

지속가능전환 시기를 맞은 해양산업의 탄소거래 및 해양금융 생태계 구축 연구

안순구* · 윤희성**

A study on the carbon trading and maritime finance ecosystem for the maritime industry
in the era of sustainability transition

Ahn, Soon-Goo · Yun, Hee-Sung*

Abstract

The pace of sustainability transition within the maritime industry has been accelerating. This shift primarily necessitates changes in the industry's heavy reliance on fossil fuel-driven ecosystems. Additionally, numerous sustainability laws and regulations, such as the EU's CBAM and IMO's EEXI, have been implemented. This transition is poised to amplify the competitive edge of firms equipped with greater resources, as it introduces substantial operational burdens due to expensive eco-friendly fuel adoption and regulatory compliance. To diverge from the traditional competitive landscape, this paper aims to explore innovative maritime finance models enabling domestic firms to gain competitive advantages on a global scale. Employing analogical reasoning and modeling as a research method, this paper demonstrates that maritime firms can leverage the sustainability transition by aligning sustainable maritime operations with ETS (Emission Trading Schemes). Expanding on this novel approach, the paper delves into potential connections between CCM (Compliance Carbon Market), VCM (Voluntary Carbon Market), and digital asset exchanges. This newly proposed digital/net-zero maritime ecosystem holds the potential to significantly impact the shipping, shipbuilding, and ship finance industries, positioning Busan as a sustainable maritime finance hub. This study holds significance as pioneering research that may stimulate subsequent case-based studies and offer strategic guidance to market participants and policymakers as the maritime industry moves towards a net-zero transition

Key words: Sustainability Transition, Carbon Finance, Emission Trading Scheme, Digital Finance, Competitive Advantages

▷ 논문접수: 2023. 11. 20. ▷ 심사완료: 2023. 12. 23. ▷ 게재확정: 2023. 12. 28.

* 부산국제금융진흥원 금융연구2실장(직무대행, 책임매니저), 제1저자, sg@kbfc.or.kr

** 한국해양대학교 해양금융대학원 부교수, 교신저자, heesung@kmou.ac.kr

I. 서론

유엔 지속가능발전목표(UN SDGs), 기후관련 재무정보공개 태스크포스(TCFD) 등 주요 글로벌 이니셔티브가 부각되고 있으며 이에 따라 국제기구나 각국의 탈탄소 규제가 강화되고 있다. 선박은 화석연료에 거의 전적으로 의존하여 운항되어 전세계 이산화탄소 배출량의 약 3%를 차지하고 있기 때문에 해양산업은 중요한 탄소배출관리대상 산업으로 인식되고 있다.

이러한 추세를 반영하여 국제해사기구는 친환경 3대 규제(EEXI, EEDI, CII)를 강화해 나가고 있고 이에 따라 Maersk, MSC 등 글로벌 선도 해운사들이 친환경선박 발주를 늘리고 있다.¹⁾ 우리나라에서도 지난 6월 해사주간에 해양 7개국 이 모여 '2050 녹색 해운 전환을 위한 서울선언문'을 발표하기도 했다.

친환경 전환을 위해 대표적으로 거론되는 암모니아, 메탄올, 수소연료 추진선박의 경우 상용화되기까지는 엔진기술 개발, 공급망 구축, 인프라 확보와 같은 많은 난관이 예상된다. 이러한 사안들은 국내 조선사, 해운사, 선주사들에게 공통적으로 경영부담으로 다가오고 있는 실정이다. 특히 친환경 연료는 열량대비 기존연료 보다 높은 가격을 형성하고 있어 친환경 연료 사용에 따라 선주·화주-해운사간 비용분담에 대한 갈등도 예상된다.²⁾

해양기업들은 선박발주, 연료구매, 그리고 운항에 이르는 해운 전주기에 걸쳐 지속가능 전환을 요구받고 있다. 이에 산업계와 학계는 공통적으로 탈탄소 전환에 따른 전략수립과 연구의 중요성을 제안했으며(김영수, 2023; 신상훈·신용준, 2023; 이재훈·장명희, 2022) 해양경쟁력 제고를 위한 연구의 필요성도 제기되고 있다(안순구·윤희성, 2023).

본 연구는 지속가능전환을 맞은 해양산업의 경쟁력제고를 위해 국내선사의 친환경선박 운항과 탄소배출거래제를 연동하는 생태계를 구상하는 방안을 제시한다. 기존에는 해양 지속가능전환이 주로 기업의 재원을 필요로 하는 비용(cost)으로 인식되었다. 이 연구에서는 친환경선박 운항이 탄소배출권거래제와 연동되어 해운사들이 탄소상쇄권(탄소크레딧)³⁾을 획득하며, 거래소에서 배출권 수요자와의 거래를 통해 가치를 획득하는 메커니즘을 구현할 수 있음을 밝혔다.

국내 해운산업과 탄소금융과의 연계는 2021년부터 제도적으로 준비되고 있는 상황이나 산업계와 학계에서 이루어지는 대부분의 논의는 기존의 해양산업 생태계를 유지하며 선박운항에 따른 탄소배출을 상쇄하기 위한 배출권 구매에 초점이 맞춰져 있었다(이현균, 2021). 전략학자들은 이와 같은 산업 패러다임 전환기에 기존 생태계와 비즈니스 모델을 유지하면 기업성과에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 피력하고 있다(Chesbrough, 2010; Baden-fuller & Haefliger, 2013; Tripsas & Gavetti, 2017).

이 연구에서는 해양산업의 탈탄소 및 디지털 전환 시기를 맞아 국내 선주 및 해운사들이 친환경 선박을 운항하며 지속가능가치를 탄소상쇄권 형태로 확보해 새로운 해양산업 생태계를 선도적으로 조성하고 경쟁우위를 확보하는 방안에 대해 기술했다. 이러한 모델 구상은 운송이라는 측면에서 해운과 유사한 자동차산업의 예에서도 볼 수 있다. 테슬라의 경우 친환경 전기자동차 판매에 대한 수익과 함께 탄소배출권제도 하의 탄소상쇄권을 정부로부터 제공받아 이를 시장에 매각함으로써 수익 다원화와 추가이윤을 창출하고 있다(Leard & McConnell, 2017). 이러한 비즈니스 모델 차별화는 내연기관 생산에 집중했던 기존 기업들과 비교해 핵심 경쟁우위요소로 고려되고 있다.

1) 세계 최대선사인 머스크(Maersk)사는 2040년까지 탄소중립 목표를 설정했으며 바이오연료 생산, 메탄올추진선 발주 등 친환경 전환을 가속화하는 중임.

2) 한국해운신문 해사포럼 현장중계, ESG, 해운업계의 대응방향 (2021.11.30)

3) 탄소상쇄권은 탄소크레딧과 동일한 의미로 사용되므로 이 논문에서는 탄소상쇄권으로 통일함.

본 연구에서는 해양산업의 경쟁우위 확보를 위한 선진 탈탄소 산업생태계 구현과 비즈니스 모델 구상을 위해 유추적 추론(analogical reasoning)에 기초해 해운산업 생태계의 다원화 가능성을 우선 제시한다(Grégoire and Shepherd, 2012). 이러한 가능성을 구체화하기 위해 산업생태계 다원화와 비즈니스 모델링(business-modelling) 연구방법을 적용해(Aversa et al., 2021; Gawer, 2014) 친환경 운항과 연계된 해양금융 모델을 제시했다. 이어서 금융생태계 확장을 위해 탄소배출권을 디지털 자산 거래소와 연계하는 구상안을 제시했다.

이 논문은 다음과 같은 구조를 갖는다. 서론에 이어 II장에서는 연구의 배경과 연구방법을 기술한다. III장에서는 연구방법을 적용해 지속가능전환시대의 해양 탄소금융 모델을 우선 제시하고 이어서 디지털 금융과 연계한 생태계 조성 및 확장방안을 설명한다. 마지막 장에서 결론과 시사점을 제시한다.

II. 연구의 배경과 방법론

1. 탈탄소 전환과 배출권거래제 도입

1992년 154개국이 모여 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)을 출범하고 첫 번째 당사국총회인 COP(Conference of the Parties)를 개최하였다. 첫 번째 당사국총회 이후 온실가스(Green House Gas, GHG) 배출 증가의 심각성을 인지해 84개 국가가 협의해 1997년에 교토의정서(Kyoto Protocol)를 체결하였다⁴⁾. 교토의정서는 선진국과 개발도상국간의 격차를 인정하고 각 국가마다 차별적인 온실가스 감축노력을 이행하는 것을 내용으로 한다. 교토 메커

니즘이라고 불리는 청정개발체제 (Clean Development Mechanism)⁵⁾, 배출권 거래제도 (Emission Trading Scheme), 공동이행제도(Joint Implementation)의 이행을 통해 온실가스 감축에 대한 노력을 결의한 것이었다. Annex 1에 소속된 선진국들은 2012년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 5.2% 감축하기로 결의했다. 교토 메커니즘을 적용해 세계 최초로 영국이 2002년 배출권 거래시장을 조성했으며, 2005년에는 유럽연합의 EU-ETS와 일본의 J-VETS 제도가 출범하였다.

우리나라 또한 이러한 탈탄소 전환의 중요성을 인식해 2012년 '온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률'을 제정했다. 이어서 2015년부터 한국거래소를 통해 국내 배출권 거래시장을 조성하고 있다.

파리기후협정 체결로 국가별 온실가스 감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)를 세웠으며 이에 따라 대한민국도 탄소배출권 거래제 시행, 한국형 녹색분류체계(K-Taxonomy) 발표, 사회적임투자채권 제도 마련, ESG공시 로드맵 예고 등 지속가능사회 전환을 위해 산업구조 전환을 도모하고 있다.

