

## Study on Domestic Trends of Green Fuel Policy

Sangseop Lim\*, Sang-Mi Im\*\*, Seok-Hun Kim\*\*\*

\*Professor, Div. of Navigation Convergence Studies, Korea Maritime and Ocean University, Busan, Korea

\*\*Professor, Dep. of Metaverse, Korea University of Media Art, Sejong, Korea

\*\*\*Professor, Dept. of IT Management Information, PaiChai University, Daejeon, Korea

### [Abstract]

Against the backdrop of IMO's stricter environmental regulations due to global warming, Europe's Fit for 55 plan, and other initiatives, the establishment of infrastructure for the supply of environmentally friendly marine fuels and policy analysis are more critical than ever. This study comprehensively analyzes existing research and policies on the supply of environmentally friendly marine fuels, as well as trends in regulations, industry responses, and the current status of infrastructure for the supply of environmentally friendly fuels, to draw insightful conclusions. The results show that the establishment of infrastructure for the supply of environmentally friendly fuels is as important as the introduction of environmentally friendly ships, due to the strengthening of environmental regulations. LNG is a viable option in the short term, but a transition to carbon-free fuels is necessary in the long run. In this regard, a strategic approach is needed to focus support on fuels that are advantageous to produce, considering domestic industrial conditions from a long-term perspective. Therefore, the government should actively promote infrastructure development through measures such as supporting the development and supply of environmentally friendly fuels, improving regulations and providing incentives, attracting private investment, and strengthening international cooperation. This study is expected to serve as a valuable resource for setting policy directions for the transition to an environmentally friendly maritime industry. Future research will include a comparative analysis of the economic viability of environmentally friendly fuels and basic research on the selection of fuels that are advantageous to Korea.

▶ **Key words:** IMO GHG Regulation, Eu Fit for 55, Green ship, Green energy, Bunkering

- 
- First Author: Sangseop Lim, Corresponding Author: Seok-Hun Kim
  - \*Sangseop Lim (limsangseop@kmou.ac.kr), Div. of Navigation Convergence Studies, Korea Maritime and Ocean University
  - \*\*Sang-Mi Im (sswit@hanmail.net), Dep. of Metaverse, Korea University of Media Art
  - \*\*\*Seok-Hun Kim (vambition@daum.net), Dept. of IT Management Information, PaiChai University
  - Received: 2024. 04. 05, Revised: 2024. 04. 25, Accepted: 2024. 04. 25.

[요 약]

지구온난화로 인한 IMO 친환경 규제 강화, 유럽 Fit for 55 법안 등을 배경으로 선박 친환경 연료 보급 인프라 구축 및 정책 분석이 어느 때보다 필요한 시점이다. 본 연구는 선박 친환경 연료공급에 관한 선행 연구 및 정책과 규제 및 산업 대응 동향, 친환경 연료 공급 인프라 현황 등을 종합적으로 분석하여 정책적 시사점을 도출하였다. 결과적으로, 친환경 규제 강화로 인해 친환경 선박 보급 못지않게 친환경 연료 보급 인프라 구축이 중요하다. LNG는 현실적인 대안이지만, 장기적으로는 무탄소 연료로 전환이 필요하며 이와 관련된 공급 인프라 구축에는 장기적인 관점에서 국내 산업 여건을 고려하여 생산에 유리한 연료에 집중하여 지원하는 선택과 집중 전략이 필요하다. 따라서 정부는 친환경 연료 개발 및 보급 지원, 규제 개선 및 인센티브 제공, 민간 투자 유도, 해외 협력 강화 등을 통해 인프라 구축을 적극 추진해야 한다. 본 연구는 친환경 해운산업으로의 전환을 위한 정책 방향을 설정하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 향후 친환경 연료 경제성 비교를 비롯하여 국내에 유리한 연료 선정에 관한 기초연구를 진행할 예정이다.

