만입지, 항만이용료 외에 항만 운영의 효율성과 서비스의 질 등이 고려 요인이 될 수 있다(Murphy & Hall, 1995; Chang & Chen, 2006). 항만 서비스 요인인 하역 능력, 선박기항 빈도, 항만체선, 통관 서비스, 항만 정보 서비스 등도 항만 선택 결정요인으로 작용하고 있다.

4) 인프라 요인

항만의 처리 물동량이 많고 기간항로 상에 위치해 있음에도 불구하고 대형 선박들의 입항이 가능한 항만시설을 갖추지 못한다면 선박의 기항은 물리적으로 불가능하다(Tongzon, 2002; Vega et al., 2019). 특히 최근 들어 선박의 대형화가 아주 급속히 진행되어지고 있는 상황에서 항만 인프라와 장비 정비의 가용성은 기항지 선정에 중요한 요소가 된다.

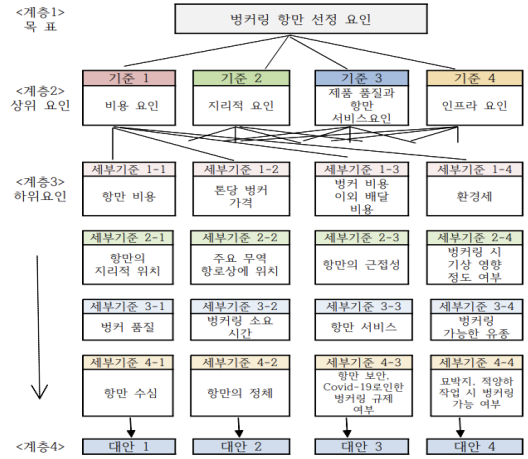
표 1. 병커링 항만 변수 선정

상위 요인	하위 요인	참고문헌
비용 요인	항만 비용(입출항료, 정박료 등)	Acosta et al.(2011), Yao et al.(2012),
	톤당 병커 가격	
	병커 비용 이외의 배달 비용	Notteboom(2006)
	환경세	
지리적 요인	항만의 지리적 위치	Ghosh et al.(2015), Schinas & Oroulidis(2022)
	주요 무역 항로상에 위치	
	항만의 근접성	
	병커링 시 기상 영향 정도 여부	
제품 품질과 항만 서비스 요인	병커 품질	Acosta et al.(2011), Murphy et al.(1992)
	병커링 소요 시간(Production)	
	항만 서비스 (Docu 작업, 세관 업무, 커뮤니케이션, 서비스 질, 선원 교대 가능 여부)	
	병커링 가능한 유종	
인프라 요인	항만 수심	Tongzon(2002), Tongzon(2007), Vega et al.(2019)
	항만의 정체	
	항만 보안, Covid-19로 인한 병커링 규제 여부	
	요박지, 적양하 작업 시 병커링 가능 여부	

2. 연구모형 설계

AHP기법을 활용하여 <그림 1>과 같이 병커링 항만 선정요인의 계층도를 구성한다. 해당 계층도의 상위요인은 비용 요인, 지리적 요인, 제품 품질과 항만 서비스 요인, 인프라 요인이며, 이들 요인에 대한 하위요인은 각각 4개의 항목으로 선정한다.

그림 1. 병커링 항만 선정요인의 AHP분석 계층구조



IV. 분석결과

1. 설문 개요

본 연구에서는 부정기선사와 선단(연료 항만 선정 업무 담당자), 연료 트레이딩 회사(연료 판매 담당자), 대리점 업무(항만 업무) 담당자를 대상으로 설문조사를 실시하였으며 설문항목의 구성은 <표 2>와 같다. 일반사항 4문항을 필두로 병커링 항만 선정 상위요인 4문항, 하위 요인에서의 비용 요인 4문항, 지리적 요인 4문항, 제품 품질과 항만 서비스 요인 4문항, 인프라 요인 4문항 총 24문항으로 구성한다.