대한민국을 포함해 배출권거래소는 2015년을 기점으로 빠른 성장을 보였는데 다음과 같은 범정부적 협의의 때문이었다. 국제협약으로 2015년 파리기후협정이 체결되며 IPCC에서 권고된 바와 같이 지구온난화를 산업시대 이전기준 1.5도로 제약하기 위한 국제사회의 협력이 이뤄졌으며, 이와 함께 같은 해 UN은 새천년 발전목표(Millennium Development Goals)를 계승하는 지속가능한 발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs)를 발표하며 기후변화, 지속가능한 소비 및 생산 등 17개의 목표를 제시했다. 이와 같은 범정부적 합의에 따라 2023년 현재 30개 이상의 국가에서 배출권거래제도가 적용되고 있다(World Bank, 2023).

4) 교토의정서는 미국, 유럽 등 주요 선진국들의 온실가스 감축이 강조되었으나 전 세계 제조업을 주도하고 있는 중국이 참여하지 않았다는 한계가 있음.

5) 선진국이 개발도상국에 대한 탄소절감을 감축실적(Certified Emission Reduction)으로 인정해주는 메커니즘

한편, 배출권거래제의 중요성은 해운분야에서도 강조되는데 대표적으로 최근 적용이 시작된 유럽연합의 탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)를 들 수 있다. 탄소국경조정제도는 2021년 제안된 'Fit for 55'⁶⁾ 패키지의 일환으로 시작되었으며 23년 4월 공식적으로 출범했다.

탄소국경조정제도는 유럽연합 역내로 수출하는 기업들이 제품에 대한 탄소배출량을 보고하며 기준량을 초과할 경우 초과분에 대해 EU-ETS의 탄소배출권 혹은 자국 탄소배출거래소의 배출권을 구입하여 상쇄해야 하는 의무를 규정한 제도이다. 2023년 10월부터 시멘트, 전기, 비료, 철강, 알루미늄, 수소의 6개 제품군에 대해 적용되었으며 단계적으로 산업군을 늘린다는 계획을 발표했고, 2026년부터는 본격적으로 탄소배출권과의 연동이 시작된다(산업통상자원부, 2023).

유럽연합은 탄소국경조정제도를 해운산업에도 2024년부터 적용한다는 계획을 발표했다. 이에 따라 해운기업에 적용될 배출권거래제는 총톤수 5,000톤 이상 선박을 기준으로 2024년에 배출량의 40%, 2025년 70%, 2026년부터는 100%를 단계적으로 적용한다(ESG경제, 2023).

해양산업의 탈탄소 전환 규제에 따라 예상되는 영향에 대해 구체적으로 다음 섹션에서 기술한다.

2. 지속가능 전환과 경쟁우위

해양산업 특히 해운산업의 경우 높은 화석연료 의존도로 매년 약 9억 4천만 톤 이상의 이산화탄소를 배출하고 있어 전세계 온실가스 배출의 3% 이상을 차지하고 있다. 해운산업의 높은 온실가스 배출을 규제하기 위해 UN은 유연환경개발회의 기후변화협약(UNFCCC)의 교토의정서와 파리협정 등 해양분야의

온실가스 감축목표 이행을 위한 모든 사안을 국제해사기구 IMO에 위임했다.

표 1. 국제해사기구의 온실가스 감축을 위한 주요 규제

구 분	규제 주요내용
EEDI (2013~)	신조선박의 에너지 효율 설계지수로 선박 1톤이 1해리 운송 시에 대한 배출량에 대해 감축목표 설정. 5년마다 강화되며 현재 Phase 2단계이고, Phase 3는 2025년 부터 시작되어 30% 이상 감축 필요
EEXI (2023~)	현존선 에너지 효율지수로 기존 운항 선박 400GT(총톤) 대상으로 적용되는 규제로 1톤 화물을 1마일 운송하는 데 배출되는 이산화탄소량을 계산해서 지수화한 값. 23년은 80% 기준
CII (2023~)	탄소집약도지수. 1톤의 화물을 1해리 운송하는데 배출되는 이산화탄소량을 지수화한 값으로 23년 기준치는 2019년 CII의 95% 수준

출처 : 국제해사기구, KDB산업은행

국제해사기구는 2011년 에너지 효율 규정을 채택해 해운분야의 최초 선박온실가스 규제를 적용했다(IMO, 2023). 이어서 지속가능한 발전목표의 기후변화 목표에 대응하기 위해 2015년부터 신조선박에 대한 에너지효율 설계지수를 측정하는 EEDI를 단계적으로 적용했다. 이어서 2023년부터 EEXI, CII를 적용해 선박운항에 대해 본격적인 온실가스 감축규제를 적용하기 시작했다.

한편, 국제해사기구는 2050년까지 해양산업의 탄소중립을 실현한다는 목표를 공표했으며 2023년 서울선언문, 그리고 IMO 제 80차 회의에 따라 해양넷제로 이행 목표 강화를 밝혔다(IMO, 2023).

6) 2030년까지 온실가스 55% 이상의 탄소배출감축을 목표로 정한다는 제안으로서 'Fit for 55' 패키지로 지칭되고 있으며 EU-ETS 활성화, 사회적 기후기금 결성 (Social Climate Fund), 탄소국경조정제도 추진을 주요 내용으로 설정함.

표 2. 해양 지속가능전환을 위해 주로 거론되고 있는 연료

구분	특징	적용 어려움
메탄올	상온에서 액상으로 보급가능해 비교적 연료공급이 쉬움	기존 연료보다 부피가 큼, 높은 단가
암모니아	보관을 위한 기존 인프라 보유	독성, 부식, 악취 등. 암모니아 추진엔진 개발 중
수소	친환경 무탄소 연료	보관 및 유통 어려움 (영하 250℃ 이하에서 보관) 엔진기술 개발 중

자료: 김대진, KDB산업은행 자료 제작성 (2023.07)

친환경 전환을 위해 대표적으로 거론되는 연료는 메탄올, 암모니아, 수소가 거론되고 있다(김대진, 2023). 이러한 신연료는 화석연료 대비 온실가스 배출 감소가 최대 95% 이상으로 확인되고 있어 넷제로 전환을 위한 필수 연료로 고려되고 있다. 하지만 현재 해당 연료들을 기반으로 하는 엔진추진 기술이 개발 중에 있으며 공급량 증대, 제반 인프라 확충, 그리고 공급망 참여기업 확대 등이 필요한 실정이다(김동호 외 2022). 특히 공급량 추이의 경우 예상 수요와 비교해 상당히 부족할 것으로 예상된다(강미주, 2020).

이처럼 기술개발, 제반 인프라 확충, 공급망 확보 등과 같은 난관으로 친환경연료 적용은 장기적인 대체연료로 고려되고 있으며, 중단기적으로는 바이오연료, LNG 등의 연료를 적용할 전망이다. 하지만 바이오연료의 경우에도 적은 공급량으로 기존연료 대비 가격이 3배 가량 높게 책정되고 있다. 이처럼 친환경 연료들은 현재 선박의 주요 연료인 석유와 비교해 적은 공급량과 증대되는 수요로 인해 시장에서 프리미엄을 형성하고 있다(김대진, 2023).

고가의 친환경연료 사용 및 탄소국경조정제도에 따른 탄소배출권 구매는 국내 해양산업의 경영성과 약화에 기여할 수 있다는 학계와 산업계 우려가 제

기되고 있다. 대표적으로 탄소국경조정제도 적용에 따라 2020년 EU MRV 적용대상 선박을 기준으로 2030년까지 약 53조 원의 추가비용이 발생할 것으로 추산된 바 있다(부산국제금융진흥원, 2023).

기존에 해운산업의 경쟁우위는 선복량확보에 따른 규모의 경제와 교섭력(bargaining power)이 중요했다(안순구·윤희성, 2023; 윤희성 2019). 더 많은 선복량과 재원을 가진 기업들이 경쟁우위를 확보하며 Maersk, MSC와 같은 소수의 글로벌 선사들이 60% 이상의 시장점유율을 유지하고 있는 상황이다. 자사의 재원을 바탕으로 주요 글로벌 선사들은 이미 메탄올 연료 추진선박 발주를 시작했으며, 해운산업의 넷제로 전환을 위해 중장기적으로 대비하며 지속가능한 경쟁우위를 확보한다는 전략을 발표했다.

탈탄소 전환에 따른 해양기업들의 자산 투자와 운용비 등의 증가는 재무적 우위에 기초하여 경쟁우위를 확보한 기존 기업들에게 유리할 수 있는데, 친환경 연료도입과 탄소배출권 구매에 따른 수익하락에도 불구하고 규모의 경제(economies of scale)에 따른 수익창출을 기대할 수 있기 때문이다. 따라서 레드퀸 효과(Red Queen Effect)에 기반한 독자생존효과(Winner-Take-All effects)가 향후에 가속화될 수 있다(Barnett & Hansen, 1996).

레드퀸 효과는 Organizational Ecology 이론에 근거해 제안된 기업 간 경쟁을 통해 서로 간의 학습효과가 강화되는 현상으로 이런 현상이 있을 때 제한된 역량의 강화가 계속되는 'Competency Trap'이라고 불리는 역량함정(Siggelkow & Levinthal, 2005)에 빠질 수 있음을 이전 연구들이 시사했다(Barnett & Pontikes, 2008; Peli, 2009).

다가오는 지속가능 전환시대에 국내 해운사들과 관계사들의 경쟁력 제고와 경쟁우위 달성을 위한 연구가 필요하다. 구체적으로 해운강국 도약을 위해 선복량에 중점을 둔 기존 해양 모델과는 차별적인 해양산업 가치창출 및 가치획득 모델의 구상이 필요하다(안순구·윤희성, 2023).

다음 장에서는 국내 해양기업들의 경쟁우위 달성을 위한 탄소배출거래제를 연계한 차별적 해운금융 모델과 생태계 구상을 기술한다.

