선박연료공급업의 친환경화를 위한 금융지원방안 조사·연구

제 출 문

부산국제금융진흥원 귀하

이 보고서를 연구용역사업 「선박연료공급업의 친환경화를 위한 금융지원방안 조사·연구」용역의 최종보고서로 제출합 니다.

2024. 6. 27.

국립한국해양대학교 산학협력단 단 장 주 양 익

《참여연구진》

연구책임자 : 오용식 (국립한국해양대학교 교수)

공동연구자 : 윤희성 (국립한국해양대학교 교수)

임상섭 (국립한국해양대학교 교수)

김경환 (국립한국해양대학교 교수)

조서빈 (국립한국해양대학교 팀장)

제목 차례

	l1자		_
- C			
ΔNI		\sim	

I. 연구의 배경 ······	3 3
제2절 연구의 방법	
제2장 선박연료공급업	현황 분석
0 0	
제1절 선박용 연료공급시장	개요 11
	개요 ············11
I. 선박용 연료유 시장…	
Ⅰ. 선박용 연료유 시장… Ⅱ. 국내 선박연료공급업	
1. 선박용 연료유 시장 ···비. 국내 선박연료공급업제2절 국내 선박연료공급 현	·····································
 Ⅰ. 선박용 연료유 시장 ··· Ⅱ. 국내 선박연료공급업 제2절 국내 선박연료공급 현 Ⅰ. 국내 선박연료공급선 	
1. 선박용 연료유 시장 ··· II. 국내 선박연료공급업 제2절 국내 선박연료공급 현 I. 국내 선박연료공급선 II. 국내 선박연료 공급자	

Ⅱ. 선박연료공급업 관련 정책 ……………………………………………………48

제3장 선박연료에 대한 규제와 국제적 동향

제1절 선박연료에 대한 국내외 규제와 동향 ···································	57 73
제2절 미래 친환경 선박 연료원에 대한 전망	
I. 국내 친환경 연료 수요 추정 ···································	
Ⅱ. 국내 친환경 연료 구성의 변화 전망	
제4장 투자수요 추정	
제1절 추정의 방법과 주요 전제	115
. 추정의 절차 ·······	
Ⅱ. 수요 전망의 전제 ···································	
Ⅲ. 벙커선대의 기준 생산성	
IV. 벙커선대의 기준 선형과 기준 선가	
제2절 현존 급유선의 친환경화 수요	
II. 국내 Bunker Oil 공급 추정 ···································	
III. Bunker Oil 수급격차 및 필요 선복량 전망	
IV. Oil Bunker에 대한 투자수요 전망	
제3절 친환경 선박연료 공급을 위한 투자수요	
I . LNG	
II. 메탄올 ·····	133
III. 암모니아 ·····	137
IV. 수소 ·····	142
제4절 선박연료 공급선 투자 로드맵	146
I. 향후 국내 선박연료 믹스 및 수급격차 전망	
II. 국내 선박연료 공급선의 소요 톤수와 척수 전망······	
III. 국내 선박연료 공급선의 시기별 투입 척수와 소요 금액 ·······	149
IV. 선박연료 공급선 투자에 대한 시사점 ·····	151

제5장 금융지원방안

제1절 지원의 필요성	155 155 155
. 지원분야	157 160 164
. 상업금융기관과 협업	167 170
제6장 결론	
제1절 연구의 주요 결과 요약	175 176 177 178
제1절 연구의 주요 결과 요약 1. 선박연료 공급업의 현황 분석 1. 선박연료에 대한 규제와 대응 방향 1. 선박연료에 대한 규제와 대응 방향 1. 친환경 선박연료 공급을 위한 투자수요 추정 1. 친환경 선박연료 공급을 위한 금융지원 방안 1. 친환경 선박연료 공급을 위한 금융지원 방안 1. 전환경	175 176 177 178 179

표 차례

[표 2-1] 해운 제품별 국내소비현황	·· 16
[표 2-2] 국내 선박연료 정유사 판매가격 추이	·· 17
[표 2-3] 국제 지역별 원유가격	·· 18
[표 2-4] 벙커 C유 국제벙커링 ····································	·· 19
[표 2-5] 싱가포르 항만 연도별 벙커링 공급 현황	21
[표 2-6] 싱가포르 선박연료공급업 관리 체계('23년 8월 기준)	22
[표 2-7] 싱가포르 선박연료공급업 현황 ('23년 기준)	23
[표 2-8] 싱가포르 선박연료 공급선 총톤수별 현황 ('23년 8월 기준)	25
[표 2-9] 싱가포르 선박연료 공급선 선령별 현황 ('23년 8월 기준)	25
[표 2-10] 선박연료유 유통 구조	27
[표 2-11] 국내 선박연료 유통 구조별 장·단점······	29
[표 2-12] 선박연료공급선 지역적 분포	34
[표 2-13] 해운법 시행규칙에 따라 정하는 내항해운에 관한 고시	35
[표 2-14] 선박연료공급선 선령별 현황	36
[표 2-15] 선박연료공급업 사업체 등록 현황(2022.12. 기준)	
[표 2-16] 주요 4개 항만 선박연료공급업 조직규모	
[표 2-17] 주요 4개 항만 평균 선박연료공급업 업력 비율 (%)	40
[표 2-18] 주요 4개 항만 평균 선박연료공급업 조직 형태 비율 (%)	40
[표 2-19] 주요 4개 항만 평균 선박연료공급업 사업 규모 비율 (%)	·· 41
[표 2-20] 주요 4개 항만(부산항, 여수·광양항, 울산항, 인천항) 평균 ············	·· 41
[표 2-21] 주요 4개 항만 재무상태 현황	. 42
[표 2-22] 주요 4개 항만 선박연료공급업 금융재원 조달 경로(%)	. 42
[표 2-23] 주요 4개 항만 금융 재원 조달 금액 (%)	
[표 2-24] 주요 4개 항만 금융 재원 조달 대출 금리(%)	43
[표 2-25] 항만운송관련사업 등록기준	. 44
[표 3-1] MARPOL 부속서별 규제대상 물질 ······	58
[표 3-2] MARPOL 부속서 VI 규제대상 물질 ······	58
[표 3-3] 질소산화물 규제	59
[표 3-4] Fit for 55 정책 주요 내용 요약 ······	73
[표 3-5] EEXI, CII, EU ETS 및 FuelEU Maritime 비교 ·········	76

[표 3-6] 선박 에너지 효율 개선 기술	83
[표 3-7] 우리나라 선박입출항 현황	90
[표 3-8] 시나리오 설정	91
[표 3-9] 선박연료별 기술적인 특성	101
[표 3-10] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Clarkson 2030 전망치 기준)	102
[표 3-11] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Clarkson 2040 전망치 기준)	102
[표 3-12] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Clarkson 2050 전망치 기준)	102
[표 3-13] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Clarkson Base case 기준)·	103
[표 3-14] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Mackinsey 2030 전망치 기준	<u>두</u>) ··· 104
[표 3-15] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Mackinsey 2040 전망치 기준	<u>두</u>) ··· 104
[표 3-16] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Mackinsey 2050 전망치 기준	<u>두</u>) ··· 104
[표 3-17] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Mackinsey Base case 기준) ···· 105
[표 3-18] 선박연료 에너지원별 규모 추정(DNV 2030 전망치 기준, 톤)	105
[표 3-19] 선박연료 에너지원별 규모 추정(DNV 2040 전망치 기준, 톤)	106
[표 3-20] 선박연료 에너지원별 규모 추정(DNV 2050 전망치 기준, 톤)	106
[표 3-21] 선박연료 에너지원별 규모 추정(DNV Base case 기준) ········	106
[표 3-22] 선박연료 에너지원별 규모 추정(IEA 2030 전망치 기준, 톤)··	107
[표 3-23] 선박연료 에너지원별 규모 추정(IEA 2040 전망치 기준, 톤)··	107
[표 3-24] 선박연료 에너지원별 규모 추정(IEA 2050 전망치 기준, 톤)··	108
[표 3-25] 선박연료 에너지원별 규모 추정(IEA Base case 기준) ··········	
[표 3-26] 선박연료 에너지원별 규모 종합 추정(톤)	109
[표 3-27] 선박연료 에너지원별 규모 추정(전문가집단 2030 전망치 기준	·) ···· 110
[표 3-28] 선박연료 에너지원별 규모 추정(전문가집단 2040 전망치 기준	.) 110
[표 3-29] 선박연료 에너지원별 규모 추정(전문가집단 2050 전망치 기준	.) 111
[표 3-30] 선박연료 에너지원별 규모 종합 추정(전문가집단 전망치 기준)	111
[표 4-1] 국내 선박연료 수요 추정치 - Case A ······	117
[표 4-2] 국내 선박연료 수요 추정치 - Case B ······	118
[표 4-3] 국내 선박연료 수요 추정치 - Case C ······	
[표 4-4] 한국과 싱가포르의 급유선대 생산성 비교	119
[표 4-5] 기준선형과 기준선가	
[표 5-1] 운영주체와 지원분야	158
[표 5-2] 금융지원방식	160
[표 5-3] 금융지원방식에 대한 AHP설문 결과 ······	163

