

부산을 중심으로 한 암모니아 추진선박 분야 지역 기술역량 비교분석

김현주¹, 홍성수^{2*}

¹부산과학기술고등교육진흥원 연구원, ²부산과학기술고등교육진흥원 선임연구원

A Comparative Analysis of Regional Technological Capabilities in Ammonia-Fueled Ship Research: Focusing on Busan

Hyun-Ju Kim¹, Sung-Soo Hong^{2*}

¹Researcher, Busan Institute of Science & Technology and higher Education Promotion

²Senior Researcher, Busan Institute of Science & Technology and higher Education Promotion

요약 본 연구는 국가연구개발과제(2019-2023), 논문(2019-2024), 특허(2019-2023) 데이터를 통합적으로 활용하여 암모니아 추진선박 분야의 지역별 기술역량을 비교하고 부산의 상대적 위상을 분석하였다. 분석 결과, 부산은 국가연구개발과제 수행 건수와 연구비에서 전국 1위를 기록하였으며 동남권은 해당 분야의 핵심 연구개발 집적지로 나타났다. 논문 분석에서는 부산이 연구원 1,000명당 논문 수 기준 전국 1위를 기록한 것으로 나타났으며, 특허 분석에서는 선박 적용 및 운용기술 중심의 산업연계형 특화 구조가 확인되었다. 본 연구는 암모니아 추진선박 분야에서 부산의 지역 기술경쟁력 구조를 실증적으로 제시하고 향후 지역 전략산업 육성 및 연구개발 정책 수립을 위한 기초자료를 제공한다.

주제어 : 암모니아 추진선박, 지역기술경쟁력, 국가연구개발과제, 특허기반 기술분석, 부산

Abstract This study analyzes regional technological capabilities in ammonia-fueled ship research by integrating data from national R&D projects (2019-2023), academic publications (2019-2024), and patents (2019-2023), and compares the relative technological position of Busan against major competing regions in Korea. The results reveal that Busan ranked first nationwide in both the number of national R&D projects and total research funding, positioning the Southeast region as a major cluster of related research activities. In the publication analysis, Busan ranked first nationwide in the number of publications per 1,000 researchers, while the patent analysis confirmed a specialization structure linked to application and operation-oriented ship technologies. These findings provide empirical evidence for Busan's technological competitiveness and offer policy implications for regional industrial strategy and R&D planning in the ammonia-fueled ship sector.

Key Words : Ammonia-Fueled Ships, Regional Technological Capabilities, National R&D Projects, Patent Analysis, Busan

본 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 「부산연구개발지원단육성지원사업(연구개발과제번호: RS-2025-02203013)」의 지원을 받아 수행된 「2025년도 지역 과학기술·산업 정보분석: 부산 암모니아 추진선박 기술역량 및 경제적 파급효과 분석(부산과학기술고등교육진흥원)」 연구결과의 일부를 수정 보완한 결과임

*교신저자 : 홍성수(sshong@bistep.re.kr)

접수일 2026년 3월 25일 수정일 2026년 04월 15일 심사완료일 2026년 04월 22일

1. 서론

부산은 조선·해양, 기계, 금속 등 제조업 기반의 산업 도시로 지역 산업구조와 연계된 R&D 사업을 지속적으로 추진해 왔다. 특히 부산시는 주력산업의 기술고도화와 신시장 대응, 첨단기술과 기존 산업 간 융합 촉진을 주요 투자방향으로 설정하고, 지역 산업생태계 고도화를 위한 연구개발 지원을 확대해 왔다[1]. 이러한 정책 기조는 친환경선박 개발 보급계획, 친환경선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 등을 통해 조선·해양산업의 친환경 전환과 차세대 선박기술 확보라는 과제와도 긴밀하게 연결되며, 암모니아 추진선박과 같은 미래형 친환경 선박 분야에서 부산의 기술기반 형성에 중요한 배경으로 작용하고 있다[2, 3].

한편 국제해운산업은 IMO의 온실가스 감축전략과 각국의 탈탄소 정책 강화에 따라 저·무탄소 연료 기반 선박으로의 전환이 가속화되고 있다[2]. 기존의 운항 효율 개선이나 엔진 성능 향상만으로는 중장기 감축 목표 달성에 한계가 있어, 암모니아, 수소, 메탄올 등 대체연료 기반 추진기술이 장기적 관점에서 핵심 대안으로 부상하고 있다. 이 가운데 암모니아는 연소 과정에서 이산화탄소를 배출하지 않고, 수소에 비해 저장과 운송 측면에서 상대적 장점을 지닌다는 점에서 차세대 해운 연료로 주목받고 있다[3].

그러나 암모니아 추진선박의 상용화는 단순한 연료 전환의 문제가 아니라, 추진기관, 연료공급장치, 병커링 인프라, 안전기준, 운영인력 양성 등 복합적인 기술·산업 생태계 구축을 요구한다[4]. 특히 암모니아는 독성, 부식성, 누출 위험 등으로 인해 기존 화석연료나 LNG보다 높은 수준의 안전관리 체계가 요구되며, 이에 대한 위험 평가와 규제 정비가 병행되어야 한다[5]. 또한 실질적인 산업 전환을 위해서는 기술개발뿐 아니라 항만, 조선소, 기자재 기업, 시험·인증기관, 교육훈련체계가 결합된 지역 기반의 종합 대응 역량이 중요하다[6].

이러한 점에서 부산은 국내 대표 항만도시이자 조선·해양기자재 산업이 집적된 지역으로서, 암모니아 추진선박 분야에서 전략적 거점으로 발전할 가능성이 크다. 부산항의 물류 기능, 지역 조선·기자재 기업의 제조역량, 시험·인증기관 및 연구기관의 집적, 그리고 규제자유특구를 포함한 제도적 기반은 부산이 친환경 선박 전환의 실증과 상용화를 선도할 수 있는 조건을 제공한다. 더욱이 최근 지역 자율형 R&D 체계 강화와 지역 전략산업 중심의 투자 확대는, 부산이 국가 차원의 친환경 선박 전

환 정책과 지역 차원의 산업정책을 연결하는 핵심 거점으로 기능할 가능성을 높이고 있다.