3. 연구 범위 및 방법

위와 같은 연구필요성에 따라 본 연구는 해양 산업의 차별적 금융모델 구현을 위한 탐색적 개념연구(exploratory conceptual study)를 시행한다. 이 연구는 해양산업이 넷제로 전환에 따라 구현 가능한 생태계를 제시하는 ‘선도적’ 연구이다. 탄소배출권거래 생태계 조성은 국제적으로도 초기 단계에 머물러 있다(Biermans et al., 2023). 국내외적으로도 관련 모델 및 사례가 희소하여 케이스 스터디를 포함한 실증연구 진행에 한계가 있다는 것이 탐색적 연구방법을 선택한 이유가 되었다. 연구의 신뢰성을 증진을 위해 국내외 해운금융과 탄소배출 거래제, 그리고 디지털 금융분야에 대한 문헌조사와 전문가 인터뷰를 진행했다.

해양산업 모델에 대한 탐색적 개념연구 시행을 위해 구체적으로 Grégoire & Shepherd (2012)가 제시한 유추적 추론(analogical reasoning)를 적용했다. 유추적 추론은 모델 구현에 주로 적용되는 방법으로 (Morgan, 2012), Grégoire & Shepherd (2012)는 논

문에서 새 비즈니스 모델 혹은 생태계 구현을 위해 구조적 유사성(structural similarities)과 표면적 유사성(superficial similarities)을 복합적으로 감안할 수 있음을 시사하였다.

구조적 유사성은 두 물체, 개념, 혹은 상황 등이 유사한 구조를 형성하여 공통적인 논리적 관계를 가지고 있는 것으로 정의될 수 있다(Greogire & Sheperd, 2012). 예를 들어 비행기 조종사의 훈련프로그램과 ADHD 증후군 치료 프로그램은 겉으로 보기에 다르나, 유사한 메커니즘으로 해당 사용자들의 집중력을 향상시키는 것이어서 구조적 유사성이 높은 것으로 여겨진다.

표면적 유사성의 경우 두 물체, 개념, 혹은 상황이 표면적으로 혹은 정보적으로 비슷하여 유사한 것으로 간주되는 것이다(Gentner, 1983; Rattermann & Gentner, 1998). 예시로 나사의 우주선 개발과 항공기 엔진 추진기술은 표면적으로 높은 유사성을 보이 나 구조적으로는 낮은 유사성을 나타낸다.⁷⁾

연역적인 유추적 추론의 적용을 위해 지속가능전환에 대한 선진 금융모델을 구축하고 있는 인접 산업분야의 주요 케이스 4개를 선정했다(표 3). 해당 케이스들은 자동차 및 항공 등 운송분야(transportation)에 속해 있어 해운분야와 높은 표면적 유사성과 구조적 유사성을 지니고 있다.

표 3. 해운산업과 구조적/표면적 유사성을 지닌 혁신 탄소금융 사업 모델

기업	넷제로 적용을 통한 금융사업 모델
에미레이트 항공	지속가능 항공연료(sustainable aviation fuel)를 사용하여 항공 운항에 따라 Shell Aviation 프로그램인 Avelia로 부터 탄소상쇄권을 획득하여 가치창출(2023.10)
머스크 라인	친환경 선박운항으로 지속가능연계 여신(sustainability-linked loan) 미화 5조 달러 확보 (2020)
테슬라	친환경 전기차 생산으로 유럽연합과 미국으로부터 탄소상쇄권을 할당받고 있으며 이를 타 자동차 제조사 등에 판매해 수익 창출
쏘카	국내 탄소배출권거래제에 따라 300여 대 전기차에 대한 탄소상쇄권 사업진행(2023.06~)

자료 : 각사 자료 참조 저자 제작성

7) 항공기 엔진의 경우 제트엔진 혹은 프로펠러 엔진 등 지속성과 재사용가능성에 집중한 반면, 우주선의 경우 미사일과 같이 사용 후 재사용이 힘든 기술적 차이점이 있음.

예를 들면 해양 인접분야인 자동차 산업에 속해 있는 테슬라는 전기자동차 제조 및 운행기술을 개발하는 기업으로 해운산업과 비교 시 높은 표면적 유사성을 가지고 있다. 또한 비즈니스 모델 또한 운송 수단으로서의 가치창출과 가치획득에 중점이 있음에 따라 높은 구조적 유사성이 있다고 판단된다.⁸⁾ 이와 같이 높은 표면적 유사성과 구조적 유사성에 기초해 선별된 4개의 케이스 모델을 해양산업에 적용에 해운금융모델을 구상했다.

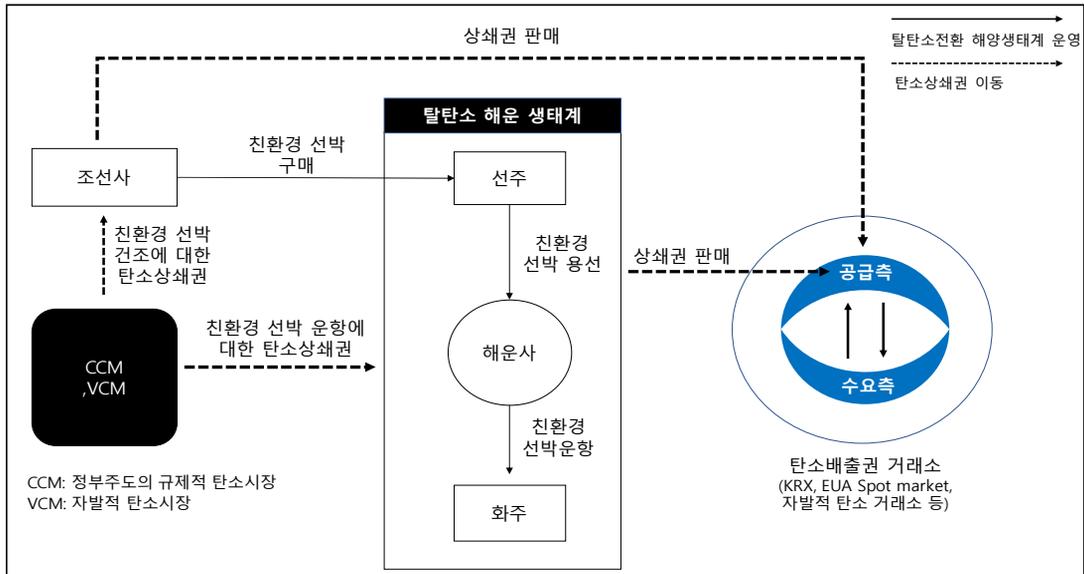
구체적으로 모델 구현을 위해 연구기법으로 비즈니스 모델링(business modelling)을 채택했다. 해당 기법은 탐색적 개념연구에서 빈번히 사용되는 방법으로(Shipilov & Gawer, 2020; Furnari, 2015) 이전 해양연구(백종실, 2019; 조진행, 2019; 안순구·윤희성, 2023)에서도 차별적 해양금융 및 해운생태계 모델 제시를 위해 적용된 바 있다. 이와 같은 연구기법을 기반으로 다음 장에서 해운 탈탄소 금융생태계 모델을 제시한다.

III. 지속가능전환에 따른 해운금융 모델 구현

1. 지속가능 해운경영과 탄소배출권을 연계한 기본 모델 설계

최근까지 지속가능 전환에 따른 해양생태계의 가치모델 구현은 연역적 방법으로 제한되었다. 구체적으로 지속가능전환을 위한 친환경 연료 사용의 필요성은 주로 비용부담으로 인식되어 가치창출과 획득에 대한 모델 구상과 이에 대한 논의에는 한계가 있었다(김대진, 2023). 이 연구에서는 위에 언급한 연구방법에 기초해 유사 산업군의 가치모델을 유추적 접근을 통해 해양산업에 적용하여 연역적 접근의 한계를 개선하고자 했다. 이를 통해 지속가능전환을 '비용' 관점에서 '가치창출-획득'의 관점으로 전환하여 기존 넷제로(Net-zero)에 대한 관점의 한계를 개선할 수 있었다.

그림 1. 해양생태계의 지속가능전환에 따른 해양 탄소금융 모델



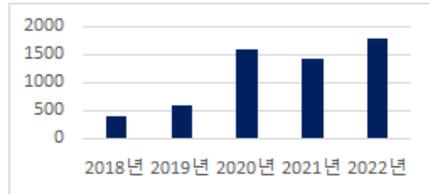
자료: 저자 작성

8) Grégoire & Shepherd(2012)가 제시한 분석방법을 적용해 기술

유추적 추론의 적용을 위한 대표적인 케이스로는 <표 3>과 같이 Shell사의 Avelia 프로그램에 참여 중인 에미레이트 항공이 있다. 최근까지 항공산업은 화석연료에 주로 의존해 온실가스 배출의 주범으로 간주되고 있었다. 이에 최근 기후변화와 온실가스감축의 중요성으로 순환경제 폐기물과 잔류물(동물성 지방 및 폐식용유 등)을 주 연료로 하는 지속가능 항공연료(sustainable air fuel)의 도입이 촉구되고 있다. 지속가능 항공원료는 현재까지 고가의 생산비용으로 인해 기존 항공사들이 도입을 꺼려하는 실정이다. 최근 Shell사의 Aviation Program의 일환으로 시작된(Shell Global, 2022) Avelia는 지속가능 항공연료의 구매와 사용을 디지털 블록체인에 저장하는 항공 프로그램으로 다양한 항공사와 항공운항을 이용하는 기업고객들의 사용자참여를 기반으로 운영된다. Shell사가 공급하는 지속가능 항공연료를 구매한 항공사는 블록체인상에 항공운행이 추적 및 기록되며, 친환경 항공기를 이용하는 기업고객들의 이용내역도 기록되어 항공사와 기업고객 모두에게 탄소상쇄권을 제공하고 있다. 이에 따라 프로그램에 참여하고 있는 에미레이트 항공과 같은 항공사들은 지속가능 항공연료를 사용하는 한 운항시간이 증가할수록 더 많은 탄소크레딧을 확보할 수 있게 되었다.