▶ **주제어:** IMO 친환경 규제, EU Fit for 55, 친환경 선박, 친환경 연료, 벅커링

I. Introduction

최근 지구온난화로 인한 이상기후로 인한 재난 피해가 갈수록 지구촌 곳곳에서 빈번해지고 있으며 과거 대비하여 훨씬 더 심각한 수준으로 발생하고 있다. UN에서는 지구의 평균온도가 1.5°C까지 상승하는 것을 최대한 늦추기 위해 파리기후 협약을 통한 환경규제 등 많은 노력을 하고 있으며 이에 발맞춰 유럽 등에서는 환경규제가 점차 강화하고 있다. [1]

화석연료 기반으로 2023년 기준 약 8억 2천만톤 이상이 배출되고 있다. 이는 세계 전체 배출량의 약 2.2% 수준이다. 이산화탄소(CO2)는 황산화물(SOx)과 질산화물(NOx)과 함께 3대 대기오염물질로 대표적인 지구온난화 주범으로 꼽힌다.

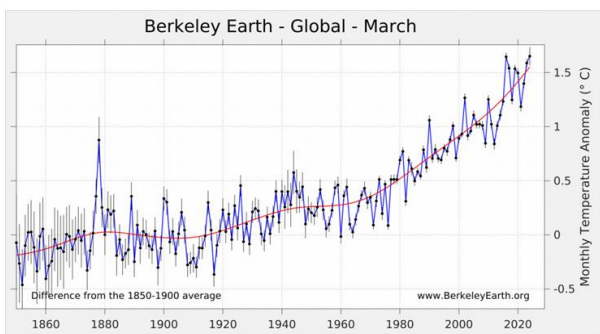


Fig. 1. Infrastructure of World Bunkering  
Source : <https://berkeleyearth.org>

선박을 통한 해상운송은 전세계 무역의 약 80% 이상을 차지할 정도로 중요한 역할을 하는 주요 운송수단이다. [2] 하지만 선박으로부터 기인되는 오염물질도 다양할 뿐만 아니라 양적으로도 많다. 이를 규제하기 위해서 국제해사기구(IMO)는 MARPOL 국제협약을 통해 선박으로부터 기인한 환경오염원에 대하여 규제하고 있으며 각국이 비준하여 이에 발맞춰 규제하고 있다. 기존의 선박용 연료유는

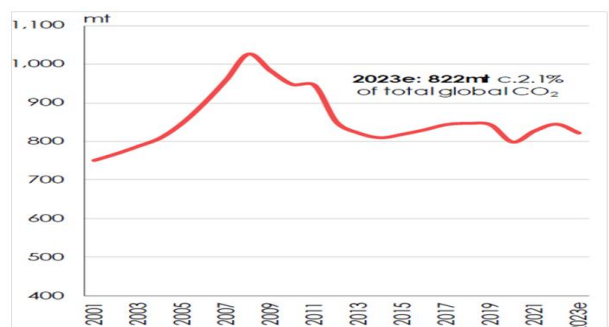


Fig. 2. CO2 emission from shipping fleet  
Source : Clarkson Research

IMO에서는 지난 MEPC 80차 회의에서 기존 2050년까지 이산화탄소 배출 감축량을 2008년 배출량 대비 50% 수준까지 달성하는 목표를 이산화탄소 배출량 제로로 다소 급진적인 목표를 제시한바 있다. 이산화탄소 배출량을 감축하기 위한 방법으로는 EEXI, EEDI라는 선박의 에너지효율지수를 통해 친환경 선박 기준치가 마련되어 있다. 이것은 전자제품들의 에너지 등급과 비슷한 개념으로 볼 수 있다. 선박은 운항 특성에 따라서도 에너지 효율이 달라질 수 있기 때문에 운항적 조치로써 CII 규제도 시행 중

에 있다. 이밖에도 다양한 에너지 저감 장치들이 개발되어 있다. 이뿐만 아니라 탄소배출량에 따라 비용이 부과되는 탄소 가격제도도 곧 도입될 예정이라 해운시장 및 세계 무역에 상당한 파장이 예상된다.