그럼에도 불구하고 지금까지의 논의는 주로 국가 단위 정책이나 개별 기술개발 동향에 집중되어 왔으며, 부산을 중심으로 암모니아 추진선박 관련 연구개발, 논문, 특허, 기업·인력 인프라를 종합적으로 분석하여 지역의 기술역량과 산업경쟁력을 체계적으로 진단한 연구는 제한적이다. 또한, 부산은 정부 R&D와 비교하여 핵심 기술 등에 대한 체계적 분석이 이루어지지 않았다[1].

따라서 본 연구는 부산을 중심으로 암모니아 추진선박 분야의 기술역량을 다면적으로 분석하고, 이를 바탕으로 향후 지역 산업전환 전략과 정책 수립을 위한 실증적 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 관련 연구

최근에는 암모니아 및 친환경 선박 관련 연구를 계량적으로 정리하는 서지분석 연구가 증가하고 있다. 대체해운연료 연구의 전반적인 흐름을 분석한 연구에서는 기존 LNG 중심의 연구에서 메탄올, 암모니아, 수소 등 다양한 무탄소 연료로 연구 관심이 확장되고 있다[7]. 또한 그린 쉬핑 분야의 연구동향을 계량적으로 분석한 연구에서는 친환경 연료, 배출 저감 기술, 정책 및 운항 전략이 주요 연구 키워드 군집을 형성하며 최근 연구가 빠르게 확대되고 있음을 제시하였다[8].

해운 탈탄소화 연구를 대상으로 수행된 최근 서지분석에서도 대체연료 기술, 에너지 효율 향상, 국제 규제 대응이 핵심 연구축으로 나타나고 있으며 관련 연구가 2010년 이후 지속적으로 증가하고 있는 것으로 보고되고 있다[9].

특히 기반 분석 연구도 친환경 해운 기술의 발전 경로를 파악하는 중요한 접근 방법으로 활용되고 있다. 해운용 친환경 연료 기술의 글로벌 특허 진화 경로를 분석한 연구에서는 수소·연료전지, 암모니아, 메탄올, LNG/LPG 기술군이 서로 상이한 기술 발전 경로를 보이며 기술성숙도와 산업 적용 단계에서도 차이를 나타내고 있다[10]. 이러한 연구는 특허 데이터가 기술경쟁 구조와 기술 발전 방향을 조기에 파악하는 데 유용한 분석 수단임을 보여준다. 다만 기존 연구는 주로 글로벌 수준의 기술군 비교 또는 친환경 해운 산업 전체의 기술 흐름 분석에 초점을 두고 있어 특정 지역의 연구개발 기반과 연계한 실증 분석까지는 확장되지 못하고 있다는 한계가 있다.

지역 차원의 기술경쟁력 분석 연구는 주로 특허, 논문, 연구개발 지표를 활용하여 지역 산업의 기술혁신 역량을 평가하는 형태로 수행되어 왔다. 특허 데이터를 활용한 지역 기술혁신 활동 분석 연구에서는 사회연결망 분석과 특허지표를 결합하여 지역 내 핵심 연구기관과 기술 경쟁 구조를 도출하는 방법론이 제시된 바 있다[11]. 또한 지방정부 단위의 산업기술 분석 연구에서는 특허 데이터를 활용한 기술동향 분석이 지역 전략산업 육성과 정책 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있음을 제시하였다[12]. 이와 함께 특정 산업 분야를 대상으로 특허 출원 동향과 기술 포트폴리오를 분석하여 지역 산업기술 발전 방향을 진단한 연구도 수행된 바 있다[13].

이러한 연구는 특허지표, 네트워크 분석, 기술분류 기반 비교 등이 지역 산업기술 분석에 유효한 방법론임을 보여준다. 그러나 기존 지역혁신 연구는 특정 지역 또는 특정 산업 분야에 한정된 분석이 많으며 국가연구개발과제, 논문, 특허를 하나의 분석틀로 결합하여 지역 기술역량을 종합적으로 비교한 연구는 상대적으로 제한적인 것으로 나타난다. 특히 친환경 선박 분야의 경우 연구동향 분석, 기술개발 방향 분석, 특허 기반 기술역량 분석 등 다양한 접근이 일부 수행되고 있으나[14, 15], 이러한 연구는 주로 친환경 해운 기술 전반 또는 특정 기술 영역을 중심으로 이루어져 지역 단위의 연구개발 기반과 학술성과, 특허기술 구조를 통합적으로 비교하는 분석으로까지 확장되지는 못한 한계가 있다.

또한, 기존 연구는 대체로 친환경 해운 기술 전반의 연구동향 분석 또는 특정 지역을 대상으로 한 개별 특허 기반 기술역량 분석에 머무르는 경향이 있으며, 암모니아 추진선박 분야를 대상으로 국가연구개발과제, 논문, 특허를 통합적으로 결합하여 지역별 연구개발 기반과 학술성과, 특허기술 구조를 종합적으로 비교한 연구는 충분하지 않은 것으로 나타난다. 특히 어느 지역이 암모니아 추진선박 관련 연구개발 활동을 주도하고 있는지, 지역별 연구성과의 구조적 차이가 산업 기반과 어떻게 연결되는지에 대한 실증적 분석은 제한적인 상황이다.

따라서 본 연구는 국가연구개발과제, 논문, 특허 데이터를 결합한 다층적 분석을 통해 암모니아 추진선박 분야의 지역별 기술역량을 비교하고, 특히 부산의 연구개발 수행 규모, 학술성과, 특허기술 특화 구조를 종합적으로 분석함으로써 지역 기술경쟁력의 구조적 특성을 실증적으로 규명한다는 점에서 기존 연구와 차별성을 가진다.