설문은 2021년 11월과 2022년 5월에 실시하였으며 대면과 이메일, 유선을 통해 선사 49부(76.6%), 선단 7부(10.9%), 연료유 Trading 회사 5부(7.8%), 대리점 3부(4.7%) 총 64부의 설문지를 회수하였다. 회수된 설문지의 선사 응답자 근무기간은 5년~10년 미만과 5년 미만이 37명으로 75% 이상을 차지하였고, 선단의 경우에는 10년에서 20년 미만이 6명으로 가장 많은 것으로 나타났다. 연료유 Trading 응답자는 5년~10년 미만이 3명, 10년~20년 미만이 2

명으로 집계되었다. 대리점 응답자 중 근무경력이 되었다.
10년~20년 미만인 1명, 20년 이상이 2명으로 기록

표 2. 설문문의 구성

설문항목		내용	문항수	척도
일반사항		회사, 근무경력, 직위, 업무	4	명목
병커링 항만 선정 상위요인		지리적요인	4	쌍대비교 (9점척도)
		비용요인		
		인프라요인		
		제품 품질과 항만서비스 요인		
선정 하위요인	비용 요인	항만비용	4	
		톤당 병커가격		
		병커비용 이외 배달비용		
		환경세		
	지리적 요인	항만 지리적 위치	4	
		주요 무역항로 상에 위치		
		항만의 근접성		
		병커링 시 기상영향 정도		
제품품질과 항만서비스 요인	병커 Quality/Quantity	4		
	병커링 소요시간			
	항만서비스			
	병커링 가능한 유종			
인프라 요인	항만수심	4		
	항만의 정체			
	항만보안, Covid-19로 인한 병커링 규제 여부			
	묘박지/적양하 작업 시 병커링 가능 여부			

표 3. 표본의 특성

구분		선사	선단	연료유 Trading	대리점	합계
근무 기간	5년 미만	18	-	-	-	18
	5년 ~ 10년 미만	19	1	3	-	23
	10년 ~ 20년 미만	11	6	2	1	20
	20년 이상	1	-	-	2	3
응답자(빈도)		49	7	5	3	64
비중(%)		76.6	10.9	7.8	4.7	100.0

2. AHP를 활용한 병커링 항만 선정요인 분석

1) 상위 요인

병커링 항만 선정에 대한 상위요인의 우선순위는 비용 요인(0.414), 지리적 여건(0.352), 제품 품질과 항만 서비스(0.138) 인프라 요인(0.095)의 순으로 나타났다으며, 일관성 비율은 0.02로 도출됨에 따라 0.1 이하이므로 응답에 대한 일관성이 검증되었다고 볼 수 있다. 분석결과를 토대로 병커링 항만을 선정할

때 응답자의 41.4%가 비용 요인을 가장 중요하게 여긴다는 것을 알 수 있다. 지리적 요인의 중요도는 35.2%로 비용요인에 비해 6.2% 낮지만 나머지 두 요인에 비해서는 상당히 높음을 알 수 있다. 제품 품질과 항만 서비스 요인의 중요도는 13.8%이며 인프라 요인의 중요도는 9.5%로 두 요인의 중요도는 상당히 미미한 것으로 나타났다. 병커링 항만 선정에 대한 상위요인의 설문 데이터를 AHP 분석에 적용하면 <표 4>와 같다.

표 4. 병커링 항만 선정 상위요인 우선순위

순위	1순위	2순위	3순위	4순위	계
구분	비용 요인	지리적 요인	제품품질과 항만서비스 요인	인프라 요인	(CR=0.02)
중요도	0.414	0.352	0.138	0.095	1

2) AHP를 활용한 병커링 항만 선정 하위요인 분석

병커링 항만 선정에 대한 비용 요인의 하위요인 중, 톤당 병커 가격이 0.613의 값으로 중요도가 가장 높게 나타났고 항만 비용은 0.186의 값으로 나타났다. 이를 토대로 톤당 병커 가격이 항만 비용보다 42.7%가 더 중요하다는 것을 알 수 있다. 일관성 비율(C.R.)은 0.03으로 도출됨에 따라 0.1 이하이므로 응답에 대한 일관성이 검증되었다고 볼 수 있다.