이와 유사하게 테슬라의 탈탄소 모델은 전기자동차 제조에 따라 미국과 유럽정부로부터 탄소상쇄권을 제공 받고 있다. 이에 따라 전기자동차를 소비자에게 판매할 뿐만 아니라 제공받은 탄소상쇄권을 배출권거래소에 판매하여 추가 수익원으로 활용하고 있다. 탄소상쇄권 매각에 따른 테슬라의 매출은 2018년 약 400억 달러에서 2022년 약 1,800억 달러 규모로 성장하여 <그림 2>와 같이 기업의 주요 수익원으로 자리잡았다.

그림 2. 테슬라사의 탄소상쇄권 확보를 통한 매출추이 (단위: 미화 십억 달러)



자료: Tesla Annual report

한편, 글로벌 해운선사인 Maersk사도 일정수준의 친환경 선박운항을 전제조건으로 하는 지속가능연계 여신(sustainability-linked loan) 형태의 신디케이트 론 조달을 시도했으며 2020년 미화 5조 달러 규모의 여신을 확보했다(Maersk, 2020).

국내의 경우 쏘카가 배출권상쇄제도에 등록된 방법론을 이용해 자사보유 전기차 300여 대에 대한 탄소상쇄권 사업을 2023년 6월부터 시작했다. 이에 따라 전기차 운항에 비례해 쏘카는 탄소상쇄권을 부여 받게 된다.

위의 사례를 참고해 <그림 1>과 같이 해운 넷제로 운항 시에 해양기업이 탄소상쇄권을 획득할 수 있는 해양금융모델을 구상할 수 있다. 우선 CCM (Compliance Carbon Market)으로 지칭되는 각국 정부의 탄소배출권거래제 하에 해운 넷제로 운항을 온실가스 감축을 위한 사업으로서 인가받아 탄소상쇄권을 제공받는 방안이 있으며, 또한 이와 유사하게 민간주도의 탄소배출권거래시장(Voluntary Carbon Market, VCM)에 참여해 자발적 탄소상쇄권을 제공 받는 것이 있다.

CCM을 적용한 모델의 구상을 위해 국내 한국거래소의 탄소배출권시장을 기준으로 탄소상쇄권 발급을 위한 절차는 다음과 같이 요약할 수 있다. 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 및 시행령에 따라 승인된 탄소배출감축에 대한 방법론⁹⁾을 참고해

9) 민간과 공공 모두 방법론을 개발해 승인 허가를 위한 신청을 할 수 있으며, 신청 후 관계부처에서 검토한 후 환경부와 협의과정을 거쳐 탄소상쇄권 방법론으로 등록 가능

상쇄사업을 등록해야 한다. 사업등록 후 기업들은 외부 사업인증실적인 KOC(Korea Offset Credit)를 부여받고 이를 탄소상쇄권인 KCU(Korean Credit Unit)로 전환한다.¹⁰⁾

이와 같은 모델 구현을 위해 <표 4>와 같이 최근 국내 등록된 국내 탄소상쇄권 방법론들을 활용해 화물선 및 여객선 등 다양한 해운사업과 탄소배출권

연계의 모색을 도모할 필요가 있다. 예를 들면 <표 4>의 해운분야 상쇄방법론을 활용해 각 해운사들은 협력사들과 연계해 환경부에 사업을 신청하며 이에 대한 인가를 받는 것이다. 따라서 해운사는 선박 운항 거리가 증가할수록 더 많은 탄소상쇄권을 제공할 수 있다.

표 4. 해운을 포함한 운송수단에 대한 탄소상쇄권 방법론 등록 현황

분 야	탄소상쇄권 방법론	주요 내용
해운	전기 및/또는 하이브리드 추진 내항여객선의 도입에 따른 화석연료 절감 사업의 방법론(23.06)	전기 및 탈탄소 연료를 여객선에 도입함에 따라 탄소상쇄권 부여
해운	국내 선박의 저탄소 연료전환 사업의 방법론(21.12)	저탄소 연료전환에 따른 탄소상쇄권 부여
대중교통	공유 자전거 도입을 통한 교통수단 대체사업의 방법론(22.12)	공유자전거 이용에 따른 탄소감축분에 대한 탄소상쇄권 부여
자동차	저공해자동차 대체에 따른 온실가스 감축 사업의 방법론(22.06)	기존 화석연료에 의존한 자동차를 하이브리드 자동차 등 저공해 자동차로 전환함을 통해 온실가스 감축분에 대한 상쇄권 부여
자동차	수소전기자동차 도입에 따른 화석연료 절감 사업의 방법론(22.06)	수소 및 전기추진 자동차 사용으로 인한 탄소절감으로 탄소상쇄권 부여
항공	공항특수차량의 전기차량 대체에 따른 화석연료 절감 사업의 방법론(23.09)	공항특수차에 대한 전기차 도입으로 인한 탄소절감분에 대한 탄소상쇄권 부여

자료 : 상쇄등록부시스템 자료(저자 제작성)

한편, 부여받은 탄소상쇄권에 대한 분배를 위해 선주사-해운사-화주사간 협의가 필요한데 상쇄권에 대한 각 주체들이 권리를 주장할 경우 해양생태계 내의 탈탄소 관련 가치창출과 획득관련 갈등이 예상되기 때문이다. 갈등과 분쟁 발생 시 생태계 구성원 간의 갈등은 생태계 내 협력적 가치창출과 획득에 부정적으로 영향을 끼칠 수 있어(Jacobides et al., 2018) 국내해양생태계의 경쟁성 저하를 야기할 수 있다(Gawer & Cusumano, 2002). 이에 따라 추진하는 탄소상쇄권 사업별로 해운산업에 참여하는 각 주체 간의 협력적 논의가 사전에 필요하다¹⁰⁾.

해운생태계 내 협의에 따라 탄소상쇄권을 부여받은 해양기업은 이후 탄소배출거래제에 참여해 탄소상쇄권 공급기업으로서 추가수익 확보를 기대할 수 있다. 해운사가 탄소상쇄권을 확보할 경우 수익원 다원화와 함께 친환경 연료도입으로 인한 비용부담을 줄일 수 있어 해운기업의 글로벌 경쟁력제고에 공헌할 수 있다. 특히 해양산업에 화석연료기반의 선박이 대부분인 점을 감안할 때 향후 전 세계적으로 대규모 친환경선박 도입이 가시화될 것이다(김대진,

영하면 신조선가가 낮아지고 선박의 소유자인 선주가 이를 용선료에 반영하면 용선료가 하락할 것임. 궁극적으로는 운송서비스의 최종소비자인 화주에게 효익이 이전될 것임

10) 장기적으로는 ‘시장’ 메커니즘을 통한 해결도 기대해 볼 수 있는데 예를 들어 조선소가 탄소상쇄권을 가격에 반

2023). 이에 탄소배출거래제와 연계한 비즈니스모델 차별화는 국내해운기업의 경쟁우위 확보에 기여할 것이다(안순구·윤희성, 2023; Ahn & Baden-fuller, 2023).

한편, 친환경 연료기반 신조선박의 발주를 받은 조선사 또한 탈탄소 경제에 대한 공헌으로 위에서 기술한 테슬라의 사례와 같이 탄소상쇄권 획득을 기대할 수 있다. 조선사는 탄소상쇄권 확보에 따른 가치 획득에 따라 친환경 선박에 대한 기술향상과 선박 건조를 더욱 중점적으로 추진할 것으로 예상된다.

탄소상쇄권을 제공받은 해운사와 조선사는 KRX와 EUA Spot market 등 정부주도의 탄소배출권거래제(CCM)에 참여해 탄소상쇄권을 매각해 수익을 올리게 된다. 본 논문은 해양생태계의 주요 개체인 조선사-선주-해운사-화주 등이 모두 참여해 탈탄소 해운에 대한 가치를 창출하고 획득하는 해운금융모델을 기술했다. 한편, 앞서 기술했듯이 현재 활성화 되고 있는 다양한 VCM에도 참여해 자율적 탄소상쇄권을 제공받고 거래하는 방안도 함께 구상할 수 있다(Biermans et al., 2023).

본 연구에서 제시한 해양 탄소금융모델 활성화를 위해 다음 섹션에서는 탄소상쇄권의 디지털 토큰화(tokenization) 등 디지털 금융제도와 연계한 발전에 대해 기술한다.

2. 디지털 금융과 연계한 해양 탄소금융 생태계 확장방안

기후변화의 중요성과 함께 글로벌 탄소배출금융 시장은 지속적인 성장세를 보였다. 2022년 기준 미화 960조 달러 규모의 시장을 형성하고 있으며 국가별 탄소배출규제 도입증가로 탄소배출시장은 계속적으로 확대될 것으로 예상되고 있다.