3. 연구방법

3.1 연구범위 및 데이터수집

본 연구는 암모니아 추진선박 관련 기술활동의 지역별 특성을 분석하기 위하여 국가연구개발과제, 논문, 특허를 포괄하는 다층적 분석범위를 설정하였다. 시간적 범위는 자료 유형별 공개 시점과 최신 연구동향 반영 필요성을 고려하여 설정하였다.

국가연구개발과제와 특허는 최근 5년인 2019년부터 2023년까지를 분석 대상으로 하였으며, 이는 분석 수행 시점을 기준으로 2024년도 자료가 공식적으로 공개되지 않은 한계에 따른 것이다. 반면 논문 자료는 2024년까지 수집이 가능하였고, 암모니아 추진선박 분야의 최신 연구동향을 반영하기 위하여 2019년부터 2024년까지 최근 6년을 분석대상으로 설정하였다.

공간적 범위는 국내 시도 단위 지역을 기본 분석단위로 설정하였으며, 지역별 비교와 함께 부산의 위상을 중점적으로 검토하였다. 또한 부산·울산·경남을 포괄하는 동남권을 별도 권역으로 설정하여 집적성과 성장성을 함께 분석하였다. 비교 대상은 국가연구개발과제, 논문, 특허에서 상대적으로 높은 비중을 차지하는 서울, 경기, 대전, 울산, 경남 등을 중심으로 구성하였다.

자료 수집은 국가연구개발과제, 논문, 특허에 관한 정량자료를 대상으로 수행하였다.

국가연구개발과제 자료는 최근 5년간 수행된 암모니아 추진선박 관련 과제를 지역별로 집계하여 활용하였으며, 수행 건수, 총연구비, 정부지원연구개발비, 민간연구비, 수행주체, 수행기관, 과학기술표준분류 정보를 포함한 총 227건의 과제를 분석대상으로 설정하였다.

논문 자료는 2019년부터 2024년까지 발표된 암모니아 추진선박 관련 논문을 지역별로 분류하여 구축하였으며, 동일 논문에 여러 지역 소속 저자가 포함된 경우에는 주저자(제1저자 또는 교신저자)의 소속 지역을 대표 지역으로 설정하였다. 또한 연구생산성 비교를 위해 지역별 총 연구원 수를 활용하였으며, 세부 전공별 연구인력 통계가 공개되어 있지 않은 점을 고려하여 지역 단위 전체 연구원 수를 대체 지표로 적용하였다. 이를 통해 총 341건의 논문을 최종 분석대상으로 구성하였다.

특허 자료는 특허청 KIPRIS DB의 공개 데이터를 활용하였으며, 분석기간은 2019년부터 2023년까지로 설정하였다. 제목·요약·청구항을 대상으로 암모니아(ammonia, NH₃)와 선박, 엔진, 추진, 연료, 병커링, 저

장, 배출, 제어 등 관련 핵심어를 포함한 출원·등록 특허를 수집하였으며, 이를 통해 총 26,318건의 특허를 최종 분석대상으로 도출하였다. 자료 유형별 분석 범위와 주요 분석항목은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Analysis Scope and Key Variables by Data Type

Category	Analysis Period	Number of Cases	Key Variables	Data Source
National R&D Projects	2019-2023	227	Number of projects, R&D funding, project performers, institutions, National Science and Technology Standard Classification	NTIS
Articles	2019-2024	341	Number of articles, citation counts, average citations, share of top-cited articles, collaboration network	Scopus
Patents	2019-2023	26,318	Filing trends, characteristics of applicants and inventors, application structure, patent indicators, keywords, co-applications	KIPRIS

3.2 분석방법

본 연구는 지역별 기술경쟁력을 다면적으로 파악하기 위하여 기술활동의 양적 규모, 성장성, 구조적 특성, 질적 영향력을 함께 분석하였다.

첫째, 국가연구개발과제 분석에서는 지역별 수행 건수와 비중, 연도별 증가 추세, 총연구비 및 재원구조, 수행주체별 분포, 주요 수행기관, 과학기술표준분류별 집중도를 검토하였다. 이를 통해 특정 지역이 과제 수 중심의 확장형 구조를 갖는지, 또는 대형 연구비 중심의 집중형 구조를 보이는지를 파악하였다.

둘째, 논문 분석에서는 지역별 논문 수와 연도별 증가 추세를 바탕으로 연구생산성을 검토하고, 연구원 1,000명당 논문 수를 활용하여 지역의 상대적 연구집중도를 비교하였다. 해당 지표는 지역 전체 연구원 수를 기준으로 산출된 상대적 생산성 지표이다. 이어 총 인용 수, 평균 인용 수를 통해 연구영향력을 분석하였다.

셋째, 특허 분석에서는 지역별 출원 규모와 연평균 성장률을 통해 기술활동의 확산 속도를 파악하고, 출원인 수 및 발명인 수와의 관계를 통해 특허 생산성을 검토하였다. 또한 개인·기관·공동출원 구조를 분석하여 특허활동의 주체적 특성을 파악하였다. 지역별 기술경쟁력 평가를 위해 특허활동지수(AI), 특허혁신성지수(INI), 특허생산성지수(PI), 특허등록률(PRR), 인용도지수(CPP), 기

술영향력지수(CII)를 활용하였으며, 각 지표의 정의와 산식은 <Table 2>에 제시하였다. 이와 함께 지역별 핵심 키워드와 키워드 네트워크를 분석하여 기술의 세부 지향점을 도출하였고, 공동출원 건수와 샐턴 지수를 통해 지역 간 공동연구 협력도를 측정하였다.