하지만 위에서 제시되는 조치들은 IMO가 제시하는 탄소배출량 제로 목표를 달성하기 부족하며 시장적 조치에 대한 비용부담은 개별 운송기업의 수준을 넘어 상당한 사회적 비용이 초래되기 때문에 국가경제로 큰 부담이 될 수 있다. 가장 근본적인 해결책은 탄소가 포함되어 있지 않은 에너지원으로 전환하는 것이다. 이러한 친환경 에너지원으로 수소와 암모니아가 가장 주목되고 있지만 이들 연료들은 생산과 공급 인프라가 아직 미미한 수준이며 이를 연료로 사용할 수 있는 선박조차도 많지 않은 실정이다. 우리나라 ‘환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률’의 정의에 따르면 환경친화적 선박은 다음과 같이 구분된다.

Table 1. Definition of green ships by laws

Definition
Ships designed by applying technology to reduce marine pollution or by using technology to increase ship energy efficiency
Ships that use environmentally friendly energy prescribed by laws and regulations, such as liquefied natural gas, as a power source
Electric propulsion ships that use electric energy charged from an electric source as a power source
Hybrid ships used as power sources by combining gasoline, light oil, liquefied petroleum gas, natural gas, or fuel prescribed by the Joint Ordinance with electric energy (including electric energy charged from an electricity source)
Fuel cell-powered ships that use electric energy generated using hydrogen, etc. as a power source

Source: <https://www.law.go.kr>

법률에 따라 정부에서도 친환경선박 개발 및 보급에 관한 기본계획을 수립하여 시행중에 있지만 가장 큰 걸림돌은 탄소배출이 전혀 없는 선박을 보급하는데 한계가 있기 때문에 기존 석유와 석탄에 비해 탄소배출이 적은 에너지원도 환경친화적인 에너지원으로 인정하고 있다. ‘환경친화적 선박의 기준 및 인증에 관한 규칙’ 제3조에서는 환경친화적 에너지원으로 LNG, CNG, LPG, 메탄올, 수소, 암모니아 등으로 구분하고 있다.

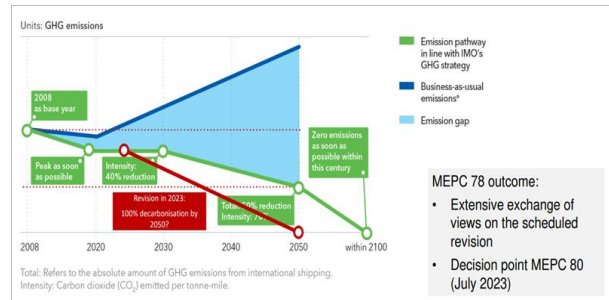


Fig. 3. IMO GHG Emission Target  
Source : DNV

본 연구에서는 IMO 온실가스규제에 따라 국내외 각 해운사들의 대응과 환경친화적인 선박에 대한 채택현황을 분석하여 산업의 대응 동향에 대한 시사점을 도출하고 이에 따른 친환경 연료 공급 인프라에 대한 각국의 동향 비교를 통해 친환경 에너지 병커링에 대한 정책제언을 도출하였다.

제II장에서는 친환경 선박에 대한 선행연구 및 정책에 대하여 분석하였다. 제III장은 친환경 에너지원 병커링에 대한 국내외 해운사들의 대응을 비교분석을 하였다. 마지막 제IV장은 결론으로 본 연구결과의 요약과 의의 그리고 본 연구의 한계 및 향후 연구과제를 제시하였다.