병커링 항만 선정에 대한 지리적 요인의 하위요인 중, 주요 무역 항로상에 위치가 0.541의 값으로 중요도가 가장 높게 나타났고 항만의 지리적 위치(0.188), 항만의 근접성(0.166), 병커링 시 기상 영향 정도(0.105)의 순으로 나타났다. 일관성 비율은 0.04으로 도출됨에 따라 0.1이하이므로 응답에 대한 일관성이 검증되었다고 볼 수 있다. 분석결과를 토대로 지리적 요인에서는 주요 무역 항로상에 위치를 가장 중요하게 여기는 것을 알 수 있으며 항만의 근접성, 항만의 지리적 위치, 병커링 시 기상 영향은 병커링

항만 선정 요인을 고려할 때 상당히 낮은 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

병커링 항만 선정 기준에 대한 제품 품질과 항만 서비스 요인의 하위요소 중, 병커 품질이 0.324의 값으로 중요도가 가장 높게 나타났고, 병커링 가능한 유종(0.322), 병커링 소요시간(0.184), 항만 서비스(0.116)의 순으로 나타났다. 일관성 비율은 0.00389으로 도출되었고 0.1이하이므로 응답에 대한 일관성이 검증되었다고 볼 수 있다. 분석결과를 토대로 병커품질의 중요도 인식을 알 수 있고, 병커링 가능한 유종도 높은 값이 도출됨으로써 이는 2020년 IMO 황산화물 규제로 인해 병커링 유종 규제가 시작되면서 병커링 가능한 유종을 상당히 중요하게 여기는 것을 알 수 있다.

병커링 항만 선정 기준에 대한 인프라 요인의 하위요소 중, 묘박지/적양하 작업 시 병커링 가능 여부가 0.391의 값으로 중요도가 가장 높게 나타났고 항만 보안, COVID-19로 인한 병커링 규제 여부(0.283), 항만의 정체(0.197), 항만 수심(0.129)의 순

으로 나타났다. 일관성 비율은 0.01로 도출되었고 0.1 이하이므로 응답에 대한 일관성이 검증되었다고 볼 수 있다. 중요도의 값을 토대로 묘박지/적양하 작업 시 병커링 가능 여부가 가장 중요한 요소로 나타났다. 2순위는 항만보안, Covid-19로 인한 병커링 규제 여부, 3순위는 항만의 정체, 4순위는 항만 수심으로 항만의 정체와 수심은 병커링 항만을 선정하는데 중요한 비중을 차지하지 않는 것으로 나타났다. 본 연구는 병커링 항만 선정 상위요인과 하위요인

간 중요도 비교 분석의 결과를 토대로 각 세부 요소 간의 상대적 중요도를 도출하였다. 비용 요인의 톤당 병커 가격이 0.254의 값으로 가장 높은 중요도를 보였으며 지리적 요인의 주요 무역 항로상의 위치가 0.190의 값으로 2순위를 기록하였다. 다음으로는 비용 요인의 항만 비용이 0.077, 지리적 요인의 항만의 지리적 위치와 항만의 근접성이 각각 0.066, 0.058, 비용 요인의 병커 비용 이외 배달 비용이 0.057 등의 순으로 나타났다.

표 5. 병커 항만선정의 중요도와 순위

상위 요인			하위 요인			상·하위 요인 연계 중요도	최종 순위
요인	중요도	순위	요인	중요도	순위		
비용 요인	0.414	1	항만비용	0.186	2	0.077	3
			톤당 병커가격	0.613	1	0.254	1
			병커비용 이외 배달비용	0.137	3	0.057	6
			환경세	0.065	4	0.027	11
지리적 요인	0.352	2	항만의 지리적 위치	0.188	2	0.066	4
			주요 무역항로상에 위치	0.541	1	0.190	2
			항만의 근접성	0.166	3	0.058	5
			병커링 시 기상영향 정도	0.105	4	0.037	9
제품품질과 항만서비스 요인	0.138	3	병커 Quality/Quantity	0.378	1	0.052	7
			병커링 소요시간	0.184	3	0.025	13
			항만서비스	0.116	4	0.015	15
			병커링 가능한 유종	0.322	2	0.044	8
인프라 요인	0.095	4	항만수심	0.129	4	0.012	16
			항만의 정체	0.197	3	0.019	14
			항만보안, Covid-19로 인한 병커링 규제 여부	0.283	2	0.027	11
			묘박지/적양하 작업시 병커링 가능 여부	0.391	1	0.037	9

Inconsistency: 상위요인(0.02), 비용요인(0.03), 지리적요인(0.04), 제품품질과 항만서비스요인(0.00389), 인프라요인(0.01)

IV. 결론

선사 운항비에서 절대적인 비중을 차지하고 있는 연료비는 선사의 운임경쟁력뿐만 운항서비스에도 영

향을 미치기 때문에 선사들은 최적의 병커링 항만 선정을 위해 전략적으로 접근하고 있다. 본 연구는 선박의 병커링 관련업체를 대상으로 설문에 의한 AHP분석 기법을 활용하여 병커링 항만선정의 요인

의 상대적 중요성을 도출하여 시사점을 제시하는 데 목적이 있다.