<Table 2> Definitions of Patent-Based Analytical Indicators

Indicator	Definitions
Activity Index (AI)	$AI_i = \frac{P_i / \sum P_i}{T_i / \sum T_i}$ <p><i>i</i>: a specific region <i>P_i</i>: number of patents in the target technology field in region <i>i</i> $\sum P_i$: total number of patents in the target technology field across all regions <i>T_i</i>: total number of patents or reference technological activity in region <i>i</i> $\sum T_i$: total number of patents or total reference technological activity across all regions</p>
Innovation Index (INI)	$INI_i = \frac{CP_i}{P_i}$ <p><i>CP_i</i>: number of co-applied patents in region <i>i</i> <i>P_i</i>: total number of patents in region <i>i</i></p>
Productivity Index (PI)	$PI_i = \frac{P_i}{R_i}$ <p><i>P_i</i>: total number of patents in region <i>i</i> <i>R_i</i>: research resources or number of applicants in region <i>i</i></p>
Patent Registration Rate (PRR)	$PRR_i = \frac{RP_i}{AP_i}$ <p><i>RP_i</i>: number of registered patents in region <i>i</i> <i>AP_i</i>: number of patent applications in region <i>i</i></p>
Citations Per Patent (CPP)	$CPP_i = \frac{C_i}{P_i}$ <p><i>C_i</i>: total number of forward citations received by patents in region <i>i</i> <i>P_i</i>: total number of patents in region <i>i</i></p>
CII (Current Impact Index)	$CII_i = \frac{CPP_i}{CPP_{all}}$ <p><i>CPP_i</i>: average number of citations per patent in region <i>i</i> <i>CPP_{all}</i>: average number of citations per patent across all patents</p>
SI (Salton Index)	$SI_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sqrt{P_i \times P_j}}$ <p><i>C_{ij}</i>: number of co-applied patents between region <i>i</i> and region <i>j</i> <i>P_i</i>: total number of patents in region <i>i</i> <i>P_j</i>: total number of patents in region <i>j</i></p>

이를 통해 본 연구는 부산의 암모니아 추진선박 기술 역량이 전국 및 주요 경쟁지역과 비교할 때 어떠한 위상과 구조적 특성을 갖는지를 분석하였다.

4. 연구결과

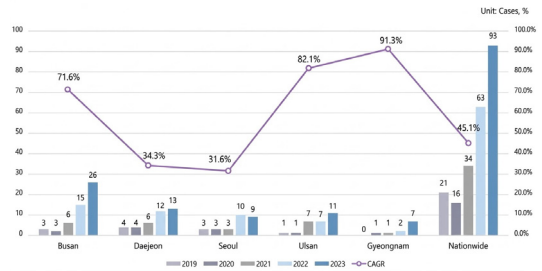
4.1 국가연구개발 현황 분석결과

최근 5년간(2019~2023년) 암모니아 추진선박 관련 국가연구개발과제 분석 결과, 부산은 수행 건수와 연구비 모두에서 전국 최고 수준을 나타냈다. 또한 부산·울산·경남을 포함한 동남권은 과제 수와 연구비 모두에서 높은 비중을 차지하여, 관련 연구개발이 동남권에 집중되는 구조를 보였다<Table 3>. 그중에서도 부산은 민간연구비가 203.6억 원으로 전국 민간연구비의 44.3%를 차지하여, 총연구비 순위뿐 아니라 민간부문의 투자 집중도 측면에서도 가장 두드러진 지역으로 확인되었다.

<Table 3> Regional Distribution of National R&D Projects and Funding in Ammonia-Fueled Ship Research (2019-2023)

Unit: cases, %, KRW 100 million				
Region	Number of Projects	Share of Projects	Total R&D Funding (Private Funding)	Share of Total R&D Funding (Share of Private Funding)
Busan	52	22.9	590.8 (203.6)	34.8 (44.3)
Daejeon	39	17.2	239.1 (29.4)	14.10 (6.4)
Seoul	28	12.3	139.2 (36.1)	8.2 (7.9)
Ulsan	27	11.9	91.9 (26.4)	5.4 (5.7)
Gyeonggi	18	7.9	109.3 (20.4)	6.4 (4.4)
Chungnam	12	5.3	129.8 (18.8)	7.7 (4.1)
Jeonnam	12	5.3	51.8 (17.7)	3.1 (3.9)
Gyeongnam	11	4.8	239.9 (88.9)	14.15 (19.3)
Jeonbuk	10	4.4	31.6 (8.2)	1.9 (1.8)
Gyeongbuk	6	2.6	29.2 (2.8)	1.7 (0.6)
Gwangju	5	2.2	2.6 (0.0)	0.2 (0.0)
Chungbuk	4	1.8	10.6 (0.0)	0.6 (0.0)
Daegu	3	1.3	29.9 (7.2)	1.8 (1.6)
Total	227	100.0	1,695.7 (459.5)	100.0 (100.0)

[Fig. 1]의 연도별 추이를 보면 전국적으로 관련 과제와 연구비가 빠르게 증가하였으며, 부산과 울산, 경남은 주요 지역 가운데서도 높은 증가세를 나타냈다. 이는 암모니아 추진선박 관련 연구개발이 특정 지역에 일시적으로 집중된 것이 아니라 동남권을 중심으로 구조적으로 확대되고 있음을 시사한다.



[Fig. 1] Annual Number of R&D Projects and CAGR (National and Top 5 Regions)

<Table 4> 수행주체 분석에서는 전국적으로 대학의 참여 비중이 높았으나, 부산은 중소기업 중심의 수행 구조와 높은 민간연구비 비중을 보였다.

<Table 4> Number of National R&D Projects by Performer Type in Korea and Busan (2019-2023)

Unit: cases, %					
Rank	Performer Type	Number of Projects	Rank	Performer Type	Number of Projects
Korea			Busan		
1	Universities	73	1	Small and Medium-sized Enterprises	21
2	Small and Medium-sized Enterprises	60	2	Others	18
3	Government-funded Research Institutes	41	3	Universities	11
4	Others	22	4	Medium-sized Enterprises	2
5	Large Enterprises	16	-	-	-
6	Medium-sized Enterprises	13	-	-	-
7	National/Public Research Institutes	2	-	-	-
Total		227	Total		52

또한 [Fig. 2]와 같이 과학기술표준분류상 부산은 조선/해양시스템, 특히 주기관·보조기관 및 추진계통부품 분야에 과제가 집중되어 있어, 추진계통 및 선박 적용기술 중심의 연구개발 거점으로 기능하고 있는 것으로 나타났다.