## II. Previous Studies

선박으로부터 배출되는 대기오염물질은 질소산화물, 한산화물, 이산화탄소 등이 있다. 이에 대한 배출규제는 IMO 국제협약으로 진행되고 있으며 유럽에서는 EU 탄소 감축을 위해 Fit for 55 법안이 마련 및 여러 정책이 시행 중이다. 특히, FuelEU Maritime 정책은 선박을 중심으로 선박건조, 연료의 생산 및 보급, 선박의 운항, 선박의 폐선에 이르는 전주기적 탄소배출 규제안이기 때문에 산업에 미치는 영향이 상당할 것으로 예상된다. 이처럼 해운산업 전반적인 친환경으로의 패러다임 전환에 있어서 가장 중요한 부분 중 선박의 친환경 연료 보급하는 병커링 관련 인프라 구축도 하나이다. 본 장에서는 친환경 에너지 병커링과 관련된 선행연구와 정책들을 분석하였다.

우리나라 해양수산부는 한국형 친환경선박 보급시행계획에 따라 크게 미래 친환경선박과 신기술 개발과 연료공급 인프라 구축에 중점을 두고 있다.[3] [4]의 연구에서는 AHP를 활용하여 친환경선박 보급을 위한 6가지 주요 정책에 대한 우선순위를 ‘정부지원의 시급성’, ‘산업경쟁력 제고’, ‘해양환경 개선 기여도’, ‘글로벌 규제 대응 기여도’

등 4가지 기준으로 평가하였으며 연구의 주요 결과는 친환경 선박에 대한 기술개발과 실증에 집중하여 정책적 지원이 가장 우선되어야 한다고 평가하고 있으며, 상대적으로 친환경 연료 공급에 관한 정책은 장기적인 관점에서 추진할 것을 제안하고 있다. 친환경선박에 대한 기술적인 측면에서의 연구는 다양하다. [5]는 현존하는 연료유 추진 LPG 및 암모니아 운반선들의 운항 특성을 고려하여 암모니아 엔진 대체 시 연료소비량 분석을 제시하였다. [6]은 하이브리드 추진 연료전지 선박의 에너지 효율성을 항적 데이터를 기반으로 실증하였으며 개선된 시스템을 제안하였다. [7]는 전기추진선박의 기술적 동향과 미래 전망에 관하여 분석하였다. 이밖에도 친환경 선박의 기술개발이 산업에 미치는 파급효과에 대한 분석을 시도한 연구도 있다. [8]은 친환경 선박인 수소 선박의 개발로 인한 산업 전반에 대한 연관분석을 통해 경제적 파급효과를 정량적으로 제시하였다. [9]는 산업연관분석을 통해서 전기추진선박의 R&D에 과정에서 경제적 파급효과를 분석하였다.

연료공급 인프라 구축과 관한 연구는 다음과 같다. [10]은 선박연료 배출기준을 충족하는 연료로는 LNG가 가장 적합하다는 인식속에 LNG 추진선박의 보급 확산과 안정적인 선박운항을 위해 원활한 LNG 공급인프라 확보가 중요하다고 하였다. 이와 더불어 LNG 병커링 인프라가 경제에 미치는 파급효과에 대하여 분석하였다. [11]는 수소추진선박에 대한 병커링 안전구역 설정에 관하여 연구를 진행하였으며 수소에너지원의 위험성으로 인한 병커링 작업시 요구되는 안전구역에 관한 기준을 제안하고 있다. [12]는 친환경연료 중 LNG 비롯한 가스 연료를 활용하여 추진되는 선박들의 연료 병커링 중 안전 가이드라인을 제시하였다.

이들 연구를 종합하면 선박의 연료 공급망 인프라를 구축하는것도 친환경 선박 자체 기술개발과 못지않게 중요하며 친환경 선박 보급 확대를 위해서도 반드시 필수적인 요인이라는 공통된 인식이 있다. 법률에 의거한 환경친화적인 에너지원은 LNG, CNG, LPG, 메탄올, 수소, 암모니아 등이 있다.