분석결과를 요약하면 먼저 상위요인으로 비용요인이 가장 중요한 요인으로 도출되었으며 지리적 요인, 제품 품질과 항만 서비스 요인, 인프라 요인 순으로 나타났다.

전체 하위에서 가장 높은 순위는 톤당 벙커 가격으로 나타났으며 다음은 주요 무역항로상의 위치, 항만비용, 항만의 지리적 위치, 항만의 근접성의 순으로 나타났다. 상·하위요인의 연계 중요도를 통해 볼 때 벙커 가격은 0.25로 압도적인 중요성을 가지고 있으며 무역 항로상의 위치도 0.19로 중요성이 높은 것을 알 수 있다.

기존의 연구와 비교해 보면 항만의 요인보다 해당 항만에서 공급하는 벙커유의 요인 즉 가격과 품질 등이 항만의 요인 즉 지리적, 시설적 요인에 비해 중요성이 높은 것은 본 연구 결과에서도 유사한 것을 알 수 있다(Lam et al., 2011).

벙커링 항만의 선정에 있어 컨테이너 해운과 같이 정기선과 부정기선의 선택 요인의 중요도에서 큰 차이를 나타나지 않는 것으로 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 부정기 선사의 경우, 항구에 정박하는 기간이 정기선에 비해 비교적 길고 운항 스케줄이 부정확하므로 어떤 다른 요인보다도 벙커 가격이 경쟁력 있는 항구에 정박하는 경향이 더 높다. 따라서 정박기간이 길어 벙커링 보급의 안정성 측면보다는 가격과 지리적 요인(주요무역항로 상의 위치)이 기항 항만의 선정에 보다 우선순위를 두는 것으로 나타났다.

결국 벙커링 항만의 발전은 우선적으로 저렴한 가격의 벙커유를 제공하는 능력이 무엇보다 중요하기 때문에 세계적인 유가 경쟁력이 있는 지역 예를 들어 세계적 오일허브에 위치해 있는 항만이 그리고 선박의 교통량이 많은 항로에 위치한 항만이 절대적으로 유리한 위치를 점하게 된다.

본 연구의 시사점을 우리나라에 적용해 보면 가장 대표적인 벙커링 항만인 부산항은 지리적 위치, 주변

의 세계적 석유산업 여건을 갖추고 있다는 점에서 벙커링 항만으로서 높은 경쟁력을 갖추고 있다고 할 수 있다. 우리나라는 동북아 석유허브항 정책을 지속적으로 추진하고 있기 때문에 이러한 추진력을 벙커링 항만의 활성화에 접목시켜 나가기 위한 전략적 접근이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구는 벙커링 항만선택요인의 측면에서 기존 연구와 유사한 결과를 얻었지만 보다 다양한 요인이 고려되었다는 점에서 의의를 가진다고 할 수 있다. 향후에는 부산항을 대상으로 벙커링 항만선택 요인을 적용한 보다 세밀한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 강봉곤·박홍규(2020), AHP기법을 활용한 항만의 경쟁력강화 결정요인에 관한 연구 - 수도권과 충청권의 비교분석을 중심으로, *물류학회지*, 제30권 제6호, 17-35.
- 김학소(1993), 우리나라 수출입 화주의 항만선택 결정요인에 관한 연구, *해운산업연구*, 7.
- 박계각·최경훈·이정환(2018), 목포항 비경쟁 요인 분석 및 개선방안 연구, *한국항만경제학회지*, 제34권 제3호, 113-131.
- 유은희·박홍규(2019), AHP기법을 활용한 중소항만의 경쟁력 강화 요인에 관한 연구: 대산항과 평택·당진항의 비교분석을 중심으로, *경영경제연구*, 제41권 제1호, 155-183.
- 이재우(2017), 선박유 국제시장 가격의 변동 특성 연구, *서울대학교 대학원 석사학위논문*
- 이충배, 김정환, 박선영 (2009), 싱가포르 석유물류허브 벤치마킹을 통한 우리나라의 동북아 오일허브 발전 연구. *통상정보연구*, 제11권 제2호, 127-145.
- 이형욱(2012), 항만경쟁력에 영향을 미치는 요인분석, *한국행정논집*, 제24권 제1호, 1-25.
- Acosta, M., Coronado, D. and Cerban, M. D. M. (2011), Bunkering competition and competitiveness at the ports of the Gibraltar Strait, *Journal of Transport Geography*, 19(4), 911-916.
- Aronietis, R., Sys, C., Van Hassel, E. and Vanelslander, T. (2017), Investigating the bunkering choice determinants: The case of the port of Antwerp, *Journal of Shipping and Trade*, 2(1), 1-13.