그림 차례

[그림	1-1] 연구의 흐름	7
[그림	2-1] 총톤수 5,000톤 이상 선박의 유종별 연료 소모량 추이	13
[그림	2-2] 총톤수 5,000톤 이상 선박의 일부 유종별 연료 소모량 추이	14
[그림	2-3] 총톤수 5,000톤 이상 선박의 일부 유종별 연료 소모량 추이	14
[그림	2-4] 선종별 연료 소모량 (2022)	15
[그림	2-5] 울산항 컨테이너선 STS방식 메탄올 연료 공급 ·····	46
[그림	2-6] 친환경 연료 벙커링 권역별 인프라 조성	52
[그림	3-1] 황산화물 규제 연혁	60
[그림	3-2] 벙커유 황 함유량 상한선	61
[그림	3-3] IMO 지정 ECA현황 ······	62
[그림	3-4] 황산화물 배출규제 대응방안별 장단점	62
[그림	3-5] 선박을 통한 이산화배출량	64
[그림	3-6] 산업별 이산화배출량 추이(1970-2020)	64
[그림	3-7] 운송수단별 이산화배출량	65
[그림	3-8] IMO GHG 감축 목표 ·····	66
[그림	3-9] IMO 온실가스 규제	67
[그림	3-10] EEXI 규제 주요 내용	69
[그림	3-11] 선종별 EEXI 규제 대상 ·······	69
[그림	3-12] CII 규제 절차 ·····	70
[그림	3-13] CII 규제 진행 ·····	71
[그림	3-14] 선종별 CII 등급 평가	72
[그림	3-15] 해운 탈탄소화 해결방안 및 온실가스 감축 잠재력	77
[그림	3-16] 신조선 발주량 중 LNG추진선의 비중 ······	78
[그림	3-17] 선종별 평균선박 운항 속력 추이	79
[그림	3-18] 탱커 및 벌크선의 신조 및 중고선 선속 차이	80
[그림	3-19] 선대증가율 및 선박 탄소배출량 추이	81
[그림	3-20] 국적선사 EEXI 및 CII 규제 영향	84
[그림	3-21] 국적선사별 Eco-선복량 비중(HMM-팬오션-대한해운)	85
[그림	3-22] 세계 선박 연료에너지 소모량 및 선박 연료에너지별 소모량 비중	86

[그림 3-23] 국내 연료유 공급량(M/T) ······	87
[그림 3-24] 국적 선사 연료사용량 변화	88
[그림 3-25] 우리나라 인구구조 전망	88
[그림 3-26] 우리나라 GDP 전망······	89
[그림 3-27] 국내 선박연료 시장 규모 추정	92
[그림 3-28] 미래 선박연료 에너지원별 비중 전망(Clarkson) ·······	93
[그림 3-29] 미래 선박연료 에너지원별 비중 전망(Mackinsey)	94
[그림 3-30] 미래 선박연료 에너지원별 비중 전망(DNV)····································	95
[그림 3-31] 미래 선박연료 에너지원별 비중 전망(IEA) ······	96
[그림 3-32] 미래 선박연료 에너지원별 비중 전망 종합	97
[그림 3-33] 전문가 서면 설문 대상자 구분	98
[그림 3-34] 미래 연료 에너지 구성비에 대한 전문가 설문결과	99
[그림 3-35] IMO Net zero 목표 달성가능성에 대한 전문가 설문결과(%) 100
[그림 4-1] 투자수요 추정의 절차	116
[그림 4-2] Bunker Oil의 수요 추정 ·····	121
[그림 4-3] 선령 30년 제한시 현존 급유선 척수와 톤수 변화	122
[그림 4-4] 선령 35년 제한시 현존 급유선 척수와 톤수 변화	123
[그림 4-5] 선령 35년 제한시 Bunker Oil 수급격차 전망 ·····	124
[그림 4-6] Oil Bunker 소요 선복량 ·····	125
[그림 4-7] Oil Bunker 소요 척수(8K 기준) ·····	126
[그림 4-8] Bunker LNG의 수요 추정 ·····	128
[그림 4-9] Bunker LNG의 수급격차 전망 ·····	130
[그림 4-10] LNG Bunker 소요 선복량 ·····	131
[그림 4-11] LNG Bunker 소요 척수(7.5Kcbm 기준) ······	132
[그림 4-12] Bunker 메탄올의 수요 추정 ······	134
[그림 4-13] 메탄올 Bunker 소요 선복량 ······	135
[그림 4-14] 메탄올 Bunker 소요 척수(8Kdwt 기준)······	136
[그림 4-15] Bunker 암모니아의 수요 추정	138
[그림 4-16] 암모니아 Bunker 소요 선복량 ·····	139
[그림 4-17] 암모니아 Bunker 소요 척수(3.5Kcbm 기준)·····	
[그림 4-18] Bunker 수소의 수요 추정 ·····	
[그림 4-19] 수소 Bunker 소요 선복량 ·····	143
[그림 4-20] 수소 Bunker 소요 척수(7.5Kcbm 기준) ······	144

[그림	4-21] 국내 선박연료 믹스 전망 - C case14	46
[그림	4-22] 국내 선박연료 수급격차 전망	17
[그림	4-23] 선박연료 공급선의 소요 선복량	48
[그림	4-24] 선박연료 공급선의 소요 척수	48
[그림	4-25] 선박연료 공급선의 시기별 투입 척수	50
[그림	4-26] 선박연료 공급선에 대한 시기별 투자 금액 15	50
[그림	5-1] 부산항 등록 급유선사 현황	34
[그림	5-2] Baltic 운임지수 추이 ······16	37

KOREA MARITIME & OCEAN UNIVERSITY

CHAPTER

서론

제1절 연구의 배경과 목적 제2절 연구의 방법 제3절 연구의 구성

제1장

서론







제1절 연구의 배경과 목적

Ⅰ. 연구의 배경

- 국내 주요 항만의 선박연료 공급업계는 305개의 기업으로 구성되어 있으며, 이 중 약 80%인 246개사가 종업원 10인 미만의 영세업자임. 특히, 국내 급유선 371척 중 1천톤이상의 대형선은 8척(2%)에 불과 하고 249척(67%)이 선령20년 이상의 노후선박임.
- O IMO의 환경규제 강화로 인해 선박의 연료 자체가 LNG, 메탄올 등으로 바뀌어 가는 상황은 선박연료 공급업계의 패러다임 자체를 변화시키는 요인이지만, 영세업자 중심의 현재 업계의 대응은 한계적인 상황임.
- 이처럼 선박의 연료 자체가 변화하는 것은 기존의 선박연료 공급업에 근본적인 변화를 야기하고, 지금은 새로운 선박연료의 공급체계에 대한 투자가 필요한 시점으로 판단됨.
- O 2023년 11월, 해양수산부를 중심으로 정부에서는 항만의 경쟁력 유지를 위해 친환경 선박연료 공급망 구축방안을 발표함.
- 정부는 친환경 선박연료의 공급 확대, 친환경 컨테이너 선박 입항 확대, 벙커링용 항만 저장능력확보를 목표로, 친환경 선박연료 시장 창출,

제1장 서론 3

친환경 선박연료 공급망 구축, 민간투자 유도, 산업기반 강화를 위한 제도 개선 등의 과제를 제시함.