이러한 연료 중 LNG는 여전히 탄소배출이라는 결점이 있지만 기존 석유기반의 연료보다는 탄소배출이 약 25% 수준으로 감소될 뿐만 아니라 추진 기술의 개발 수준, 연료 수급 및 가격, 인프라 구축 등의 여건을 고려하면 현재 가장 현실적인 대안으로 평가되고 있다. 2050년까지 장기적인 관점에서 무탄소 연료로의 전환이 필요하지만 충분히 성숙되기까지 전환 연료로써 LNG가 매우 중요한 역할을 할 수 있기 때문에 중단기적인 관점에서의 지원 정책 및 전략이 필요하다.

### III. Green Fuel Bunkering Trend

전세계 선박 연료 에너지원별 점유율은 다음과 같다. 2020년 1월 기준 발효된 황산화물 배출 규제에 따라 LSFO가 전체 소모량의 약 50%를 차지하고 있으며 MFO 약 15%, MGO 약 30%이며 LNG가 약 5% 내외수준으로 보고되고 있다.

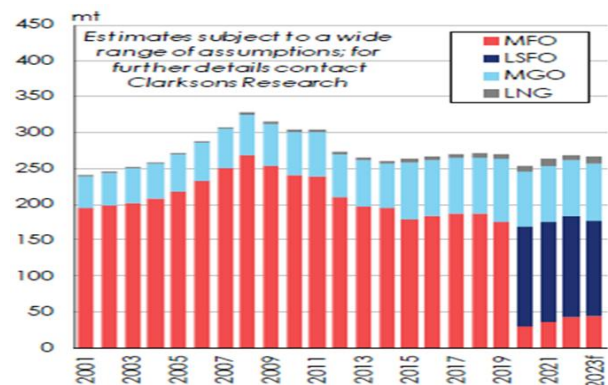


Fig. 4. World Fleet Fuel Consumption  
Source : Clarkson Research

세계 선박 연료 대체에너지원의 사용량은 2022년 기준 약 1.095만톤 수준이며 이 중 LNG의 비중이 95% 이상이다. 국내 병커링 시장은 2020년 기준 약 1천만톤 수준이며 LSFO 약 40%, MGO 15%, MFO 40%, LNG 5%이다.

IMO에서는 5천 톤 이상 국제항해 선박의 2023년 1년간 운항데이터를 토대로 선박의 탄소집약도지수(CII, Carbon Intensity Indicator)를 구하여 A-E까지 등급화하여 국제해운선사의 탄소배출을 규제한다. 선박운항탄소집약도지수(CII, Carbon Intensity Indicator)란 탄소감축률 달성 여부를 평가하기 위해 화물 1톤을 1해리(약 1.9km) 운송할 때 배출하는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)량을 연료 사용량, 운항 거리 등 실제 선박 운항 정보를 활용해 지수화한 수치다. A-E까지 5개 등급이 부여되며 3년 연속 D 등급, 1년간 E 등급을 받은 선박은 시정계획을 승인받기 전까지 운항이 제한할 수 있는 강력한 규제로 인식되고 있다. 다음 그림 5는 전세계 선종별 선복에서 CII 등급 시뮬레이션 결과를 나타내고 있으며 원유운반선(VLCC)는 2023년 전체 선복의 약 35%가 D-E등급에 속하면 2026년까지는 약 45%까지 확대될 것으로 예상된다. 가장 심각한 선종은 자동차운반선(PCC)이며 2023년 약 40%에서 2026년 약 75%까지 확대될 것으로 예상되기 때문에 운송시장에서 공급측면에서 시장 충격은 상당할 것으로 보인다.