- Bayliss, B. T. and Edwards, S. L. (1970), Industrial demand for transport, *HM Stationery Office*.
- Chang, Y. C. and Chen, C. C. (2006), Knowledge-based simulation of bunkering services in the port of Kaohsiung, *Civil Engineering and Environmental Systems*, 23(1), 21-34.
- Du, Y., Chen, Q., Quan, X., Long, L. and Fung, R. Y. (2011), Berth allocation considering fuel consumption and vessel emissions, *Transp. Res.: Part E: Logistics Transport Review*, 47(6), 1021-1037.
- French, R. A. (1979), Competition among selected Eastern Canadian ports for foreign cargoes, *Maritime Policy & Management*, 6(1), 5-13.
- Fuentes, G. (2021), Generating bunkering statistics from AIS data: A machine learning approach, *Transportation Research Part E*, 155, 1-23.
- Ghosh, S., Lee, L. H. and Ng, S. H. (2015), Bunkering decisions for a shipping liner in an uncertain environment with service contract, *European Journal of Operational Research*, 244(3), 792-802.
- Huang, S.Y., Hsu, W.J., He, Y. (2011), Assessing capacity and improving utilization of anchorages, *Transport Research: Part E: Logistics and Transportation Review*, 47, 216-227.
- Lam, J. S. L., Chen, D., Cheng, F. and Wong, K. (2011), Assessment of the competitiveness of ports as bunkering hubs: Empirical studies on singapore and shanghai, *Transportation Journal*, 50(2), 176-203.
- Lim, T. C., Thanopoulou, H. A., Beynon, M. J. and Beresford, A. K. C. (2004), An application of AHP on transshipment port selection: A global perspective, *Maritime Economics & Logistics*, 6(1), 70-91.
- McGinnis, M. A. (1979), Shipper attitudes toward freight transportation choice: A factor analytic study, *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 10(1), 25-34.
- Murphy, P., Daley, J. and Dalenberg, D. (1992), Port selection criteria: An application of a transport research framework, *Logistics and Transportation Review*, 28, 237-255.
- Murphy, P. R. and Hall, P. K. (1995), The relative importance of cost and service in freight transportation choice before and after deregulation: An update, *Transport Journal*, 35(1), 30-38.
- Notteboom, T. (2006), Strategic challenges to container ports in a changing market environment, *Research in Transportation Economics*, 17, 29-52.
- Notteboom, T. E. and Cariou, P. (2011), Bunker costs in container liner shipping: Are slow steaming practices reflected in Maritime fuel surcharges? *In ECONSHIP 2011 Conference, University of the Aegean, Chios*.
- Notteboom T. E. and Vernimmen, B. (2009), The effect of high fuel costs on liner service configuration in container shipping, *Journal of Transport Geography*, 17(5), 325-337.
- Ogden, K. W. and Rattray, A. L. (1982), Analysis of freight mode choice, *Publication of: Tasmania Transport Commission*, 249-276.
- Ronen, D. (2011), The effect of oil price on container-ship speed and fleet size, *Journal of Operational Research Society*, 62, 211-216.
- Saaty, T. L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
- Schinias, O. and Ourolidis, G. (2022), Assessing the impact of sulfur cap on bunkering spot selection in the ARA region, *WMU Journal of Maritime Affairs*, 21, 25-58.
- Sevgili, C. and Zorba, Y. (2017), The literature review: Bunkering and bunkering decisions, In *Safety of Sea Transportation: Proceedings of the 12th International Conference on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, *Gdynia: CRC Press*.
- Stopford, M. (2009), *Maritime Economics*, *Routledge, London*.
- Slack B. (1985), Containerization, inter-port competition and port selection, *Maritime Policy and Management*, 12(4), 293-303.
- Suthiwartnarueput, K. (1988), The exploration of sea transport efficiency: With a concentration on the case of Thailand, *University of Wales doctoral dissertation*
- Tai, H. H. and Hwang, C. C. (2005), Analysis of hub