II. 연구의 필요성과 목적

- 국제적 환경규제의 강화에 따라, 선박연료 공급업계는 현재 진행 중인 선박연료의 변화에 대한 대응하지 않을 수 없음. 다만, 현 국내 선박급유 업계는 영세한 기업과 노후화된 소형선박으로 구성되어 자생적으로 변화에 대응하기 곤란한 실정임.
- 따라서, 향후에도 국내 항만의 국제적 경쟁력을 확보, 유지하기 위해서는, 국내의 주요 항만에서 친환경 연료의 원활한 공급체계를 구축하는 정책이 필수 불가결함.
- 2023년 한국해양진흥공사법의 개정으로 공사가 선박연료 공급업에 대한 지원이 가능해진 시점에서, 국내 선박연료 공급업의 친환경화를 통한 국제경쟁력 강화를 위해, 본 연구에서는 금융지원 방안을 탐색하고 정책적 시사점을 도출하는 것을 목표로 함.
- 선박연료 공급업에 대한 정책연구가 매우 부족한 상황에서 이와 같은 정책지원방안 도출을 위해서는, 국내 선박연료 공급업에 대한 기초 조사와 더불어, 국제적 선박연료 규제와 해운업계의 동향 등 폭넓은 조사를 통한 친환경 투자수요를 추정할 필요가 있음.
- 즉, 본 연구에서는 국내 선박연료 공급업의 친환경 투자수요를 추정하고, 이를 바탕으로 선박연료 공급업에 대한 정책적 금융지원방안을 도출 하는 것에 초점을 두고 연구를 진행함.

제2절 연구의 방법

○ 본 연구의 원활한 수행을 위해 크게 통계 및 문헌조사, 국내외 사례조사, 전문가 인터뷰 및 설문조사 등 세가지 방법을 활용함.

1. 통계 및 문헌조사

- 통계: 해양수산통계연보, 등록선박통계, 운수업통계, 부산항 해운항만 산업 실태조사, 항만운송관련산업 실태조사, LNG벙커링 시장 동향 등 가용할 수 있는 모든 통계를 활용.
- 문헌: 국가물류 기본계획(정부), 해양수산 미래전략 수립연구(해양수산부), 선박관리산업 육성 기본계획(해양수산부), 부산시 해양산업육성 종합계획, 국제해사기구의 환경규제 관련 연구, 항만안전관련 연구 등 광범위한 문헌을 참고.

2. 국내외 사례조사

- 국내사례 : 친환경 선박전환 지원사업, 특정목적시설투자에 대한 조세 지원사업, 기회발전특구(ODZ) 등 관련 사례 조사.
- 국외사례 : EU, 싱가포르, 일본의 유사정책사례를 조사.

3. 인터뷰 및 설문조사

O 인터뷰: 한국급유선선주협회, 한국LNG벙커링산업협회 등 선박연료 공급업과 관련된 주요 기관 및 기업 방문.

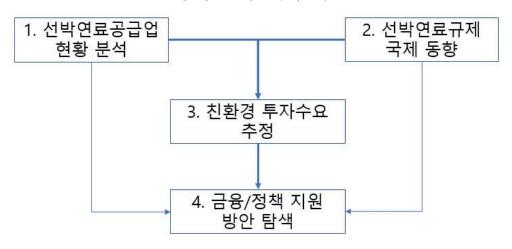
제1장 서론 5

- O 해양금융전문가포럼에서 주제 발표 및 의견 수렴 진행.
- 설문조사: AHP 기법을 활용하여 국내 전문가 40명을 대상으로 조사를 진행, 선사, 선박연료 공급사, 기술집단, 학연 및 정책기관 등 4개의 집단으로 분류하여 분석하고 연구에 반영.

제3절 연구의 구성

- 본 연구는 서론에 이어 2장. 선박연료공급업의 현황 분석, 3장. 선박연료에 대한 규제와 대응 방향, 4장. 친환경 선박연료 공급을 위한 투자수요 추정, 5장. 금융지원방안, 6장. 결론으로 구성됨.
- 제2장에서는, 선박용 연료공급시장의 개요, 국내 선박연료 공급의 현황과 선박연료 관련 정책에 대해서 기술함.
- 제3장에서는, 선박연료에 대한 규제와 국내외 동향 분석과 미래 친환경 선박 연료원에 대한 전망을 통해 국내 선박연료 시장의 수요를 추정 함.
- 제4장에서는, 투자수요 추정의 방법과 전제를 기반으로, 현존 급유선의 친환경화 수요 및 친환경 연료 공급선에 대한 투자수요를 추정하고, 향후 연료공급선 투자의 로드맵을 도출함.
- 제5장에서는, 금융지원의 필요성과 지원의 대상 및 지원 방식을 논하고, 관련기관 간 협업 방안을 도출함.
- O 제6장에서는, 연구의 결과를 요약하고, 정책적 시사점을 제시함.

[그림 1-1] 연구의 흐름



• KOREA MARITIME & OCEAN UNIVERSITY

CHAPTER

\prod

선박연료공급업 현황 분석

제1절 선박용 연료공급시장 개요 제2절 국내 선박연료공급 현황 제3절 선박연료공급 정책

제2장

선박연료공급업 현황 분석







제1절 선박용 연료공급시장 개요

- I. 선박용 연료유 시장
- 1. 세계 선박 연료 사용 현황
- □ 선박 연료유 기본 현황
 - O MARPOL 73/38협약에서 선박연료유는 증류유나 잔사유를 포함하여 선박 추진이나 운항을 위한 연소 목적으로 이송되거나 의도되는 모든 연료를 의미함¹⁾
 - O 선박용 연료유는 HFO(Heavy Fuel oil), IFO(Intermediate Fuel Oil) 등의 중유와 MGO(Marine Gas Oil), MDO(Marine Diesel Oil) 등의 경유로 구분되며, 대형선박은 주로 Bunker-C와 같은 중유, 연안선박이나 대형선박의 보조기계에서는 경유 등을 사용하는 경우가 많음

¹⁾ MARPOL 2021 Amendment (76th) / ANNEX I / Reg. 1

O IMO 2020 황산화물 규제 이후에는 황 함유량이 낮은 저유황유를 사용하는 등의 대안적 방안이 검토됨에 따라 중유 중 저유황유의 소모량이 증가하고 있으며, LNG 및 바이오 에탄올 등의 대체에너지의 사용량도 서서히 증가하고 있음

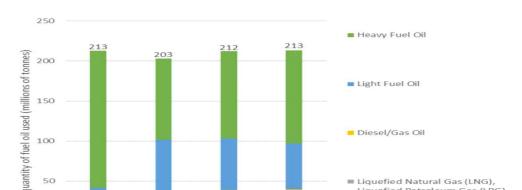
□ 세계 선박연료소모량

- O IMO는 '19년 1월 1일부터 MARPOL Annex VI2'에 따라 총톤수 5,000톤 이상 선박에 대하여 연간 선박 연료 소모량, 항주거리, 항해 시간, 에너지 효율 지수와 선박 제원 등을 기국에 제출하고, 기국은 다시 해당 데이터를 IMO에 제출토록 하여 탄소집약도지수(CII, Carbon Intensity Indicator)를 관리토록 하고 있어 해당 데이터를 기반으로 세계 연료 사용 수준을 고려함3)
- 상기 내용에 따라 '22년 기준으로 선박 연료유 사용량을 제출한 선박은 총 28,834척 (총톤수 기준 12억 8천9백만톤)으로 전체 대상 추정 선박 33,991척의 84.8% 수준
- O IMO에 보고된 자료에 의하면 '22년 한 해 사용된 연료는 약 2억 1,300만톤 이었으며, 연료유 구성은 Heavy Fuel Oil⁴⁾, Light Fuel Oil 및 Diesel/Gas Oil 등의 고전적 선박 연료유가 대부분(94.65%)을 차지하고 있음
- 세계 선대 확장에도 불구하고 선박 연료 소모량의 큰 변동이 없는 것은 규제 추세와 해운 경쟁력확보를 위한 저속운항등이 보편화되며, 선속이 감소하는 요인과 선형 등의 선박 효율화 달성이 한 원인이 될 수 있음