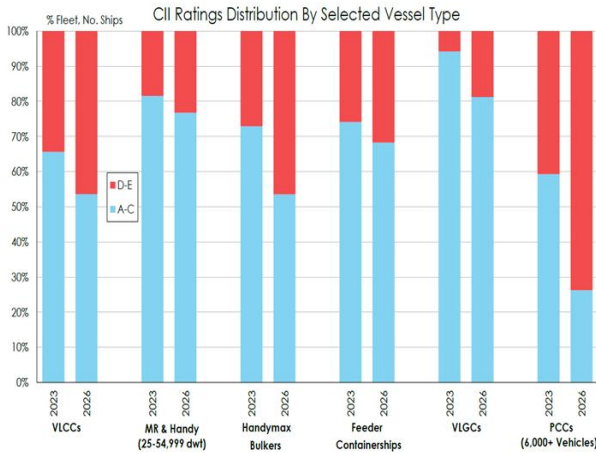


Fig. 5. CII ratings distribution by vessel type  
Source : Clarkson Research

친환경 규제에 대한 해운산업 측면에서의 대응은 크게 2가지 움직임으로 나타나고 있다. 첫 번째 대응은 친환경에 너지 추진 선박을 신조하여 확보하는 것이다. 2023년 기준 세계 신조 발주량의 약 50% 수준까지 친환경 선박 신조발주가 되고 있으며 이는 더욱더 가속화 될 전망이다. 두 번째 대응은 운항 선박의 선속을 감속시켜 운항하는 것이다. 해운시장의 공급에 영향을 주는 요소로 선박생산성이 있다. [Martin Stopford] 선박의 사이즈, 선속, 발라스트 항해 최소화, 항만자동화 등이 선박생산성에 영향을 미치며 이는 해운시장의 선박공급에 영향을 준다. CII등급에 따라 감속이 되면 즉각적으로 공급이 줄어드는 효과가 나타나기 때문에 선사들의 시장경쟁력에 악영향을 초래할 수 있을 뿐만 아니라 화주에게는 공급감소로 초래될 운임상승으로 비용이 증가될 개연성이 커지게 된다. Fig. 6의 좌측은 원유운반선 및 제철유운반선의 친환경 선박과 기존 선박의 운항 평균 선속을 비교하였으며 우측 그림은 건화물선 Capesize 및 Panamax 사이즈의 친환경 선박과 기존 선박의 운항 평균 선속을 비교한 것이다. 전체 선박에서는 2008년을 선속지수 100으로 하였을 때 대비하여 원유운반선과 건화물선은 80까지 약 20% 감소되었으며, 컨테이너는 약 72로 약 28% 감소되었다. 2008년 글로벌 금융위기라는 심각한 거시경제변수로 인해 선속감속에 영향을 준 노이즈가 있었기 때문에 이산화탄소 배출규제인 EEDI 규제 Phase 0 시작 시점이 2013년 이후를 가정하더라도 선속감속은 5~10%가 감소되었다.

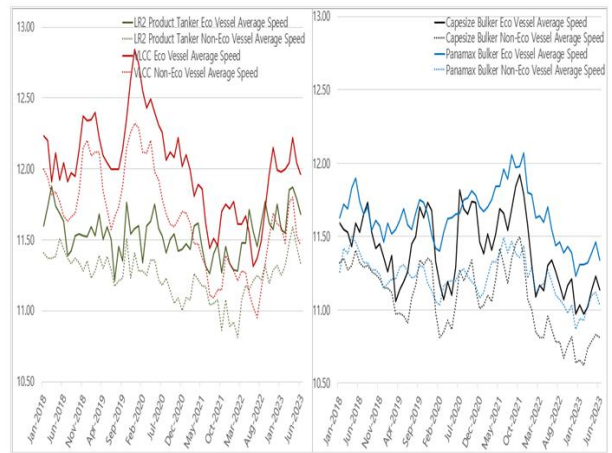


Fig. 6. Eco Ship vs. Non-Eco Ship Average Speed  
Source : Clarkson Research

따라서 친환경 규제에 따른 해운산업의 규제 이행에 따른 경제적 피해를 최소화하면서 탈탄소 목표를 달성하기 위해서는 기민한 전략과 정책 지원 마련이 필요하다. 우리나라 정부는 주요 항만을 친환경 연료 공급 거점항만으로 지정하고 친환경 연료 공급 인프라를 조정할 계획이다. Table 1은 LNG, 메탄올, 암모니아 연료 공급을 위한 번거링 선박 건조 및 연료 공급을 위한 부두 시설 등의 전용 터미널을 구축 계획을 나타낸 것이다. 이를 살펴보면 미래 불확실한 요소가 많아 친환경 연료 공급망 구축에 관한 정책지원이 모호한 측면이 많다.