표 5. 자발적 탄소배출거래제의 국가주도 탄소거래제(CCM) 연동 사례

탄소상쇄권 구분	거래처(적용처)	발급규모 (21년 기준)
Verra사의 VCU 크레딧	CORSIA, 콜롬비아 및 남아공 CCM	6.05억톤 (\$1.62/톤)
ACR의 ERTs 크레딧	CORSIA, 캘리포니아 CCM	1.72억톤 (\$5.38/톤)
CAR의 VCS 크레딧	VCU와 연동	1.65억톤 (\$2.34/톤)

자료: 각사 자료(저자 재작성)

거래 형태별로는 국내 탄소배출권 거래시장의 경우 아직 스팟마켓(spot market)으로 불리는 현물거래시장만 조성되어 있으며¹¹⁾, 21년 기준 시장규모 1조 원 대를 기록했다¹²⁾. 이와 비교해 글로벌 탄소금융시장의 90%를 차지하고 있는 유럽연합과 캘리포니아 거래시장의 경우 다양한 탄소배출 선물과 옵션을 출시해 상용화 중이다(김수경, 2014). 이에 따라 국내 탄소배출거래제 활성화를 위해 다양한 파생상품의 개발이 필요하며, 중단기적으로 상용화 될 것으로 예상된다.¹³⁾

한편, 자발적 탄소배출권시장은 2021년 기준 미화 2조 달러 규모의 시장을 형성해 CCM과 비교해 소규모이나 2020년과 비교해 4배 이상 성장하여 빠른 성장세를 보이고 있다¹⁴⁾. 자발적 탄소배출권은 일부 민간 디지털 거래소에서 거래되고 있는 상황이며 일부 선도 프로그램의 경우 국가주도의 CCM과 연동이 시작되었다. 예를들면 Verra사의 자발적 탄소상쇄 프로그램 VCS에서 제공하는 자발적 탄소상쇄권인

11) 탄소배출권, 주식처럼 증권사서 위탁 거래...선물 및 ETF 상품도 출시, ESG경제 (2023. 9. 21)
 12) 한국거래소, 배출권시장 정보플랫폼
 13) ESG경제, 탄소배출권, 주식처럼 증권사서 위탁 거래...선물 및 ETF 상품도 출시 (23. 9. 21)
 14) Morgan Stanley에 따르면 2050년까지 미화 250조 달러 시장 형성. Morgan Stanley 공식 웹페이지: Where the Carbon Offset Market is Poised to Surge (2023. 4. 11)

VCU(Verified Credit Units)는 CORSIA(국제항공 탄소상쇄 및 감축제도)와 콜롬비아와 남아공의 국가주도 탄소배출거래제와 연계되어 해당국의 탄소배출거래소에서 거래되고 있다.¹⁵⁾

또한 자발적 탄소상쇄권의 민간 거래를 위해 민간주도의 자발적 탄소거래소가 미국과 싱가포르 등 최근 각국에서 설립되고 있다. 예를 들면 2023년 6월 싱가포르거래소 출자로 디지털 탄소배출거래소 Climate Impact X가 설립되어 자발적 탄소상쇄권의 거래중계를 시작했다.

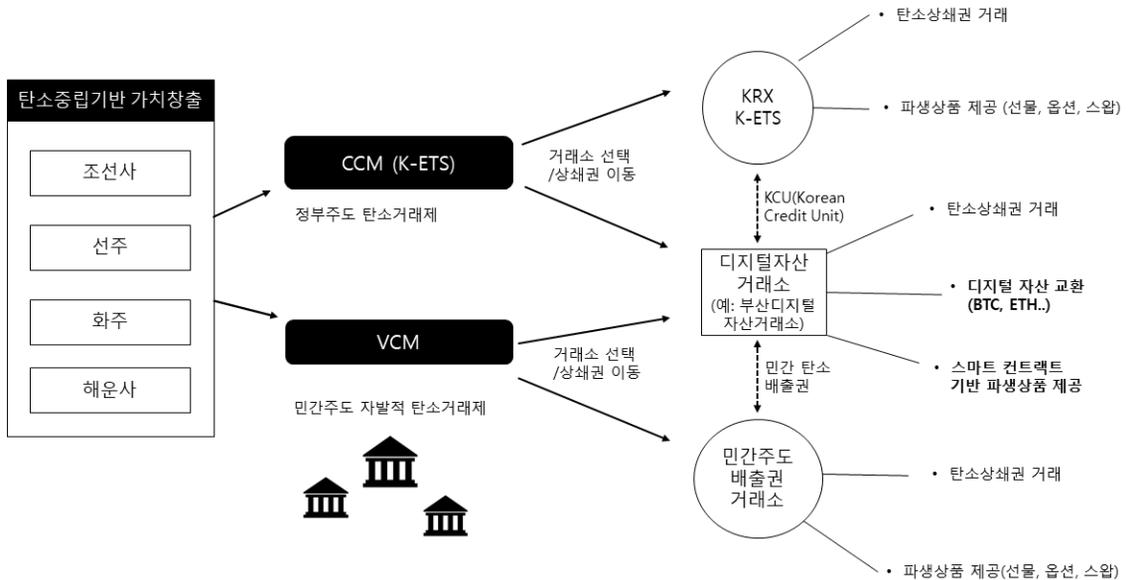
글로벌 동향을 요약하자면 세계 각국에서 CCM과 VCM을 적용하는 탄소배출권 거래제도의 도입이 증가하고 있으며 탄소배출권과 거래소가 설립되고 있

다. 더불어 이들 간의 상호연결·운용성(interoperability)이 확대되고 있다. 앞서 기술한 Verra사의 크레딧 VCU와 CCM의 연결성이 대표 예시였다.

또한 탄소배출권에 대해 블록체인 기술을 적용해 배출권을 디지털 토큰화(tokenization)하며 디지털 자산거래소에 상장시켜 수요측과 공급측의 거래를 촉진하고 있다.¹⁶⁾

이와 같은 동향을 고려해 해양 탄소금융 활성화를 위한 디지털금융생태계 조성 모델을 <그림 3>과 같이 제시했다. 해당모델은 국가주도의 탄소배출거래제도와 민간주도의 자발적 탄소배출거래제도, 그리고 디지털 자산거래소를 연계한 혁신금융생태계 조성을 주요 내용으로 한다.

그림 3. 해양 탈탄소금융 활성화를 위한 디지털-탈탄소 금융연계 생태계 조성방안



자료 : 저자 작성

15) Verra 공식웹페이지, The VCs in compliance markets

16) 자발적 탄소배출거래제인 MOSS Earth의 경우 탄소배출권을 디지털 토큰화한 MCO2 토큰을 Probit, Gate.io, Mercado Bitcoin 등 다양한 디지털자산거래소에 상장해 수요측과 공급측의 거래를 촉진하고 있다.

구체적으로 해양기업은 친환경 선박건조와 탈탄소 운항 등 탄소중립기반의 가치창출활동에 대해 CCM과 VCM 제도를 활용해 탄소상쇄권을 제공받아 가치획득을 할 수 있다. CCM제도를 이용할 경우 부여받은 탄소상쇄권을 국가가 지정한 한국거래소에서 거래하며, VCM제도의 경우 민간배출권 거래소에서 거래할 수 있다. 각각의 거래소에서는 현물거래(spot market)와 함께 파생상품(선물, 옵션, 스왑 등)을 제공해 기업들은 리스크 관리와 금융수익을 기대할 수 있다.

기존에는 부여받은 탄소상쇄권을 지정된 거래소에서만 거래할 수 있었으나 제시된 모델에서는 탄소상쇄권에 대한 디지털 토큰화를 구현해 탄소상쇄권을 디지털자산거래소로도 이전해 탄소금융과 디지털 자산산업의 연계 생태계 조성을 구상했다. 즉, 해양기업들은 탄소상쇄권을 디지털 자산거래소로 이전해 디지털 자산과 교환하거나 스마트 컨트랙트 기반 파생상품을 이용할 수 있다.

예를 들면 이더리움기반 스마트컨트랙트 서비스 Polymarket은 이벤트기반 시나리오성 예측문제를 제공하고 있다. 대통령선거, 날씨예측, 축구경기결과 등 다양한 문제에 대한 시나리오를 제공하며 이용자의 예측이 맞을 시 스마트컨트랙트 기반으로 보상한다. 그러나 시나리오 예측이 맞지 않을 시 손실을 감수해야 하는 파생서비스이다. 이러한 디지털자산기반 파생상품은 기존 금융권에서 제공하는 파생상품과는 컨텐츠와 질적으로 차별화되며 2022년 기준 미화 1,000억 달러가 넘는 시장규모를 조성하고 있다(안순구·이민규, 2023).

또한 탄소상쇄권을 디지털자산거래소에서 달러스테이블코인과 비트코인 등 디지털 자산과 교환해 해양기업의 재원다원화를 추구하여 리스크 관리와 금융수익실현을 기대할 수 있다. 대표적으로 미국의 마이크로스트래티지(MicroStrategy), 테슬라, Square와 같은 기업들이 비트코인을 포함 다양한 디지털 자산을 고물가와 인플레이션에 대응한 리스

크관리 방안으로 제안하고 있다.

이와 같은 디지털 자산 생태계와의 연계는 국내 해운산업 경영에 핵심 난관으로 거론되었던 '경기순행성(pro-cyclicality)' 대응을 위한 방안으로 고려될 수 있다. 해운산업에서는 해운시황의 활황 이후 선박량에 대한 공급증가로 글로벌 경쟁이 가속화되어 해운운임이 낮아지고 수익성이 악화되는 시장 싸이클이 반복됨에 따라 경기순행성에 대한 대응방안의 필요성이 강조되었다(전형진 외 2019). 해운시황이 열악할 때를 대비해 해양기업들이 디지털 자산확보로 자산의 다원화를 구현하고 타 해양기업들과 전략적 차별화를 통해 경쟁우위를 확보할 수 있는 방안이 될 것으로 기대한다.¹⁷⁾ 한편, 탄소상쇄권을 디지털 자산으로 전환함으로써 나타나는 포트폴리오 효과로 해운기업 성과의 운임에 대한 의존성이 경감되어 시장위험(가격위험)의 축소로 이어질 수 있을 것으로 기대된다.

3. 기대효과 - 해양 지속가능금융 플랫폼 생태계 메커니즘 구현

여기서는 앞서 기술한 해양 탄소금융 모델(그림 2)과 디지털 금융 연계방안(그림 3)이 궁극적으로 국내 해양 지속가능금융 플랫폼 조성에 기반이 될 수 있음을 기술한다.