Shipbuilding/Marine Systems (63%)	Otherwise Unclassified Shipbuilding/Marine Systems, 11.5%	Hydrogen, 7.7%	Renewable Energy, 7.7%
	Marine Pollution/Safety Facilities, 5.8%	Air Quality Management (7.7%), 7.7%	
Main/Auxiliary Systems & Propulsion System Components, 40.4%	Advanced Material development/Functional Analysis Technology, 5.8%	Energy/Eco-friendly Machinery Systems (5.8%), 5.8%	

[Fig. 2] Distribution of National R&D Projects by Science and Technology Classification in Busan

4.2 논문 현황 분석

최근 6년간(2019~2024년) 암모니아 추진선박 관련 논문은 전국적으로 지속적인 증가 추세를 보였으며, 부산은 주요 지역 가운데 가장 높은 연평균성장률(CAGR, Compound Annual Growth Rate)을 나타냈다. 이는 부산이 국가연구개발과제뿐 아니라 학술연구 측면에서도 최근 빠르게 부상하고 있음을 보여준다(Table 5).

<Table 5> Number of Publications on Ammonia-Fueled Ship Research by Region (2019~2024)

Unit: number of publications				
Year	Busan	Seoul	Daejeon	Ulsan
2019	2	7	0	2
2020	7	12	8	4
2021	5	11	13	2
2022	8	10	13	4
2023	18	13	14	5
2024	21	21	20	12

Note: CAGR (2019~2024): Busan 60%, Seoul 25%, Daejeon 32%, Ulsan 43%.

<Table 6> 지역별 논문 수를 보면 서울, 대전, 부산이 상위권을 형성하며 세 지역이 전체의 약 59%를 차지하는 것으로 나타났다. 이는 국내 암모니아 추진선박 연구의 핵심 학술 거점이 이들 지역에 집중되어 있음을 의미한다. 다만 국가연구개발과제 수행 건수에서는 부산이 1위를 차지한 것과 달리 논문 수에서는 3위를 기록하여, 연구개발 활동과 학술성과의 지역별 분포가 완전히 일치하지 않음을 확인할 수 있다.

연구원 수를 고려한 상대적 생산성을 보면 부산의 위상은 더욱 뚜렷하게 나타났다. 연구원 1,000명당 논문 수 기준으로 부산은 전국 1위를 기록하였다.

<Table 6> Publications per 1,000 Researchers in Ammonia-Fueled Ship Research by Region

Unit: number of publications, persons

Region	Number of Publications	Rank	Number of Researchers	Publications per 1,000 Researchers	Rank
Seoul	74	1	158,706	0.47	10
Daejeon	68	2	40,024	1.70	3
Busan	61	3	17,192	3.55	1
Ulsan	29	4	8,362	3.47	2
Gyeonggi	21	5	223,253	0.09	16
Jeonbuk	17	6	10,941	1.55	5
Gwangju	15	7	8,944	1.68	4
Incheon	12	8	22,179	0.54	8
Gyeongbuk	10	9	20,272	0.49	9
Gyeongnam	9	10	22,310	0.40	11
Chungnam	8	11	20,388	0.39	12
Jeonnam	6	12	6,464	0.93	6
Chungbuk	5	13	15,481	0.32	13
Daegu	4	14	14,453	0.28	15
Jeju	2	15	2,340	0.85	7
Gangwon	2	16	6,898	0.29	14
Sejong	0	17	5,359	0.00	17
Total	341	-	591,309	16.71	-

논문의 영향력 측면에서도 서울, 대전, 부산이 총 인용 수에서 높은 비중을 차지하여 국내 연구의 양적 중심축을 형성하고 있는 것으로 나타났다. 다만 평균 인용수에서는 일부 지역이 상대적으로 높은 수준을 보여, 절대적 논문 수와 논문당 영향력은 서로 다른 양상을 나타냈다(Table 7).

<Table 7> Citation Impact of Publications on Ammonia-Fueled Ship Research by Region

Unit: number of publications, citations

Region	Total Publications	Total Citations	Rank	Average Citations per Publication	Rank
Seoul	74	1,777	1	24.01	4
Daejeon	68	1,620	2	23.82	5
Busan	61	1,379	3	22.61	6
Ulsan	29	266	6	9.17	10
Gyeonggi	21	911	4	43.38	1
Jeonbuk	17	117	10	6.88	12
Gwangju	15	177	9	11.80	9
Incheon	12	297	5	24.75	3
Gyeongbuk	10	208	7	20.80	8
Gyeongnam	9	74	12	8.22	11
Chungnam	8	207	8	25.88	2
Jeonnam	6	15	14	2.50	15

Chungbuk	5	113	11	22.60	7
Daegu	4	21	13	5.25	13
Jeju	2	8	15	4.00	14
Gangwon	2	3	16	1.50	16
Sejong	0	0	17	0.00	17
Total	341	7,193	-	21.09	-

Gangwon	282
Sejong	96
Jeju	94
Domestic	14,580
Foreign	11,738
Total	26,318

4.3 특허 기반 기술역량 분석

암모니아 추진선박 관련 특허 분석은 2019년부터 2023년까지 최근 5년간 출원·등록 특허를 대상으로 수행하였으며, <Table 8>과 같이 제목·요약·청구항에 핵심어 검색을 적용한 결과 총 26,318건의 특허가 분석대상으로 수집되었다. 이 가운데 국내 특허는 14,580건, 국내에 출원된 해외 특허는 11,738건으로 나타났다.