²⁾ MARPOL 2021 Amendment (76th) / ANNEX VI / Reg. 27

³⁾ MEPC 81차 회의에서 CII 계산시 허용값(기준값)에 DWT를 적용토록 하는 오류 개정 제안을 사무국이 인정하여 정정문서를 발행

⁴⁾ 보고된 자료 중 일부에서 LSFO 등의 연료유가 Other로 분류되었으나, HFO로 재정정하였음



Liquefied Natural Gas (LNG). Liquefied Petroleum Gas (LPG) -Propane/Butane, Methanol. Ethanol and reporting under Other category (see Figure 3)

[그림 2-1] 총톤수 5,000톤 이상 선박의 유종별 연료 소모량 추이 (2019-2022)

출처: MEPC-81/6

50

□ 친환경 대체 연료 현황

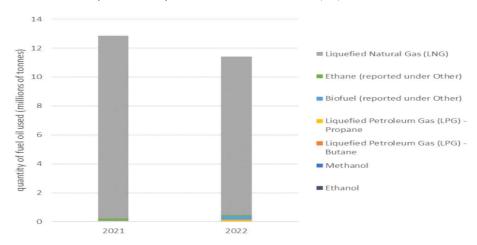
2019

O LNG와 같은 대체 에너지의 '22년 사용량은 1.095만톤 수준으로 '21년 1.262만톤보다 줄어들었으나. 대체에너지 중 LNG의 비중은 여전히 가장 높음

2022

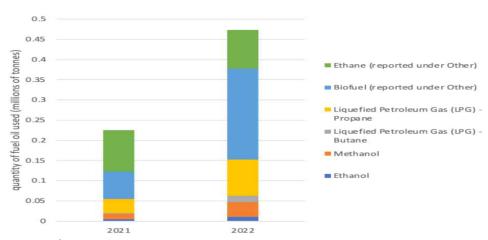
- 대체에너지 중 LPG, 메탄올 등은 다소 증가하는 추세를 보였으며, 선박에 즉시적으로 적용 가능한 바이오 연료 사용량은 비교적 증가함
 - 바이오 연료의 경우 25% 이상의 혼합유는 케미컬 운송선으로 규정되고 있으나, 국제적 동향을 고려하여 30%까지 일반급유선 운송이 가능 하도록 방안이 MEPC 81차에서 제안되어 IMO의 PPR(Sub-committee on Pollution and Prevention and Response) 하부 작업반인 ESPH (Evaluation of Safety and Pollution Hazrds of chemicas)에서 논의 예정되어 있는 등 즉시적인 친환경에너지원으로 평가
- O LNG와 바이오 연료 이외의 '21년 대비 2배이상 증가한 친환경 연료는 LPG와 메탄올 등으로 중·단기적으로 해당 연료는 꾸준한 수요가 있을 것으로 예상됨

[그림 2-2] 총톤수 5,000톤 이상 선박의 일부 유종별(LNG, Ethane, Biofuel, LPG, Methanol, Ethanol) 연료 소모량 추이 (2021-2022)



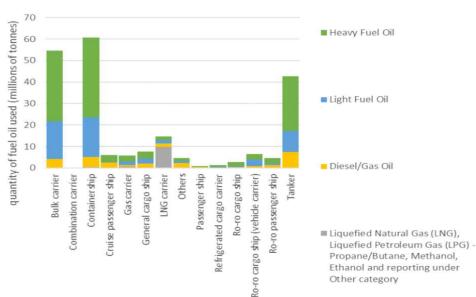
출처: MEPC-81/6

[그림 2-3] 총톤수 5,000톤 이상 선박의 일부 유종별(Ethane, Biofuel, LPG, Methanol, Ethanol) 연료 소모량 추이 (2021-2022)



출처: MEPC-81/6

- □ 선종별 연료 소모량 현황
- O 선종별 연료 소모량의 대부분은 벌크선과 컨테이너, 탱커가 대부분을 차지함
- O '22년 기준으로 모든 선종에서 여전히 기존의 탄소배출 연료유 사용이 대부분으로 비교적 친환경으로 분류되는 에너지 사용은 극히 미미하며, 탄소저감을 위한 중간단계 에너지원으로 평가받는 LNG만 LNG운송선 에서 사용률이 높은 상황임
- O 메탄올 사용의 대부분은 Tanker에서 이루어지고 있으며, 특히 2만 DWT 이상에서 모두 소비되고 있음



[그림 2-4] 선종별 연료 소모량 (2022)

출처: MEPC-81/6

2. 국내 선박 연료 사용 현황

- □ 국내 선박연료 사용 현황
 - 국내 해운산업에 소비되는 주요 연료현황의 경우에도 벙커C유와 경질 중유가 전체의 69.6%를 차지하며, 그 외 경유가 30%를 차지하고 있음
 - 상대적으로 벙커C유의 사용량은 감소하거나 정체되어 있으나, 「항만 지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」5) 제정의 영향 등으로 배출규제 해역이 시행됨에 따라 경유의 사용량은 증가하고 있음

[표 2-1] 해운 제품별 국내소비현황

단위: 천 Bbl

연도	휘발유	등유	경유	<i>පිමු</i> ිදි	중유	벙커C유	용제	LPG	부생연료유	합계
2018	67	2	2,647	952	204	16,600	0.02	10	25	20,507
2019	24	0.47	3,448	950	115	12,534	0.03	10	38	17,119
2020	0.65	0.91	4,512	707	42	14,812	0.03	10	40	20,124
2021	0.17	0	5,558	608	16	14,440	0.02	10	30	20,662
2022	0.15	0	7,096	485	21	15,965	0.02	10	28	23,605

출처: 한국석유공사(Petronet.co.kr)

- 국내 선박연료유를 생산하는 정유사는 GS칼텍스, HD 현대, SK 이노베이션, S-OIL 등의 4개 기업 존재
- 국내에서 판매되는 선박용경유와 벙커C유의 최근 6년간 추이를 보면

⁵⁾ 정부는 '19년 3월 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」을 제정하여 배출규제해역에서 선박이 준수하여야 하는 선박연료유황함유량 규정을 요구함. 이에 따라 '20년 9월 1일부터 강화된 황함유량 기준을 시행함

국제유가의 상승에 따라 '22년큰 폭으로 상승한 후 최근 다시 조정받고 있음

- O 국내 LNG 연료의 경우 한국가스공사에서 100% 출자한 한국엘엔지 벙커링 주식회사에서 공급하고 있으며, '23년에는 LNG벙커링 전용 선박인 'Blue Whale'이 건조되어 '23년 10월 SIMOPS LNG 벙커링 등을 수행한 바 있음
- 메탄올의 경우에는 '24년 케미컬 운송선인 골든써니하나호가 울산항에서 신조선에 STS 방식을 이용하여 3천톤을 공급한 바 있음⁶⁾

[표 2-2] 국내 선박연료 정유사 판매가격 추이

단위: 원/L

연도	선박용경유	벙커C유
2018	1,260.69	658.87
2019	1,199.91	678.23
2020	1,040.15	518.28
2021	1,205.53	688.66
2022	1,606.51	1,006.51
2023	1,374.53	886.29

출처: 한국석유공사(Petronet.co.kr)

⁶⁾ 곽용신, "하나마린, 메탄올 STS 벙커링 성공", 한국해운신문, 24.02.08., "http://www.maritimepress.co.kr/news/articleView.html?idxno=319229"