<그림 4>와 같이 앞서 기술한 두 모델들의 구현으로 해양 탄소금융의 수요측과 공급측의 참여를 촉진하는 메커니즘인 네트워크 효과¹⁸⁾(안순구·윤희성,

17) 예를 들면 1989년 설립된 마이크로스트래티지(MicroStrategy)는 소프트웨어 개발 및 공급을 주 사업으로 영위하였으나 2020년부터 디지털 자산인 비트코인 확보를 주 사업으로 전환해 디지털 자산관련 대표적인 기업으로 시장에서 평가받고 있음.

18) 플랫폼 생태계 조성은 수요와 공급의 매칭을 통해 구현되며, 수요자와 공급자 간의 높은 보완성(complementarities)으로 인해 수요측의 참여는 공급측의 참여를, 공급측의 참여는 수요측의 참여를 촉진하는 효과를 네트워크 효과로 일컫음.

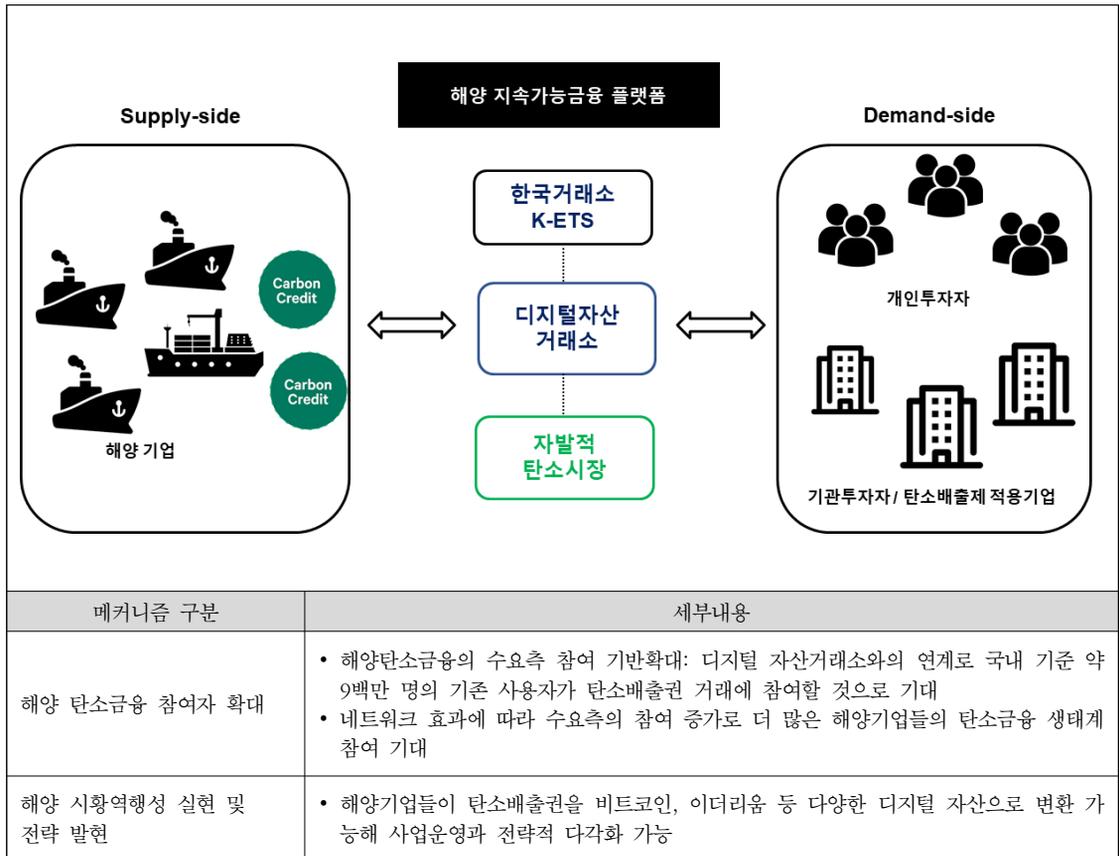
2023) 발현을 기대할 수 있다. 우선 한국거래소 K-ETS, 디지털자산거래소, 그리고 자발적 탄소시장의 연결은 탄소배출권에 대한 수요측 확장에 기여한다. 디지털자산거래소 시장 참여자가 현재 9백만 명으로, 향후 범세계적인 온실가스 감축 정책에 의해 탄소배출권의 가격상승을 기대하는 개인투자자들과 스테이블 코인과 같은 개념으로 디지털 탄소배출권을 구매하려는 수요 또한 예상할 수 있다.

한편, 이러한 수요측 참여 확대에 따라 네트워크의 반대편에서 탄소상쇄권을 공급하는 다수 해양기업들의 참여 또한 예상된다. 지속가능 해양가치창출을 통

해 탄소상쇄권을 확보하고 시장에서 이를 판매해 매출을 실현한 기업들은 타 해양 기업들의 선도사례로 인정될 수 있다. 이에 따라 다수의 해양기업들이 탄소배출권 시장을 인지하게 되며 해양 지속가능 가치창출에 참여하는 것을 예상할 수 있다.

결과적으로 본 논문에서 시사한 해양 디지털-탈탄소 금융 모델들은 네트워크효과에 기반해 지속적으로 수요측과 공급측의 참여가 촉진되는 지속가능금융 플랫폼 생태계조성에 공헌할 수 있음을 시사하고 있다. 플랫폼 생태계 조성을 통해 지속가능금융의 양적규모가 증대될 뿐만 아니라 보완적 혁신서비스 개

그림 4. 해양 지속가능금융 플랫폼 조성 메커니즘



출처: 저자 작성

발을 통해 지속가능금융의 혁신플랫폼 (innovation platform) 조성을 기대할 수 있다.¹⁹⁾

VI. 결론 및 시사점

본 연구는 해양산업의 지속가능전환을 맞아 해양 기업이 탄소중립 및 친환경기반 가치창출에 대한 가치획득을 실현하는 방안에 대한 모델을 제시했다. 구체적으로 본 연구가 시사하는 점은 다음과 같다.

첫째, 이 연구는 해양산업의 적극적인 지속가능전환이 해양기업의 경쟁우위 확보와 연계될 수 있음을 시사하였다. 주요 연구 내용으로 친환경 선박 건조 및 운항과 같은 탈탄소 해양활동을 탄소금융제도와 연계시켜 탄소상쇄권을 제공받고, 거래를 통해 가치획득을 하는 모델을 제시했다. 이같은 구상은 주로 추가비용으로 여겨졌던 지속가능 해양 경영활동을 수익 창출을 할 수 있는 경쟁우위 경영요소로서 전환할 수 있는 계기가 된다. 테슬라 사례에서 보여지듯 자동차, 항공 등 다양한 운송분야가 지속가능전환 운영으로 기업성장을 실현하고 있는 만큼 적극적인 넷제로 전환과 탄소금융 기반 가치획득 모델 구현으로 국내 해운사와 조선사의 글로벌 경쟁력을 제고할 필요가 있음을 밝혔다.

둘째, 본 연구에서 제시한 해양 탄소금융의 활성화는 국내 해양기업의 수익성 제고와 함께 선박금융에 대한 민간금융 활성화의 촉매제가 될 수 있음을 시사하고 있다. 해양산업의 특성상 해상운임의 변동성이 해운기업의 수익성과 밀접한 연관이 있음에 따라 선박금융에 대한 민간참여가 감소하는 추세였다. 이

에 민간금융 참여 확대가 주요 정책 및 연구과제 현안으로 부상했다 (전형진 외 2019; 안순구·윤희성, 2022). 이 연구는 친환경 선박 건조와 선박운항이 탄소상쇄권 기반 수익창출을 통해 중장기적으로 해양 기업들의 수익성 제고로 나타날 수 있음을 시사하고 있다. 이에 해양 탄소금융이 선박금융에 대한 민간 참여를 확대를 할 수 있는 증진요소가 될 수 있음을 시사하였다.

셋째, 해양 탄소금융 활성화를 위해 본 연구는 연계 디지털 금융생태계의 조성 필요성에 대해서도 기술했다. 일부 자발적 탄소거래소와 디지털 자산거래소와의 연동이 이미 확인되는 만큼 글로벌 선도 해양 탄소금융생태계 활성화를 위해 본 연구에서 제시한 CCM/VCM-디지털 자산거래소 생태계 연계 모델 구현을 기대할 수 있다. 이와 같은 해양산업의 디지털 전환은 탄소금융과 함께 STO 선박금융(안순구·윤희성, 2022)으로 대표되는 차세대 선박금융 활성화 등 해양금융과 경영혁신에 직접적으로 연관됨을 시사하고 있다.

경영혁신사례로 글로벌 선진해운사의 경우 해양경영에 이미 블록체인 기술을 적용해(장명희·김윤미, 2019) 혁신 가치를 클라이언트에게 제공하고 있다. 예를 들면 Maersk사는 선박운항에 대한 탄소배출량을 디지털 토큰화로 구현하여 공급망에 대한 투명한 탄소배출측정을 구현하고 있다. 이에 따라 Maersk의 고객사들은 탄소배출측정 시 Scope 3에 대한 효율적 측정이 가능해졌다. 이는 본 연구에서 역설한 탄소상쇄권에 대한 토큰화와 함께 탄소배출측정 등 다양한 해양경영분야에 대한 디지털 토큰화(tokenization) 구현의 필요성을 제시하는 사례로 볼 수 있다(S&P Global, 2023).

한편, 본 연구에서 제시한 신(新)해양 생태계 구현 모델은 해양특화 금융중심지인 부산국제금융중심지와 유관한데 한국거래소의 탄소배출권거래소가 부산에 위치해 있으며, 블록체인 생태계 조성을 위해 부산시 주도로 부산 디지털자산거래소 설립을 앞두고

19) 거래플랫폼과 혁신플랫폼 생태계의 차이점을 Gawer (2021), Bonina et al., (2021) 등 다수의 학자들이 강조하고 있다. 거래 플랫폼의 경우 수요와 공급의 단순한 매칭을 주로 매개하나, 혁신플랫폼의 경우 보완적 혁신(Complementary innovations)을 기반으로 잠재적으로 제한없는 혁신서비스 구현을 통해 계속 성장할 수 있는 경제생태계이다.