Table 2. Green Bunkering Supply Infrastructure Investment Plan

Energy	Port	Ship Infrastructure	Port Infrastructure
LNG	East-South coast Ulsan Gwangyang Busan Tongyong	8 Bunkering Ships	2 piers capable of 10K-tons
	West coast Pyeongtak-Dangjin	Uncertain	1 pier capable of 9K-tons
Methanol	East-South coast Ulsan Gwangyang	2 Bunkering ships with uncertainty	Uncertain
	West coast PyeongTak-Dangjin		
Ammonia & Hydrogen	Ulsan Yeosu Incheon	Uncertain	2 piers with Uncertainty

Source : MOF

미래에 어떤 연료가 확실한 친환경 연료로 사용될지는 현재 시점에서 선불리 예측이 어렵다. 이 때문에 우리나라 정부도 다양한 친환경 연료에 대한 연구개발 및 투자 정책을 마련하고 진행 중이지만 모든 친환경 연료에 대해서 세계적인 경쟁력을 확보하기 어렵고 한정된 정책 이행 재원과 제한된 자원 등을 고려하면 우리나라의 산업 구조상 생산에 유리한 연료가 있는지 면밀히 분석하여 선택과 집중이 필요하다.

#### IV. Conclusions

지구 온난화로 인한 이상기후로 인한 심각한 사회경제적 피해가 야기되고 있다. IMO 탄소배출 규제 강화, 유럽의 Fit for 55 법안 등 전 세계적인 친환경 해운 정책 추세에 발맞춰 선박 친환경 연료 공급망 인프라 구축이 필요한 시점이다. 본 연구에서는 선박의 친환경 선박과 연료에 관한 선행연구, 규제와 대응, 정책 지원에 관한 종합적 관점에서 분석하여 시사점을 도출하였다. IMO 및 EU 친환경 규제에 따라 친환경 선박의 개발 및 보급에 있어 선박 친환경 연료의 공급 인프라 구축이 필수적이다. 현재 LNG 연료가 가장 현실적인 대안이지만 장기적인 관점에서 수소 및 암모니아 등 무탄소 연료로 전환하는 것이 요구되기 때문에 친환경 연료 공급 인프라 구축을 위한 단기적 지원보다는 장기적인 전략이 필요하다. 특히, 우리나라의 경우 생산에 유리한 친환경 연료를 면밀히 분석하여 정책 지원을 집중할 필요가 있으며 민간 투자를 유도하는 정책도 마련되어야 할 것이다. 본 연구의 결과는 해운산업의 친환경으로 전환을 위하여 중장기 지원 정책의 방향을 설정하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구에서는 국내 친환경 연료별 경제성 분석, 특히 우리나라 산업 구조 상 생산 및 공급에 유리한 친환경 에너지를 도출할 수 있는 연구가 필요할 것으로 판단된다. 이를 바탕으로 중장기적 관점에서 친환경 연료 공급망 구축을 지원하는 세밀한 정책이 마련될 수 있도록 연구를 진행할 예정이다.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the research grant of Pai Chai University in 2023.