[표 2-3] 국제 지역별 원유가격

단위 : \$/Bbl

연도	Dubai	Brent	WTI	Oman
2018	69.66	71.69	64.9	69.98
2019	63.53	64.16	57.04	63.91
2020	42.29	43.21	39.34	42.51
2021	69.41	70.95	68.11	69.5
2022	96.41	99.04	94.33	96.54
2023	82.1	82.17	77.6	82.16

출처: 한국석유공사(Petronet.co.kr)

□ 국내 국제벙커링 현황

- 국내에서 외항선을 대상으로 하는 국제벙커링을 기준으로 경유는 국내 소비와 동일하게 증가하고 있음 해마다 물량이 증가하고 있음
- O 벙커C의 경우도 벙커링 물량이 '19년에는 감소하였으나, '20년부터는 증가
- O IMO 2020 황산화물 규제만족을 위한 저유황유의 선적량이 증가함에 따라 국내 정유사들의 저유황유 생산이 확대되며 수요에 즉각적 반응을 유도한 측면으로 추정
- '20년 이후 아시아권의 대표적 벙커링 항만인 싱가포르의 공급량이 큰 변화가 없음을 비교한다면, 상대적으로 우리나라의 국제 벙커링의 증가는 규제 변화에 따른 대응 수준에 따라 선박연료 공급시장에서 경쟁력을 가질 수 있음을 추정할 수 있음

[표 2-4] 벙커 C유 국제벙커링

단위 : 천 Bbl, \$

		경유			벙커A 벙커C			벙커C		
	물량	금액	단가	물량	금액	단가	물량	금액	단가	
2018	5,550	492,337	88.71	61.77	5,015	81.19	38,899	2,692,529	69.22	
2019	6,737	549,150	81.52	27.04	2,110	78.03	33,149	2,260,138	68.18	
2020	6,715	340,236	50.67	4.55	226	49.71	41,094	2,102,181	51.16	
2021	8,435	681,720	80.82	1.26	84.52	66.92	43,807	3,386,783	77.31	
2022	9,672	1,315,385	136	1.85	336	182	47,296	5,167,766	109	

출처: 한국석유공사(Petronet.co.kr)

3. 주요 연료 공급 항만

□ 싱가포르항

- 싱가포르 항만은 세계에서 가장 큰 선박급유 시장을 가지고 있는 항만 으로 우리나라를 비롯한 아시아 권역의 선박급유 시장에서도 큰 영향력을 보유함
- 싱가포르항만의 선박 급유공급량은 '17년 이후부터는 큰 폭의 증가 없이 유지 중임
- O '23년을 기준으로 하여 싱가포르항만에서는 선박 연료를 총 5,182만 돈을 공급하였으며, 특히 환경규제에 따라서 LNG 및 Bio-blended LSFO의 경우 '21년 이후 지속적으로 확대 공급되고 있는 상황임.
- O '23년부터는 메탄올과 Bio-blended MFO 연료 공급을 시작하여 친환경 분야에 대한 항만 내 선박연료 공급 다변화됨
- 국내 선박연료공급업을 담당하는 주요 기업과 다르게 싱가포르 항만에서 선박연료 공급을 담당하는 기업은 대부분 대기업으로 '23년 기준총 41개 회사이며, 선박연료공급을 하기 위해서는 MPA로부터 면허허가를 득해야 하는 규제 강화 상황에 따라 등록 기업은 상대적으로 감소추세임
 - 선박연료 공급기업 추이: '11년 77개 → '15년 60개 → '23년 41개
 - 싱가포르항만의 경우 선박연료공급와 관련한 분쟁이 매우 심각한 문제로 이를 해결하기 위해서 신고제 대신 허가제를 통해 과감한 규제 시행 중

[표 2-5] 싱가포르 항만 연도별 벙커링 공급 현황

단위 : 천톤

Year	Total	MDO	MGO	LSMGO	MFO	Bio- blended MFO	LSFO	Bio- blended LSFO	ULSFO	LNG	Methanol
2013	42,682.2	2.0	1,182.9	190.9	40,748.4	0.0	557.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	42,416.8	1.9	1,022.3	287.9	40,685.5	0.0	419.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2015	45,155.5	1.5	936.2	784.6	43,409.0	0.0	24.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2016	48,614.5	0.5	853.4	1,136.7	46,496.2	0.0	127.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2017	50,637.2	0.1	736.1	1,285.1	48,469.5	0.0	145.7	0.0	0.0	0.8	0.0
2018	49,798.8	0.0	746.8	1,539.0	47,181.0	0.0	332.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2019	47,464.4	0.8	792.0	3,089.9	38,101.7	0.0	5,479.1	0.0	0.0	0.9	0.0
2020	49,833.1	0.2	633.0	4,062.2	10,653.3	0.0	34,083.7	0.0	400.8	0.0	0.0
2021	50,040.0	0.0	360.3	3,722.0	13,034.9	0.0	32,871.6	2.0	0.0	49.2	0.0
2022	47,896.7	0.0	140.5	3,612.6	13,992.1	0.0	29,995.0	140.2	0.0	16.3	0.0
2023	51,824.0	0.0	223.5	3,547.5	16,716.7	5.6	30,701.4	518.0	0.0	110.9	0.3

출처 : MPA

○ 싱가포르의 경우 "Gate system"을 통해 입출항 과도한 선령을 가지고 있는 선박연료 공급선을 600DWT를 기준으로 입출항을 제한하고 있으며, 질량유량계 사용 의무화 등을 통해 선박연료공급 분쟁 소지 방지를 위한 대응체계 구성

[표 2-6] 싱가포르 선박연료공급업 관리 체계('23년 8월 기준)

구분	내용						
	· 선박연료공급업 : 면허제 · 선박연료공급량 측량 기업 : 면허제 · 급유선 : 등록제						
선박연료공급업	구분 요건						
전력진 요중 급급 진입 규제	600 dwt 이하 선령 5년 미만 ('11.11 이후) 선령 30년 이상 운항 불가능('14.01 이후)	_					
	선령 10년 미만 ('12.01. 이후) 600 dwt 초과 선령 30년 이상 운항 불가능 ('14.01 이후) MARPOL 요구사항 준수	_					
급유 장비	질량유량계 사용 의무화 (카푸치노 효과 ⁷⁾ 등 방지)						
표준	■ 선박급유량 측정 표준(SS648) : 질량유량측정 원칙, 요구사항, 측정 절차 등 ■ 연료 공급망 품질 관리 표준(SS524) : 연료 조달부터 공급까지 전체 선박연료공급망 관리 체계 등 ■ 선박연료공급 업무 표준(SS600) : 선박연료공급 품질 및 수량 관리 방안, MFM 오류 시 지침 등						
부정행위 신고	메일, 전화로 선박연료공급 관련 부정행위 신고 접수						

출처: MPA, 항만연관산업 고도화 방안 연구 (KMI, 2023)

○ 특히, 바이오 연료 등을 취급하는 기업은 총 14개 기업으로 '22년 10개 회사에서 약 40% 증가하며, 친환경 연료 공급 확대 기조를 이어나가고 있으며, 싱가포르 항만 내에서 바이오연료 공급에 관한 주요 공급 조건 등을 지정하여 운영하고 있음

⁷⁾ 연료유 공급 시 연료유 공급자가 의도적으로 연료유에 공기를 주입함으로써 부피를 팽창시키는 방법으로 선박연료유 관련 분쟁의 주요 원인 중 하나임

[표 2-7] 싱가포르 선박연료공급업 현황 ('23년 기준)