있기 때문이다(안순구·이민규, 2023). 한국거래소, 금융위원회, 예탁결제원, 부산시 등 주요 기관이 협력하여 선진 해양 탈탄소 금융생태계 조성, 탄소배출권 디지털 토큰화 등 본 논문에서 제시한 디지털-탈탄소 해양금융 생태계 모델 구현을 적극적으로 추진하면 부산을 지속가능한 해양금융중심지로 발전시킬 수 있을 것이다.

특히 2009년 부산이 해양·과생특화 금융중심지로 지정된 이후 런던, 홍콩, 싱가포르와 같이 세계적인 해양중심지이자 국제금융중심지로 발전하기 위한 정책과 연구가 진행되었다(이재민 외, 2013; 김명희 외, 2016; 이기환, 2019). 지속가능전환을 맞아 금융을 포함한 전 산업분야가 변화함에(안순구·윤희성, 2023) 따라 기회(opportunities)와 위험(risks) 요인이 논의되고 있다. 이에 국제 해양금융중심지들 간의 경쟁과 위상 변화 또한 예상되며 지속가능전환은 부산 국제금융중심지의 발전을 적극 도모할 수 있는 기회가 될 수 있다.

최근 Maersk사는 친환경선박 도입을 위해 2023년 9월 약 9,800억 규모의 녹색채권을 발행하는 등(Marine Money, 2023) 넷제로 운항과 해양금융분야에 활발한 행보를 보이고 있다. 국내에도 최근 녹색펀드 조성을 통한 친환경 선박투자 필요성에 대한 정책연구가 발표되었으며(김태일 외, 2023) 산업계에서 팬오션, SK해운, 현대중공업이 2021년부터 녹색채권을 발행하고, 해양진흥공사도 1,500억원 규모의 ESG 발행을 하는 등 지속가능성과 연계된 자금조달을 진행하고 있어 지속가능 해양금융 생태계가 활성화되고 있다.

이렇듯 해양지속가능금융에 대한 논의가 최근 시작된 점과 현재 정책·연구에서 집중하고 있는 자금조달 측면을 보완하여 이 연구는 혁신금융모델 도입을 통한 차별적 지속가능 금융활성화를 논의했다는 점이 의의가 있다. 또한, 본 연구에서 제시한 민관협력 해양 탄소금융생태계 활성화 사례는 현재 국내 외적으로 유사사례를 확인할 수 없는 최초사례로서

국내 해양산업 경쟁력강화와 부산국제금융중심지 위상제고를 위해 유용하게 적용될 수 있다는 가치가 있다. 모델 구현을 위한 예로 해양진흥공사의 보유선박을 활용해 환경부와의 협의를 통한 탄소금융 시범사업을 시현하는 방안을 구상해 볼 수 있는데 시범사업의 구체적인 전개는 향후 정책과제 및 연구에서 기대해 본다.

디지털-탈탄소 패러다임을 맞아 다양한 생태계 구현이 예상됨에 따라(안순구·윤희성, 2023) 장기적으로 해운산업의 지속가능전환은 친환경, 디지털, 해양에 대한 융복합적 요소를 고려해야 한다. 친환경 선박 확보를 위한 STO 조각투자 등 혁신금융서비스 구현(안순구·윤희성, 2022)과 함께 글로벌 디지털 해운거래소, 자율운항 상용화 등 기술발전은 기존 해운 가치창출방안의 계승과 함께 새로운 가치창출 모델의 등장을 예견하므로 국내해양기업들의 꾸준한 시장 탐색(market sensing)과 변화하는 환경에 대한 적응(adaptation) 필요성이 제기된다(Baden-fuller and Teece, 2020).

요약하자면 이 연구에서 시사하는 모델들은 지속가능전환기에 해양기업들이 기존의 재원기반 경쟁우위에서 벗어나 차별적 생태계 조성비즈니스 모델을 통해 경쟁우위를 확보함으로써 글로벌 경쟁력을 제고할 수 있는 방안들이며 이의 구체화를 위해서는 더 다양한 모델과 차별생태계 발현에 대한 후속 연구의 필요성이 제기된다(안순구·윤희성, 2022; 2023).

이 연구에서는 모델 구현을 위해 조율해야 할 법·제도에 대한 논의가 일부 진행되었으나 세부적 내용에 대한 기술에는 한계가 있었다. 이는 연구의 목적이 신(新)해양산업 생태계 구현으로 설정된 결과로 탄소상쇄권의 토큰화와 거래소 간의 연동 등에 대한 국내의 법·제도에 대한 검토와 기술적 고려는 연구범위에서 제외되었다. 모델 구현을 위한 한국예탁결제원, 한국거래소, 금융위원회, 환경부 등 다양한 기관과의 협의가 필요한 만큼 후속 연구

에서 이 같은 한계점이 보완될 것을 기대한다.

참고문헌

- 강미주(2020), 해운 경쟁력, 탈탄소 연료 개발이 '관건' : 초대형 LNG추진건설 운항, 전기배터리·바이오연료 테스트 '활발'. 해양한국, 2020(10), 56-59.
- 김대진(2023), 선박대체연료 확산이 해운산업에 미치는 영향. KDB미래전략연구소., 2022(3), 29-52
- 김태일·임형우·윤희성·박성화·최수호·김한나·조일현·류환희·이승철·정희진(2023), 해운산업 녹색금융 활성화방안, 경제·인문사회연구회 협동연구총서 23-43-01
- 김동호·이관영·권동욱(2022), 탄소중립을 위한 친환경 선박 연료 및 오염물질 제어기술 동향. 공업화학전망, 25(2), 8-27.
- 김명희·이기환·양혁준(2016), 해양금융 중심도시를 위한 부산의 발전요인 분석. 한국항만경제학회지, 32(3), 155-175.
- 김영수(2023), ESG 경영이 해운물류기업의 경영성과에 미치는 영향: 조직문화의 매개효과. 한국항만경제학회지, 39(3), 75-90
- 모수원·이광배(2014), BDI의 변동성 추정: 레버리지 GARCH 모형을 중심으로, 한국항만경제학회지, 제30집 제3호, 1-14.
- 백종실(2019), 팽택당진항의 자동차 물류 클러스터 구축방안. 한국항만경제학회지, 35(4), 147-167
- 부산국제금융진흥원(2023), 탄소국경조정제도(CBAM)가 미치는 영향은? Url: <https://kbfc.or.kr/kor/?pCode=finInfo&mode=view&idx=940>
- 산업통상자원부 보도자료(2023). 유럽연합 탄소국경조정제도 법안 최종 승인, 전환기간을 거쳐 '26년 시행 예정
- 신상훈·신용준(2023), 친환경 스마트 선박 인력 수요예측에 관한 연구. 한국항만경제학회지, 39(2), 1-13
- 안순구·이민규(2023), 플랫폼 운영전략 조사와 사례 연구를 통한 부산 디지털자산거래소의 시장진입 전략 수립. 한국혁신학회지, 18(2), 125-153,
- 안순구·윤희성(2022), 블록체인 기술을 활용한 선박금융 STO 플랫폼 구축에 대한 연구. 한국항만경제학회지, 38(1), 31-47.
- 안순구·윤희성(2023). 해양산업의 디지털-탈탄소 전환에 따른 비즈니스모델 변화에 대한 인지적 관점의 탐색적 연구. 한국항만경제학회지, 39(1), 17-34
- 윤희성·최진우·황수진·박동원(2019), 해운 기업 비즈니스 모델과 경쟁우위 분석 연구. 한국해양수산개발원 연구보고서, 1-136.
- 이기환(2019), 해양금융시장의 지각변동과 부산의 해양금융 특화전략. 해양한국, 2019(2), 152-153.
- 이신형(2023) EU CBAM도입과 ETS 개편, "국내 탄소배출권 가격 상승 요인". ESG경제
- 이재민·양종서·이기환. (2013). 부산 금융중심지의 선박금융특화를 위한 정책 선호도 분석. 한국항만경제학회지, 29(4), 97-117.
- 이재훈·장명희(2022), 국내 스마트 항만의 지속가능성 영역과 지표의 우선순위에 관한 연구. 한국항만경제학회지, 38(4), 65-85,
- 이태휘(2020), 스마트항만의 해외사례 분석과 정책 시사점: 유럽과 싱가포르를 중심으로. 한국항만경제학회지, 36(1), 77-89.
- 장명희·김윤미(2019), 해운항만산업의 블록체인 도입에 따른 혁신저항에 관한 연구. 한국항만경제학회지, 35(4), 121-146.
- 전형진(2019), Tax Benefit을 통한 민간부문의 선박금융활성화 필요. KMI 동향분석: KMI (부산).
- 전형진·윤희성·윤재웅(2019), 국내외 해운금융 비교를 통한 국내 해운금융 역량강화 방안 연구. 연구보고서, 1-234.
- 조규열·이기환(2020), 선박 조세 리스제도의 세제혜택효과 분석. 한국항만경제학회지, 36(2), 63-86.
- 조진행(2019), 울산항의 녹색물류체계 구축 방안. 한국항만경제학회지, 35(4), 187-205
- 지문진·이기환·김강혁(2014), 선박금융기관의 소유구조와 경영성과 분석. 한국항만경제학회지, 30(3), 187-207.
- 최희희(2020), 스마트항만 도입에 대한 항만 운영자와 이용자 간의 인식차이에 관한 실증연구-광양항을 중심으로. 한국항만경제학회지, 36(3), 99-114.
- 해양한국, "선박자산의 증권형 토큰화와 크라우드펀딩", 윤희성, 2021.12.29.
- IMO Korea(2023). 제 80차 해양환경보호위원회 회의 결과 요약.
- Aversa, P., Haefliger, S., Hueller, F. and Reza, D. G. (2021), Customer complementarity in the digital space: Exploring Amazon's business model diversification. *Long Range Planning*, 54(5), 101985.
- Axelrod, R. (Ed.). (1976), *Structure of decision: The cognitive maps of political elites*. Princeton