<Table 8> Patent Search Query

Search Query
(CT=(<chem>ammonia</chem> + <chem>NH3</chem>) * (선박 + 엔진 + 추진 + 연료 + 병커링 + 저장 + 배출 + 제어 + bunkering + propulsion + combustion + fuel))) * (AD=[20190101-20231231])

<Table 9> 지역별 특허 출원 규모를 보면 경기도와 서울이 상위권을 형성하였고, 대전, 경남, 충남 등이 그 뒤를 이었다. 부산은 626건으로 전국 8위 수준을 보였으며, 울산은 7위를 기록하였다. 다만 동남권 전체로 보면 부산·울산·경남의 특허 출원은 총 2,377건으로 전국의 약 9.0%를 차지하여 일정 수준의 집적성을 나타냈다.

<Table 9> Number of Patent Applications and Average Annual Growth Rate by Region (2019-2023)

Unit: number of patents

Region	Total
Gyeonggi	4,320
Seoul	3,310
Daejeon	1,173
Gyeongnam	1,072
Chungnam	1,036
Gyeongbuk	817
Ulsan	679
Busan	626
Jeonnam	577
Jeonbuk	525
Chungbuk	442
Incheon	426
Daegu	370
Gwangju	310

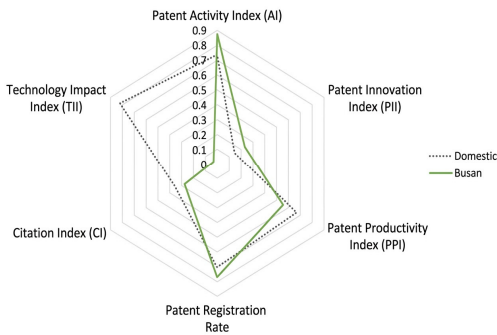
<Table 10> 특허 생산성 측면에서는 울산과 경남이 출원인당 특허 수 기준에서 높은 수준을 보인 반면, 부산은 상대적으로 낮은 수준을 나타냈다. 이는 부산이 다수의 출원인이 참여하는 분산형 구조를 보이나 개별 출원인의 반복적 특허활동은 상대적으로 제한적인 구조임을 시사한다.

<Table 10> Patent Productivity by Region Based on Number of Applicants (2019-2023)

Unit: number of patents, persons, patents per applicant

Region	Number of Patents	Number of Applicants	Patents per Applicant
Gyeonggi	4,320	1,583	2.73
Seoul	3,310	1,028	3.22
Daejeon	1,173	334	3.51
Gyeongnam	1,072	266	4.03
Chungnam	1,036	334	3.10
Gyeongbuk	817	300	2.72
Ulsan	679	133	5.11
Busan	626	291	2.15
Jeonnam	577	221	2.61
Jeonbuk	525	257	2.04
Chungbuk	442	226	1.96
Incheon	426	273	1.56
Daegu	370	212	1.75
Gwangju	310	148	2.09
Gangwon	282	163	1.73
Sejong	96	62	1.55
Jeju	94	66	1.42
Domestic	14,580	4,295	3.39
international	11,738	2,736	4.29
Total	26,318	7,012	3.75

[Fig. 3], <Table 11> 기술경쟁력 지표 비교 결과 부산은 특허활동지수(AI), 특허등록률, 특허혁신성지수(INI)에서 국내 평균을 상회하여 특허활동성과 등록 완성도 및 기술 결합 측면에서 비교적 높은 수준을 보였다. 반면 특허생산성지수(PI), 인용도지수(CPP), 기술영향력지수(CII)는 국내 평균보다 낮게 나타나 기술 확산 및 파급력 측면에서는 상대적으로 제한적인 수준을 보였다.

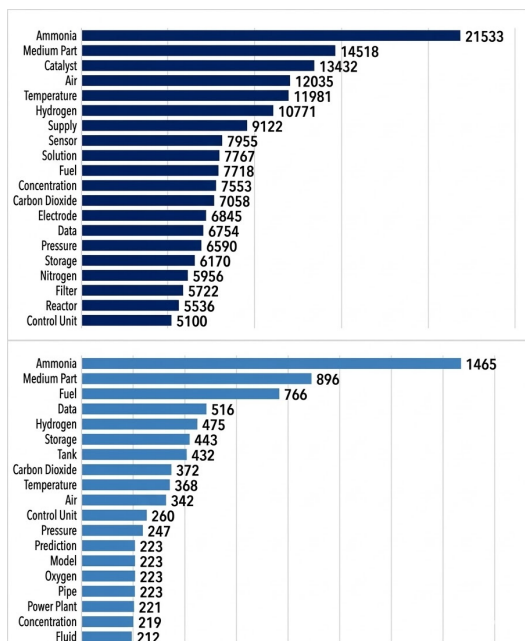


[Fig. 3] Radar Chart of Patent-Based Technology Competitiveness Indicators: Busan vs. Domestic Average

<Table 11> Patent-Based Technology Radar Indicators for Busan Compared with the Domestic Average

Category	AI	INI	PI	PRR	CPP	CII
Busan	0.884	0.232	0.558	0.773	0.275	0.031
Domestic Average	0.739	0.146	0.668	0.705	0.343	0.819

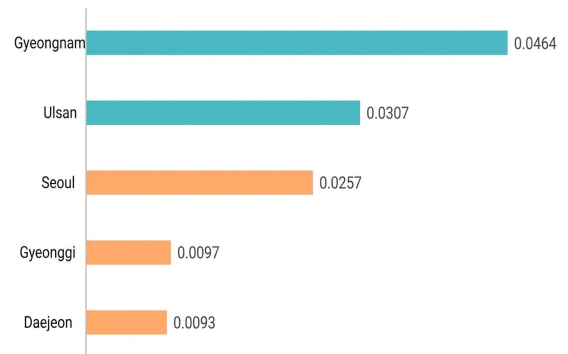
Note: The denominator used in calculating CII includes both domestic and international patents.