순번	회사명	바이오 연료 공급 여부
1	EQUATORIAL MARINE FUEL MANAGEMENT SERVICES PTE LTD	
2	TFG MARINE PTE LTD	0
3	SINOPEC FUEL OIL (SINGAPORE) PTE. LTD.	
4	PETROCHINA INTERNATIONAL (S) PTE LTD	0
5	VITOL BUNKERS (S) PTE. LTD.	0
6	CHEVRON SINGAPORE PTE LTD	0
7	BP SINGAPORE PTE. LIMITED	0
8	GLOBAL ENERGY TRADING PTE LTD	0
9	SHELL EASTERN TRADING (PTE) LTD	0
10	ENG HUA COMPANY (PTE) LTD	
11	GLENCORE SINGAPORE PTE.LTD.	
12	MINERVA BUNKERING PTE LTD	0
13	MAERSK OIL TRADING SINGAPORE PTE LTD	0
14	EXXONMOBIL ASIA PACIFIC PTE LTD	0
15	SENTEK MARINE & TRADING PTE LTD	
16	MARUBENI INT'L PETROLEUM (S) PTE LTD	
17	GOLDEN ISLAND DIESEL OIL TRADING PTE LTD	0
18	SINGAMAS PETROLEUM TRADING PTE LTD	
19	BUNKER HOUSE PETROLEUM PTE LTD	0
20	CATHAY MARINE FUEL OIL TRADING PTE LTD	
21	HONG LAM FUELS PTE LTD	
22	SK ENERGY INTERNATIONAL PTE LTD	
23	CONSORT BUNKERS PTE LTD	
24	TOTALENERGIES MARINE FUELS PTE LTD	0
25	KENOIL MARINE SERVICES PTE LTD	0
26	PEGASUS MARITIME (S) PTE LTD	
27	PALMSTONE TANKERS & TRADING PTE LTD	
28	GLOBAL MARINE TRANSPORTATION PTE LTD	

순번	회사명	바이오 연료 공급 여부
29	TRITON BUNKERING SERVICES PTE LTD	
30	SIRIUS MARINE PTE LTD	
31	CENTRAL STAR MARINE SUPPLIES PTE LTD	
32	GRANDEUR TRADING & SERVICES PTE LTD	
33	CNC PETROLEUM PTE LTD	
34	IMPEX MARINE (S) PTE LTD	
35	HAI YIN MARINE PTE LTD	
36	FRATELLI COSULICH BUNKERS (S) PTE LTD	
37	VICTORY PTE LTD	
38	EASTPOINT INTERNATIONAL MARKETING PTE LTD	
39	HAI FU MARINE SERVICES PTE LTD	
40	BUNKER B PTE LTD	
41	SHELL SINGAPORE PTE. LTD.	
합계	41	14

출처 : MPA

- 싱가포르 선박연료공급선은 국내 선박연료공급선과 다르게 비교적 대형선박인 경우가 많아서 총톤수 1,000톤 미만의 비율은 전체의 약 20%에 불과하며, 2,000톤 이상의 선박이 전체의 약 67% 수준으로 최대 8,000톤급 선박도 보유 중임
- 싱가포르 선박연료공급선의 선령은 Gate system 운영에 따라 대부분이 20년 미만 선박이 전체의 약 92%, 10년 미만 선박은 약 17%로 우리 나라의 노후화된 선박연료공급선과 큰 차이를 보임

[표 2-8] 싱가포르 선박연료 공급선 총톤수별 현황 ('23년 8월 기준)

총톤수	척수	비율 (%)
500톤 미만	36	17.7
500톤 ~ 1,000톤 미만	7	3.4
1,000톤 ~ 1,500톤 미만	6	3.0
1,500톤 ~ 2,000톤 미만	20	9.9
2,000톤 ~ 2,500톤 미만	5	2.5
2,500톤 ~ 3,000톤 미만	44	21.7
3,000톤 ~ 3,500톤 미만	21	10.3
3,500톤 ~ 4,000톤 미만	19	9.4
4,000톤 ~ 4,500톤 미만	24	11.8
4,500톤 ~ 5,000톤 미만	7	3.4
5,000톤 이상	14	6.9
합계	203	100

출처 : MPA

[표 2-9] 싱가포르 선박연료 공급선 선령별 현황 ('23년 8월 기준)

총톤수	척수	비율 (%)
10년 미만	34	16.8
10년 ~ 20년 미만	155	76.4
20년 이상	14	6.9
 합계	203	100.0

출처 : MPA

Ⅱ. 국내 선박연료공급업 구조

1. 국내 선박연료공급업 유통

- □ 국내 선박연료공급업 유통 구조
 - 국내의 선박연료유 유통구조는 단계별 복잡한 유통 구조를 가지고 있음
 - O 국내의 선박연료유 주요 생산 업체로는 SK이노베이션, GS칼텍스, S-OIL, 현대오일뱅크가 있음
 - 생산된 선박연료의 유통은 내항선사 공급을 담당하는 해운조합, 어선 공급을 담당하는 수산업현동조합, 국제 및 국내 외항선에 공급하는 트레이더 및 브로커가 있으며, 개별 선박이 일반적으로 이용하는 해상 급유대리점이 있음
 - 트레이더는 단순 주선인 브로커와 다르게 물량을 직접 구매하여 판매하는 업체를 의미하는 것으로 싱가포르의 경우 트레이더를 활용함으로써 가격경쟁력에서 우위
 - 해상급유대리점은 「석유판매업 및 석유대체연료 사업법 시행령」에 의해 일반대리점 중 선박급유에 한정된 업무를 수행하는 대리점을 의미함
 - 일반적으로 해상급유대리점은 정유사와 직접 위탁 계약을 맺어 정유사의 주문을 수행하는 경우가 많음
 - 해상급유대리점은 자선을 이용해 직접 급유업에 참여하여 선박급유를 하는 경우도 있으나, 대부분 급유선 업체에 하청을 통하는 방식을 이용 하고 있으며, 이에 따라 운송비가 분배됨에 따라 급유선업체의 경영 압박 요인으로 작용

[표 2-10] 선박연료유 유통 구조

이해관계자	선사-정유사 직거래	선박대리점 경유	브로커 경유	트레이더 경유
구매자	선박회사	선박회사 →선박대리점	선박회사 →선박대리점	선박회사 →선박대리점
거래자			브로커	트레이더
공급자	정유사	정유사 또는 수입사	정유사 또는 수입사	정유사 또는 수입사
급유용역	해상급유 대리점, 급유업체	해상급유 대리점, 급유업체	수송 및 급유업체	수송 및 급유업체
급유 수혜	선박	선박	선박	선박

출처: 선박급유업 선진화 방안 연구(2017)

- □ 국내 선박연료유 유통 구조
 - 선박연료유 구매는 먼저, 해당 선박의 구매부서에서 해운 정보 및 시장 조사를 통해 선박연료유 가격 조사 등을 시행 후 정유사와 거래 계약을 체결하며, 국내의 경우 아래의 4가지 케이스로 구분 가능
 - (Case 1) "선박회사(선박대리점) → 정유사 → 지정 해상급유대리점
 (급유업 장비등록 및 내항화물운송선박 겪업) → 선박"
 - 가장 일반적인 형태로 전체 거래의 약 80%의 비중
 - 정유사가 지정한 해상급유대리점이 직접 수송 및 급유하거나 급유선 소유자에게 공급 의뢰하여 급유하는 형태
 - O (Case 2) "선박회사(선박대리점) → 정유사 → 지정 해상급유대리점 → 급유업체(급유업 장비등록 및 내항화물운송업 등록 / 용선형태) → 선박"

- 정유사 또는 지정 해상급유대리점이 독립된 별개의 급유업체에 운송을 의뢰하는 경우로 전체 거래의 약 15% 비중
- (Case 3) "선박회사(선박대리점) → 트레이더 또는 브로커 → 정유사 또는 수입사 → ① 지정 해상급유대리점(급유업 장비등록 및 내항화물 운송선박 겸업)) → 선박 or ② 지정 해상급유대리점 → 급유업체 (급유업 장비등록 및 내항화물운송업 등록 / 용선형태) → 선박"
 - 트레이더 또는 브로커를 거치는 단계적 구조
- O (Case 4) "선박회사 → 해운조합·수협 → 정유사(구매)+급유업체(수송/ 급유)) → 선박
 - 국내 여객선과 어선에 연료유를 공급하고자 하는 경우 해운조합 또는 수협에 의뢰하고 이들은 계약된 정유사에 공급 지시를 함으로써 공급 하는 형태
- 국내 유통구조에서 해상급유대리점은 거의 필수적으로 해상급유 대리점과 급유업체 간의 수직적 관계하에 계약 관계가 이루어지고 있음
- 다수의 급유업체가 한정된 물량을 대기함에 따라서 과당경쟁과 재용역 등으로 용역비가 낮아지는 문제가 발생하는 구조임
 - ☞ 과도한 경쟁 체제 감소를 급유대리점 등의 통폐합과 과도하게 노후된 급유선의 교체 및 장비개선이 시급하며 MPA와 같은 급유선 인증 방식 등 도입 필요
 (출처: 장진식, "[CEO의 삶과 꿈] 해상급유시스템 왜 문제인가", 부산일보, '17.07.20)