- university press.
- Ahn, S., and Baden-Fuller, C. (2023), *Framing and Reframing Digital Business Models: The Global Messenger Industry. Research Handbook of digital strategy*. Edward elgar publishing.
- Baden-Fuller, C., and Haefliger, S. (2013), Business models and technological innovation. *Long Range Planning*, 46(6), 419-426.
- Baden-Fuller, C. & and, M. S. (2010), Business models as models. *Long Range Planning*, 43(2-3), 156-171.
- Baden-Fuller, C. and Teece, D. J. (2020), Market sensing, dynamic capability, and competitive dynamics. *Industrial Marketing Management*, 89, 105-106.
- Barnett, W. P. and Hansen, M. T. (1996), The red queen in organizational evolution. *Strategic management journal*, 17(S1), 139-157.
- Barnett, W. P. and Pontikes, E. G. (2008), The Red Queen, success bias, and organizational inertia. *Management Science*, 54(7), 1237-1251.
- Barney, J. (1991), Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management*, 17(1), 99-120.
- Biermans, M. L., Bulthuis, W., Holl, T. and van Overbeeke, B. (2023), Sustainable finance in the maritime sector. In *Maritime Decarbonization: Practical Tools, Case Studies and Decarbonization Enablers*(pp. 251-273). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Bonina, C., Koskinen, K., Eaton, B. and Gawer, A. (2021), Digital platforms for development: Foundations and research agenda. *Information Systems Journal*, 31(6), 869-902.
- Bower, J. L. and Christensen, C. M. (1995), *Disruptive technologies: catching the wave*. Harvard Business Review Press
- Chesbrough, H. (2010), Business model innovation: opportunities and barriers. *Long Range Planning*, 43(2-3), 354-363.
- Christensen, C. M. (2013), *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business Review Press.
- Clark, K. B. (1985), The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution. *Research Policy*, 14(5), 235-251.
- Cusumano, M. A. and Gawer, A. (2002), The elements of platform leadership. *MIT Sloan Management Review*, 43(3), 51.
- Cusumano, M. A., Gawer, A. and Yoffie, D. B (2019), The business of platforms: Strategy in the age of digital competition, innovation, and power (pp. 1-309). *New York: Harper Business*.
- Cusumano, M. A., Gawer, A. and Yoffie, D. B. (2021), Can self-regulation save digital platforms?. *Industrial and Corporate Change*, 30(5), 1259-1285.
- Eisenmann, T., G. Parker. and M. Alstynne (2006), Strategies for two-sided markets. *Harvard Business Review*, 84(10), 92.
- Eisenmann, T., G. Parker, and M. Alstynne (2011), Platform envelopment. *Strategic Management Journal*, 32(12), 1270-1285.
- Evans, D. S. (2003), Some empirical aspects of multi-sided platform industries. *Review of Network Economics*, 2(3).
- Gawer, A. and Cusumano, M. A. (2002). Platform leadership: How Intel, Microsoft, and Cisco drive industry innovation(Vol. 5, pp. 29-30). Boston: Harvard Business School Press.
- Gawer, A. (Ed.) (2011), *Platforms, markets and innovation*. Edward Elgar Publishing.
- Gawer, A. (2014), Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework. *Research Policy*, 43(7), 1239-1249.
- Gawer, A. (2021), Digital platforms' boundaries: The interplay of firm scope, platform sides, and digital interfaces. *Long Range Planning*, 54(5), 102045.
- Gawer, A. and Srnicek, N. (2021). Online platforms: Economic and societal effects. *European Parliamentary Research Service*
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170.
- Gray, N., McDonagh, S., O'Shea, R., Smyth, B., & Murphy, J. D. (2021). Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors. *Advances in Applied Energy*, 1, 100008.
- Grégoire, D. A. and Shepherd, D. A. (2012),

- Technology-market combinations and the identification of entrepreneurial opportunities: An investigation of the opportunity-individual nexus. *Academy of Management Journal*, 55(4), 753-785.
- Hodgkinson, G. P. and Healey, M. P. (2008), Toward a (pragmatic) science of strategic intervention: Design propositions for scenario planning. *Organization Studies*, 29(3), 435-457.
- Huff, A. S. (Ed.). (1990), *Mapping strategic thought*, John Wiley & Sons Incorporated.
- Hwang, J. and Christensen, C. M. (2008), Disruptive innovation in health care delivery: a framework for business-model innovation. *Health Affairs*, 27(5), 1329-1335.
- Jacobides, M. G., Cennamo, C. and Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. *Strategic management journal*, 39(8), 2255-2276.
- Jullien, B. (2000), Competing in network industries: Divide and conquer.
- Leard, B. and McConnell, V. (2017), New markets for credit trading under US automobile greenhouse gas and fuel economy standards. *Review of Environmental Economics and Policy*.
- Maersk Press releases (2020). A.P. Moller - Maersk links new \$5.0bn revolving credit facility to its CO2 performance.
- Marine Money (2023), Deal Database Search Deals as of December, 2023, Url: <https://www.marinemoney.com/>
- Massa, L., Tucci, C. L. and Afuah, A. (2017), A critical assessment of business model research. *Academy of Management Annals*, 11(1), 73-104.
- Morgan, M. S. (2012), *The world in the model: How economists work and think*. Cambridge University Press.
- Ozalp, H., Cennamo, C. and Gawer, A. (2018). Disruption in platform-based ecosystems. *Journal of Management Studies*, 55(7), 1203-1241.
- Peli, G. (2009), Fit by founding, fit by adaptation: Reconciling conflicting organization theories with logical formalization. *Academy of Management Review*, 34(2), 343-360.
- Rattermann, M. J. and Gentner, D. (1998), More evidence for a relational shift in the development of analogy: Children's performance on a causal-mapping task. *Cognitive Development*, 13(4), 453-478.
- Rietveld, J. (2018), Creating and capturing value from freemium business models: A demand-side perspective. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 12(2), 171-193.
- Shell Global (2022), Shell, Accenture and Amex GBT launch one of the world's first blockchain powered digital book-and-claim solutions for scaling sustainable aviation fuel (SAF).
- Shipilov, A., & Gawer, A. (2020). Integrating research on interorganizational networks and ecosystems. *Academy of management annals*, 14(1), 92-121.
- Siggelkow, N., & Levinthal, D. A. (2005). Escaping real (non-benign) competency traps: Linking the dynamics of organizational structure to the dynamics of search. *Strategic Organization*, 3(1), 85-115.
- S&P Global (2023), Maersk R&D center to launch tradable 'tokens' for low-carbon shipping. Url: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/022023-maersk-r-d-center-to-launch-tradable-tokens-for-low-carbon-shipping>
- Teece, D. J. (1980), Economies of scope and the scope of the enterprise. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1(3), 223-247.
- Teece, D. J. (2010), Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2-3), 172-194.
- Tripsas, M., & Gavetti, G. (2017), Capabilities, cognition, and inertia: Evidence from digital imaging. *The SMS Blackwell Handbook of Organizational Capabilities*, 393-412.
- World Bank(2023), Carbon pricing dashboard, Url: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>

지속가능전환 시기를 맞은 해양산업의 탄소거래 및 해양금융 생태계 구축 연구

안순구 · 윤희성

국문요약

기후변화에 따라 지속가능전환을 위한 범세계적인 노력이 촉구되고 있는 가운데 서울선언, IMO의 탈탄소 지침으로 해양산업의 탈탄소 전환도 가속화되고 있다. 지속가능전환은 기술개발, 고가의 대체연료 및 친환경연료 사용, 인프라 확충 필요성 등으로 인해 주로 '비용'으로 여겨졌다. 해운산업의 경쟁우위 확보는 최근까지 선복량에 중점을 두어 더 큰 재정적 우위를 지닌 글로벌 선사들에게 유리했다. 다가오는 지속가능전환은 친환경 연료비 부담 등 해양기업들의 비용적 부담으로 기존 재정적 우위를 지녔던 기업들의 경쟁우위 확보 구도가 공고해지며 레드퀸 효과(Red Queen Effect)의 발현이 예상된다. 이에 따라 본 연구는 신(新)해양생태계 발현과 가치창출-획득에 대한 다원화를 통해 다가오는 지속가능전환을 맞아 국내 해양기업들의 경쟁우위 확보 방안에 대해 탐구했다. 이를 위해 신(新)해양생태계와 모델 구상을 위해 인지관점의 유추적 추론기법(analogical reasoning)에 근거해 해운산업과 인접한 산업분야의 유사사례들을 참고하고, 모델링 기법을 적용해 지속가능전환시대의 경쟁우위 확보에 기여할 수 있는 해양 탄소금융 모델을 우선 제시했다. 이와 함께 제시한 해양 탄소금융 모델의 활성화를 위해 탄소금융과 디지털금융을 연계한 CCM-VCM-디지털 자산거래 연계생태계 조성방안을 기술했다. 특히 한국거래소의 탄소배출권거래소와 블록체인규제자유특구가 위치한 부산국제금융중심지에서 해당 모델들의 구현을 통해 지속가능해양금융중심지로서의 발전을 기대해 본다. 이와 같은 구상은 기존 선복량과 재원중심의 경쟁구도에서 열세에 있던 국내 해양산업에 있어 혁신생태계 발현과 선점을 통해 경쟁우위 확보에 기여할 수 있으며, 해양 지속가능금융 플랫폼 생태계 조성을 위한 선제적 연구로서 의의가 있다.

주제어 : 지속가능전환, 탈탄소, 탄소금융, 디지털 금융, 해양금융, 경쟁우위