[Fig. 4] Frequency Analysis of Patent Claim Keywords Related to Ammonia-Fueled Ships: National (Top) and Busan (Bottom)

지역별 핵심 키워드 분석 결과 국내 전체적으로는 촉매, 수소, 센서, 온도, 연료 등 화학-에너지 변환 기반 기술이 중심을 이루었으며, 부산은 저장, 압력, 제어, 데이터 등 선박 적용 및 운용기술 중심의 응용지향적 특성을 보였다. 이는 부산이 소재-반응 중심 기술보다 선박 탑재 및 운용 기술 중심의 특화 구조를 형성하고 있음을 보여준다[Fig. 4].

공동출원 기반 협력도 분석에서는 부산과 수도권 및 대전과의 협력이 확인되었으며 특히 동남권 내부에서는 부산-경남 간 협력도가 상대적으로 높은 수준을 나타냈다. 이는 지리적 인접성과 산업적 연계성이 공동연구 협력 구조에 중요한 영향을 미치고 있음을 보여준다[Fig. 5].



[Fig. 5] Interregional Patent Collaboration Intensity with Busan Based on Co-Applications

5. 결론

5.1 연구결과 요약

본 연구는 2019~2023년 국가연구개발과제와 특허, 2019~2024년 논문 데이터를 활용하여 암모니아 추진선박 분야의 지역별 기술활동과 경쟁력을 비교·분석하였다. 분석 결과, 국가연구개발과제 측면에서 부산은 수행 건수와 연구비 모두 전국 1위를 기록하였으며, 부산-울산-경남을 포함한 동남권은 과제 수와 연구비 모두에서 높은 비중을 차지하여 해당 분야 국가연구개발의 핵심 집적지로 확인되었다. 특히 부산은 중소기업과 지역 연구기관 중심의 산업연계형 연구개발 구조를 형성하고 있는 것으로 나타났다.

논문 분석에서는 서울과 대전이 절대적 논문 수에서 우위를 보였으며, 부산 역시 전국 3위를 기록한 것으로 나타났다. 또한 연구원 1,000명당 논문 수 기준에서는

전국 1위로 나타났다. 다만 평균 인용 수 측면에서는 일부 지역보다 낮아 질적 영향력 제고의 필요성이 확인되었다.

특히 분석에서는 경기와 서울이 절대적 출원 규모를 주도한 반면, 부산은 중위권 수준을 보였다. 그러나 특허 활동지수와 등록률은 국내 평균을 상회하여 기술활동성과 완성도 측면에서는 강점을 보였다. 또한 키워드 분석 결과 부산은 연료공급, 저장, 압력, 제어 등 선박 적용 및 운용 중심의 기술축에 특화된 구조를 보였으며, 동남권 내부에서는 특히 경남과의 협력도가 높게 나타났다. 반면 특허 생산성과 기술영향력 측면에서는 추가적인 질적 고도화가 필요한 것으로 나타났다.

종합하면 부산은 암모니아 추진선박 분야에서 국가연구개발과제와 논문 측면에서 높은 위상과 집중도를 보이며, 특허 분야에서는 선박 적용기술 중심의 산업연계형 특화 구조를 갖는 지역으로 평가된다. 다만 특허의 질적 파급력과 연구성과의 외연 확산 측면에서는 보완이 필요한 것으로 나타났다.

5.2 정책적 시사점

첫째, 부산과 동남권은 암모니아 추진선박 국가연구개발의 핵심 집적지로 확인된 만큼, 지역 단위 지원을 넘어 국가 차원의 전략거점으로서 기능을 강화할 필요가 있다. 특히 동남권을 중심으로 실증 및 상용화 기반을 체계적으로 구축하는 접근이 요구된다.

둘째, 부산의 연구개발 구조는 중소기업 중심의 산업연계형 특성이 강하므로 연구성과가 실증·인증·표준화 및 시장진출로 이어질 수 있도록 기술사업화 지원체계를 강화할 필요가 있다.

셋째, 부산은 연구협력 네트워크 측면에서 주요 거점으로 기능하고 있는 것으로 나타난 만큼 국제공동연구 확대와 고영향 학술성과 창출을 통해 연구의 질적 영향력을 강화할 필요가 있다.

넷째, 특허 분야에서는 활동성과 등록률은 높은 반면 인용도와 기술영향력은 상대적으로 낮게 나타난 만큼, 양적 출원 확대보다 원천성 및 국제화 기반을 갖춘 질적 특허 창출 전략이 요구된다.

다섯째, 부산-울산-경남 간 협력도가 높게 나타난 점을 고려할 때 동남권 내부 산학연 협력체계를 제도적으로 강화하여 권역 차원의 기술분업과 실증역량을 확대할 필요가 있다.

5.3 연구의 한계 및 향후 연구

본 연구는 국가연구개발과제, 논문, 특허를 통합적으로 분석하여 암모니아 추진선박 분야의 지역별 기술경쟁력을 비교하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 몇 가지 한계도 존재한다.

첫째, 본 연구는 정량지표 중심 분석으로 개별 과제와 특허, 논문의 기술적 수준과 사업화 가능성을 충분히 반영하지 못하였다. 향후에는 핵심 특허와 대표 연구성과에 대한 사례분석을 병행할 필요가 있다.

둘째, 시도 단위 지역 분류 기준으로 인해 실제 공동연구와 협력 네트워크의 미시적 구조를 충분히 반영하지 못하였다. 향후에는 기관 및 연구자 수준의 네트워크 분석을 추가할 필요가 있다.