[표 2-11] 국내 선박연료 유통 구조별 장·단점

유 <u>통</u> 구조	장 점	단 점
Case 1	■ 전용선 활용 ■ 관용적 형태로써 급유 수행 용이	페이퍼 컴퍼니 형태의 해상급유 대리점 존재해상급유대리점의 우월적 지위
Case 2	■ 용선 형태(항차 운송) ■ 지입형태가 아니므로 선박에 대한 운영 권리	 해상급유대리점이 대부분의 물량 처리함으로 운영 곤란 영업력에 따른 수익구조
Case 3	 트레이더, 브로커가 급유업체 관여 글로벌 트레이더를 거침으로 보다 수월한 계약 가능 벙커링 가격 협상 용이 	중개 마진 높음단계 복잡
Case 4	해운조합 또는 수협주체가 됨으로 투명한 거래 가능중간 수수료 적음	 과세유 공급의 경우에는 시장 자율 가격결정력 저하

출처: 선박급유업 선진화 방안 연구(2017)

2. 국내·외 선박연료공급업 유통계약 체계

- □ 국내 유통계약 형태
 - O 외국적 선박 운송계약
 - 외국적 선박의 운송계약은 외국적 선박회사가 국내 선박대리점, 브로커, 정유사와 각각 계약을 체결하고 정유사는 계약된 지정 해상급유 대리점을 통해 대리점의 자사 등록 급유선이나 급유업체를 통한 운송 용역 수행

- 벙커링 가격은 외국적 선박회사와 정유사의 계약에서 결정되고 운송료는 판매자가 결정주체가 됨
- O 국적 선박 운송계약
 - 정유사, 해상급유대리점, 급유업체, 선박 순의 형태로 구성됨
 - 정유사는 계약 물량에 대해 월단위로 운송료 포함 용역비를 지정 해상 급유대리점에게 지급하고 해상급유대리점은 월단위로 급유선을 대여 한 자 또는 용선 급유선 선주에게 용선료 지급
 - 해운조합 및 수협은 조세특례제한법에 따라 면세유를 직접 또는 급유 업체를 통하여 급유

□ 싱가포르 유통계약 형태

- 싱가포르의 경우 트레이더의 활성화가 국내와 가장 큰 차이점으로 선박 회사 또는 선박회사 대리점이 선박연료유를 트레이더와 계약한 후 트레 이더의 선박을 이용해 연료 수급
- 특히, 싱가포르항은 심사를 통해 허가를 받아 선박연료공급업을 유지 할 수 있어 일정 수준 이상의 품질 관리가 이루어짐
- 트레이더의 경우 자사의 탱크 등을 이용하여 선박연료유를 저장함 으로써 시장 가격 변동에 따른 추가 수익을 달성할 수 있음에 따라 우리 나라의 용역 형태 선박연료 공급업 개념보다는 선박연료유를 화물 로써 접근하는 형태라고 할 수 있음

3. 국내 선박연료공급업 유통 문제점

□ 순회급유

- 국내 선박급유는 벙커링 대상 선박 1척에 대하여 선박연료공급선 1척이 연료를 공급하는 일대일(one by one)방식으로 다수의 선박에 대한 선박연료공급인 순회급유를 금지하고 있음
 - 싱가포르, 노르웨이, 덴마크 등에서는 순회공급 허용에 따라 대형 급유선 등의 운영 효율성 제고 가능함
- 순회급유 금지의 이유는 「교통·에너지·환경세법」,「개별소비세법」,「교육세법」,「부가가치세법」,「지방세법」 상 면세 대상인 외항선박 선박연료유 관리를 위함
- 그러나, 순회급유 금지에 따른 벙커링 효율성이 저하됨에 따라 정부는 선박연료 공급선박에 공급량 측정장비 및 증빙자료를 갖추도록 하여 정량공급제와 순회급유 허용 등을 추진하고 있는 상황임⁸⁾
- 순회급유가 향후 정책적으로 허용되더라도 국내 선박연료공급선의 규모는 순회급유를 허용하는 타 국가 대비 규모가 작아 순회급유의 효율성을 낮추고 있음
- 따라서, 향후 새로운 선박연료공급선 건조 지원을 위해서는 정책적 변화와 함께 기존과 다르게 선박연료공급선의 규모를 일정 정도 이상 으로 건조될 수 있도록 유도가 필요함

⁸⁾ 박찬, "'면세유 불법유통 차단'…해수부, 선박 연료 정량공급 도입 추진", 2023.12.12., https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7839611

- □ 수직적 경쟁 심화 구조
 - 국내 선박연료공급업은 4대 주요 정유사의 위탁을 받은 해상급유 대리점이 물량을 자선의 선박이나 급유선을 대상으로 분배하고 있음
 - 따라서 최소 2~3단계의 이해관계자를 거치게 되어 끝단으로 갈수록 낮은 수익에 노출되어 있음
 - 급유선의 공급과잉은 선박급유 물량을 위해서 낮은 운송료를 감내하는 구조로 이어져 개별업체의 수익성은 낮아지고, 낮은 수익의 보상을 위해 면세유 불법 유통이나 선박연료유 공급 분쟁을 야기하고 있음⁹⁾
 - 이에 더해, 급유선의 노후화와 이중선체 구조 요구로 인해 대부분의 선주가 급유선 신조를 포기하고 운항을 멈추는 요인이 되어, 항만의 전체 생산성을 낮추는 요인이 되고 있음¹⁰⁾
 - DWT 5,000톤 이상 유조선은 '05년 4월 5일부터 운항을 급지하며, DWT 600~ 5,000톤의 유조선은 '08년 연차일을 기준으로 중급유 운송의 이중선체 구조를 만족해야 함
 - DWT 600톤 이하의 경우 해양수산부장관이 지정하는 조건을 만족하는 경우 이중선체 구조를 만족하지 않고, '22년 1월 1일 이후 가능하나 선령 30년의 제한 시행

⁹⁾ 강미주, "고사 위기의 급유선업계···낙후된 유통구조·저운임", 해양한국, 2017.02.28., https://www.monthlymaritimekorea.com/news/articleView.html?idxno=19227

¹⁰⁾ 차근호, "부산항 소형 급유선 4척 중 3척은 '세워둔 배', 2022.05.02., https://www.kossa.net/4-2/?uid=198&mod=document&pageid=1

제2절 국내 선박연료공급 현황

I. 국내 선박연료공급선 현황

1. 지역적 분포

- □ 국내 선박연료공급선은 지역적으로 편중이 심하여 부산항 49.1%, 울산항 10.2%, 여수·광양항 8.7%, 인천항 5.0% 로 전체 척수 중 73%를 4개 지역 항만이 차지함
 - 주요 4개 항만 이외의 항만공사가 있는 평택·당진항은 6척으로 전체 약 2% 차지함
- □ 총톤수 기준 500톤 이상의 비교적 대형 선박연료공급선의 경우 동해· 묵호항, 마산항, 목포항, 부산항, 삼척·옥계항, 여수·광양항, 울산항, 인천항, 장승포항 등(장승포항, 옥포항, 고현항, 삼천포항, 통영항, 하동항),진해항, 통영항, 평택·당직항, 포항항 등에만 있으며, 1,000톤 이상 선박은 부산, 울산, 인천, 평택·당직항에서만 운영 중임
- □ 부산항은 총톤수 1,000톤 이상 선박연료공급선의 75%, 500톤 이상 선박의 약 51%를 차지하고 있어 대형 선박연료공급선 대부분이 몰려 있는 상황이며, 주요 4개항만(부산항, 여수·광양항, 울산항, 인천항)이 총톤수 500톤 이상 선박을 기준으로 약 79%를 차지함
- □ 특히, LNG 벙커선 1척(인천)을 제외하면 총톤수 2,000톤을 넘는 선박은 단 2척으로 모두 부산항에만 집중되어 있음