#### REFERENCES

- [1] IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Portner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Pean, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- [2] Lim, S. and Lee B. Y., Cost Estimation of Shipping Industry against IMO GHG requirement, Journal of Korea Contents, Vol. 22, No.11, pp.561-571, 2022. DOI : 10.5392/JKCA.2022.22.11.561
- [3] MOF, Government Measurements for Establishment of the Supply Chain of Green Fuel Bunkering, 2023. <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=52604&menuSeq=971&bbsSeq=10>
- [4] Bea, C.S and Yang, W.J., Analysis of the Importance of Eco-friendly Ship Dissemination Policy using the Analytic Hierarchy Process, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 28, No. 1, pp. 117-124, 2022. <https://doi.org/10.7837/kosomes.2022.28.1.117>
- [5] Lim, S.T., Lee, H.S., Moon, J.H., and Seo, Y.K., Analysis of Fuel Consumption for Application of Ammonia Propulsion Model in Ammonia Transport Ships, Journal of Power System Engineering, Vol. 26, No. 1, pp. 83-91, 2022. <https://doi.org/10.9726/kspse.2022.26.1.083>
- [6] Oh, D., and Cho, D.S., Efficiency Evaluation of a Hybrid Propulsion Fuel Cell Ship Based on AIS Data, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 60, No. 3, pp.146-154, 2023. <https://doi.org/10.3744/SSNAK.2023.60.3.146>
- [7] Guk, J., Park, D., Kim, S., Lim, H., and Jung, S.P., Current Status and Perspectives of Eco-friendly Electric Ships, Journal of Korean Society of Environmental Engineers, Vol.45, No.5, pp. 256-266, 2023. <https://doi.org/10.4491/KSEE.2023.45.5.256>
- [8] Choi, E.C., and Lee, J.S., The Economic Impacts of the Development of the Hydrogen Ship on the National Economy using Input-Output Analysis, Journal of the Korean Data Analysis Society, Vol. 21, No. 6, pp. 2995-3006, 2019.
- [9] Kim, S., and Lee, M.K., A Study on the Economic Impacts of Electric Propulsion Ships Development using Input-Output Analysis, Journal of Korea Technology Innovation Society, Vol. 26 No. 5, pp. 743-764, 2023. <https://doi.org/10.35978/jktis.2023.10.26.5.743>
- [10] Choi, M.S., A Study on the Economic Effect of LNG Bunkering and Related Infrastructure : Implication for Ship Finance, The Korean Academy for Trade Credit Insurance, Vol. 24, No. 4,

pp.57-71, 2023. <https://doi.org/10.22875/jiti.2023.24.4.004>

- [11] Jeon, S., Jeong, S., Nam, D., A Study on the Establishment of Bunkering Safety Zone for Hydrogen Propulsion Ships in Coastal Area, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 60, No. 6, pp. 433-440, 2023. <https://doi.org/10.3744/SNAK.2023.60.6.433>
- [12] Ryu, B.R., Anh, D.P., and Kang, H.K., A Study on Safety Assessment for Low-flashpoint and Eco-friendly Fueled Ship Journal of Navigation and Port Research, Vol. 47, No. 1 : 25-36, February 2023. DOI : <http://dx.doi.org/10.5394/KINPR.2023.47.1.25>

## Authors



Sangseop Lim received the B.S. degree in ship engineering and M.A. and Ph.D. degrees in shipping management from Korea Maritime and Ocean University, Korea, in 2007, 2014 and 2018, respectively.

Since 2020, Dr. Lim is currently a Professor in the Division of Navigation Convergence Studies at Korea Maritime and Ocean University, Busan, Korea. He is interested in shipping finance, shipping market forecasting and risk management.



Sang-Mi Im received the M.S. degrees in Electronic Commerce from Paichai University, Korea. Dr. Im is currently Professor in the Department of Metaverse, Korea University of Media Arts.

Her teaching and research specialties are in the fields , Web-App programming, E-commerce System.



Seok-Hun Kim received the M.S and Ph.D. degree in Computer Engineering from Hannam University in 2003 and 2006. He is an associate professor Mobile Media at Suwon Women's University in from 2012 to

2017. Dr. Kim is currently an assistant professor in the IT Management Information at Paichai University. His teaching and research specialties are in the fields Mobile computing, Web-App programming, E-commerce System.