셋째, 논문 생산성 분석에서 지역 전체 연구원 수를 대체지표로 활용함에 따라 해당 분야 연구인력 규모를 정확히 반영하지 못한 한계가 있다. 특히 연구원 1,000명당 논문 수 지표는 세부 기술 분야 연구자 수가 아닌 지역 전체 연구원 수를 분모로 사용하여 산출된 상대적 생산성 지표로서, 지역 간 연구인력 규모 차이에 따른 역수 효과가 발생할 가능성이 있으며 일부 지역의 논문 생산성이 상대적으로 과대평가될 수 있다는 점에서 해석에 유의가 필요하다. 이는 현재 지역별 통계자료 제공 체계의 한계에 따른 것으로, 향후에는 해당 분야 연구인력 규모를 보다 정밀하게 반영할 수 있는 지표를 활용한 후속 연구가 필요하다.

넷째, 본 연구는 제한된 기간의 자료를 대상으로 수행되었으며 국제 비교 분석을 포함하지 못하였다. 향후에는 장기 시계열 분석과 글로벌 비교 연구를 통해 지역 기술경쟁력의 상대적 위치를 보다 정밀하게 검토할 필요가 있다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 국가연구개발과제, 논문, 특허를 통합적으로 연계하여 암모니아 추진선박 분야의 지역별 기술경쟁력을 다각도로 분석하고 부산의 산업연계형 기술특화 구조를 실증적으로 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 특히 본 연구 결과는 지역 전략산업 육성 방향 설정, 산학연 협력체계 구축, 연구개발 투자 우선순위 설정 등 정책 수립의 기초자료로 활용될 수 있으며, 향후 암모니아 추진선박 실증 및 상용화 기반 구축을 위한 지역 단위 전략 수립에도 유용한 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

[1] J.H.Choi and S.S.Hong, "Comparative Analysis of Technology Convergence Networks of National and Municipal R&D Projects in BUSAN METROPOLITAN CITY," Innovation studies, Vol.21, No.1, pp.181-216, 2026

[2] Related Ministries of the Government of the Republic of Korea, "Korean Green Ship (Green Ship-K) Promotion Strategy toward 2030: The 1st Basic Plan for the Development and Distribution of Eco-Friendly Ships (2021-2030)", Korea, 2020. Online Source.

[3] Korea Ministry of Government Legislation, "Act on Promotion of Development and Distribution of Eco-Friendly Ships, Act No. 16167", Korea, 2018. Online Source.

[4] Korean Register (KR), "Report on Ammonia-Fueled Ship Technology", Korea, 2021. Online Source.

[5] P.A.Duong and H.K.Kang, "Ammonia as fuel for marine dual-fuel technology: A comprehensive review," Fuel Processing Technology, Vol.272, No.108205, 2025.

[6] P.A.Duong, B.Ryu, M.Song, H.Nguyen, D.Nam and H.K.Kang, "Safety Assessment of the Ammonia Bunkering Process in the Maritime Sector: A Review," Energies, Vol.16, No.4019, 2023.

[7] A.M.Moshiul, R.Mohammad, F.A.Hira and N.Maarop, "Alternative Marine Fuel Research Advances and Future Trends: A Bibliometric Knowledge Mapping Approach," Sustainability, Vol.14, No.4947, 2022.

[8] J.J.Mi, Y.Wang, N.Zhang, C.Zhang and J.Ge, "A Bibliometric Analysis of Green Shipping: Research Progress and Challenges for Sustainable Maritime Transport," Journal of Marine Science and Engineering, Vol.12, No.1787, 2024.

[9] M.Anantharaman, A.Sardar and R.Islam, "Decarbonization of Shipping and Progressing Towards Reducing Greenhouse Gas Emissions to Net Zero: A Bibliometric Analysis," Sustainability, Vol.17, No.2936, 2025.

[10] M.Sun, T.Tong, M.Jiang and J.X.Zhu, "Innovation trends and evolutionary paths of green fuel technologies in maritime field: A global patent review," International Journal of Hydrogen Energy, Vol.71, pp.528-540, 2024.

[11] D.K.Kim and J.Y.Lee, "An Analysis on Technological Innovation Activities Using Patent Information in Incheon," Technology Management, Vol.7, No.4, pp.149-172, 2022.

[12] H.K.Kim, H.Y.Oh and I.Y.Choi, "A Study on the Industrial Technology Analysis and Strategy of Local Government Using Patent Data - Focused on Industrial City, Ulsan -, " Technology Management, Vol.6, No.1, pp.195-211, 2021.

[13] J.H.Han and C.B.Kim, "A Study on the Extracting ICT Development Trend and Promising Technologies by

Utilizing Patent Information in Gyeongbuk Province," Journal of Korea Technology Innovation Society, Vol.21, No.1, pp.236-264, 2018.

[14] H.J.Kim and D.H.Kim, "Analyzing Core Technology and Technological Convergence in the Port Industry Using IPC Classification Codes and Network Analysis," Journal of Korea Multimedia Society, Vol.27, No.8, pp.909-918, 2024.

[15] J.E.Lee and C.J.Park, "Patent trends in carbon capture, utilization, and storage technology in shipping," Journal of Climate Change Research, Vol.15, No.3, pp.343-353, 2024.

김 현 주(Hyun-Ju Kim)

[정회원]



- 2017년 1월 : 한국해양대학교 기관공학(공학사)
- 2023년 8월 : 부경대학교 산업및 데이터공학과(공학석사)
- 2025년 8월 : 국립부경대학교 산업및데이터공학과(박사수료)

- 2017년 4월 ~ 2024년 11월 : 한국조선해양기자재연구원 선임연구원
- 2024년 12월 ~ 현재 : 부산과학기술고등교육진흥원 연구원

<관심분야>

선박 빅데이터, 인공지능, 머신러닝, 딥러닝

홍 성 수(Sung-soo Hong)

[정회원]



- 2026년 2월 : 국립부경대학교 과학기술정책학과(정책학박사)
- 2014년 5월 ~ 2016년 6월 : 한국수자원공사(K-water) 수자원연구소 연구원
- 2016년 7월 ~ 현재 : 부산과학기술고등교육진흥원 선임연구원

<관심분야>

경제성 분석, 데이터 분석, R&D사업 평가, 과학기술정책