- port choice for container trunk lines in East Asia, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 907-919.
- Tongzon, J. (2002), Port choice determinants in a competitive environment, *In Annual Conference and Meeting of the International Association of Maritime Economists*, Panamá: Iame.
- Tongzon, J. (2007), Determinants of competitiveness in logistics: Implications for the ASEAN region, *Maritime Economics & Logistics*, 9(1), 67-83.
- UNCTAD. (2021), Review of maritime transport 2021.
- Vega, L., Cantillo, V. and Julián, A. (2019), Assessing the impact of major infrastructure projects on port choice decision: The Colombian case, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 120, 132-148.
- Vilhelmsen, C., Lusby, R. and Larsen, J. (2014), Tramp ship routing and scheduling with integrated bunker optimization, *EURO Journal of Transport Logistics*, 3, 143-175.
- Vilhelmsen, C., Lusby, R. M. and Larsen, J. (2013), Routing and scheduling in tramp shipping—integrating bunker optimization: Technical report, *Danmarks Tekniske Universitet, Management Engineering, DTU Management Engineering*.
- Wang, S. and Meng, Q. (2012), Liner ship fleet deployment with container transshipment operations, *Transp. Res.: Part E: Logist. Transp. Rev.*, 48, 470-484.
- Wang Y., Yeo G. T. and Ng A. K. (2014), Choosing optimal bunkering ports for liner shipping companies: A hybrid fuzzy-Delphi-TOPSIS approach, *Transport Policy*, 35, 358-365.
- Willingale, M. C. (1981), The port-routeing behaviour of short-sea ship operators; Theory and practice, *Maritime Policy and Management*, 8(2), 109-120.
- Yao, Z., Ng, S. H. and Lee, L. H. (2012), A study on bunker fuel management for the shipping liner services, *Computers & Operations Research*, 39(5), 1160-1172.
- Yeo, G. T., Roe, M. and Dinwoodie, J. (2008), Evaluating the competitiveness of container ports in Korea and China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(6), 910-921.

AHP를 활용한 부정기선사의 벙커링 항만 선정요인에 대한 연구

안지영 · 류희찬 · 이충배

국문요약

벙커링은 선박 운항에 필요한 연료유의 공급과 더불어 이에 수반되는 연료 자체의 가격 및 공급에 따른 비용을 최소화하고 좋은 품질의 연료유를 적기에 그리고 최적 항구에서 보급한다. 이러한 벙커링은 최초 구매시점부터 벙커링 구매자체에 상당한 비용이 수반되어 선사에서 벙커링이 운항 비용 측면에서도 중요하다. 본 연구는 부정기선사의 벙커링 항만 선정요인을 규명하여 우선순위를 도출하는 데 목적이 있다. 선행연구를 토대로 벙커링 항만을 선정하는 공통 요인을 분석하여 변수를 선정하였으며 상위 요인으로 가격 요인, 지리적 요인, 제품 품질과 항만 서비스 요인, 인프라 요인을 도출하였고 AHP기법을 활용하여 중요도를 산출하였다.

분석결과 상위요인은 비용 요인, 지리적 요인, 제품 품질 및 항만서비스, 인프라 요인 순으로 나타났으며 비용 요인과 지리적 요인의 중요도는 높은 수준으로 나타났다. 비용 요인의 하위 요인에서는 톤당 벙커 가격이 가장 높은 중요도를 나타냈고 지리적 요인에서는 주요 무역 항로상에 위치로 나타났다. 제품 품질과 항만 서비스의 하위 요인에서는 벙커링 가능 유종과 품질이 중요한 요인으로 분석되었으며 인프라 하위 요인에서는 묘박지, 적양하 작업 시 벙커링 가능여부, 항만 보안 요인이 중요한 요인으로 나타났다. 본 연구는 벙커링 항만 선정요인을 비교하며 중요도를 도출하여 연구기준의 틀을 제시함으로써 벙커링 항만의 경쟁력 제고에 대한 시사점을 제시하였다.

주제어: 벙커링, 벙커링 항만선정, 항만경쟁력, 계층분석과정, AHP