[표 2-12] 선박연료공급선 지역적 분포

지역	총톤수 500톤 미만 척수	총톤수 500톤 이상 척수	총 <mark>톤수</mark> 1,000톤 이상 척수	합계		
고현항	1			1		
고현항, 삼천포항, 통영항, 하동항	3			3		
군산항	6			6		
대산항	6			6		
동해·묵호항	4	2		6		
마산항	6	1		7		
목포항	12	1		13		
보령항	4			4		
부산항	133	17	9	159		
 삼척•옥계항	2	1		3		
삼천포항, 고현항, 옥포항, 통영항, 장승포항	1			1		
삼천포항, 고현항, 옥포항, 하동항, 통영항, 장승포항	1			1		
 속초항	2			2		
여수·광양항	23	5		28		
 울산항	25	7	1	33		
인천항	15		1	16		
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	1			1		
장승포항, 옥포항, 고현항, 삼천포항, 통영항, 하동항	1	1		2		
장승포항, 옥포항, 통영항	1			1		
진해항	10	1		11		
 태안항	4			4		
 통영항		1		1		
통영항, 삼천포항, 고현항, 하동항	2			2		
평택·당진항	5		1	6		
포항항	3	2		5		
호산항	2	1		3		
합계	273	40	12	325		

출처 : 한국해양진흥공사

- □ 근래의 대형 외항선의 급유를 위해서는 현재 보유한 수준의 국내 선박 연료공급선의 규모가 턱없이 작아 최근 정부에서는 내항해운 고시를 개정하여 1.500톤 이상의 연료공급선-유조선간 겸업을 허용합¹¹⁾
  - 겸업 허용에도 불구하고 최근 대형화되는 선박의 연료탱크 규모를 맞추지 못해 국내에서는 여러 척의 연료 공급선을 이용해 릴레이 공급 등을 수행하고 있음¹²)

#### [표 2-13] 해운법 시행규칙에 따라 정하는 내항해운에 관한 고시

제4조(면허 또는 등록기준 대상선박) ① 규칙 제5조제1항 별표 2에 따라 여객사업의 면허기준 상의 여객선보유량 및 규칙 제19조제1항 별표 3에 따른 화물사업의 등록기준 상의 선박 보유량에 산입(算入)되는 선박은 다음 각 호의 선박[운항가능한 선박에 한정하며, 부선(解船)을 포함한다]으로 한다.

#### ...(중략)...

③ 항만운송사업법령의 규정에 따라 선박연료공급업의 장비로 등록된 선박으로서 선박연료 공급을 목적으로 해상수송을 하려는 제1항제1호, 제2호[국적선박중 용선(傭船)선박에 한정 한다.] 및 제3호에 해당되는 총톤수 100톤 이상인 선박은 이를 등록기준 대상 선박으로 할 수 있다.

#### ...(중략)...

- ⑦ 제3항에 따라 등록된 선박 중 다음 각 호의 선박은 선박연료공급 목적 이외에 내항화물 운송 목적으로도 해상수송을 할 수 있다.
- 1. 총톤수 1.500톤 이상 선박으로서 석유제품 및 액화천연가스(LNG) 수송 선박
- 2. 총톤수 500톤 이상의 선박으로서 메탄올을 선박연료로 공급하는 케미컬수송선과 석유 제품 및 케미컬겸용선(2025년 12월 31일까지로 한정한다)

¹¹⁾ 오예진, "연료공급선·유조선 겸업 허용한다···"초대형선박 급유 지원", 연합뉴스, 2020.11.29., "https://www.yna.co.kr/view/AKR20201128039500530"

¹²⁾ 이호진, "HMM 상트페테르부르크호, 국내 최대 8000t 급유", 부산일보, 2020.09.09., "https://mobile.busan.com/view/busan/view.php?code=2020090919120594230"

# 2. 선령 현황

□ '23년 8월 기준 국내 선박연료공급선 중 20년 이상 선령의 선박은 205척으로 전체의 약 63%를 차지함

[표 2-14] 선박연료공급선 선령별 현황

지역	10년 미만	10년 이상 20년 미만	20년 이상
 고현항			1
고현항, 삼천포항, 통영항, 하동항			3
군산항	1	1	4
대산항	3	2	1
동해·묵호항	1		5
마산항	1	4	2
목포항	4	2	7
보령항	1	2	1
부산항	16	33	110
삼척•옥계항		1	2
삼천포항, 고현항, 옥포항, 통영항, 장승포항		1	
삼천포항, 고현항, 옥포항, 하동항, 통영항, 장승포항	1		
속초항		2	
여수·광양항	7	3	18
울산항	1	7	25
인천항	5	2	9
장승포항			1
장승포항, 옥포항, 고현항, 삼천포항, 통영항, 하동항		1	1
장승포항, 옥포항, 통영항		1	
진해항	1	3	7
태안항	1	2	1
통영항			1
통영항, 삼천포항, 고현항, 하동항		1	1
평택·당진항	2	3	1
포항항		3	2
호산항		1	2
합계	45	75	205

출처 : 한국해양진흥공사

□ 특히, 부산, 여수·광양항, 울산, 인천 등 주요 항만에서도 선령 20년 이상 선박은 해당 항만 보유 선박 수 대비하여 각각 69.1%, 64.2%, 75.8%, 56.2%를 차지하여 노후화가 심화된 상태이며, 특히, 기존의 선박연료공급선이 운항을 하지 않고 장기 계류되어 폐선되지 않는 선박도 상당할 것으로 추정13)

¹³⁾ 차근호, "부산항 소형 급유선 4척 중 3척은 '세워둔 배', 2022.05.02., https://www.kossa.net/4-2/?uid=198&mod=document&pageid=1

# Ⅱ. 국내 선박연료 공급자 현황

#### 1. 주요 항만 선박연료공급업 현황

#### □ 대상항만

- 「항만운송사업법」에 의거하여 항만연관산업에 종사하는 경우 국가 관리항만과 지방관리항만에 따라 각 지방해양수산청과 관할 지자체에 업종별 등록이 필요함에 따라 선박연료공급업의 경우에도 등록 신청 필요
- '22년을 기준으로 전국의 선박연료공급 등록 수는 총 616개이며, 이중 선박연료공급선의 약 75%가 몰려있는 부산, 울산, 여수, 인천은 전체의 56.7%를 차지

[표 2-15] 선박연료공급업 사업체 등록 현황(2022.12. 기준)

지역	선박연료공급업 등록(개)	비율(%)
부산	221	35.9
울산	38	6.2
마산(경남)	77	12.5
 인천	23	3.7
여수(전남)	67	10.9
 평택	32	5.2
동해(강원)	53	8.6
 군산	21	3.4
목포	31	5.0
포항	17	2.8
대산(충남)	28	4.5
(제주도)	8	1.3
 합계	616	0.0

출처: 항만연관산업 고도화 방안 연구(한국해양수산개발원, 2023)

○ 따라서 본 연구에서는 선박연료공급선과 공급업의 대표성을 갖는 주 요 4개 항만(부산항, 여수·광양항, 울산항, 인천항) 자료를 최근 조사 한 선행연구14)를 분석에 사용

#### □ 조직규모

○ 각 항만별 선박연료공급업의 조직 규모는 대부분 5인 미만 사업장으로 전체의 53%를 차지하고 있으며, 10인 미만 사업장으로 확대할 경우 전체의 80.1%를 차지하여 대부분의 선박연료공급 사업장은 소규모로 운영되고 있음

[표 2-16] 주요 4개 항만(부산항, 여수·광양항, 울산항, 인천항)선박연료공급업 조직규모

지역	1~4인	5~9인	10~19인	20~29인	30~49인	50인 이상	총계
부산항	107	57	24	3	1	2	194
여수·광양항	29	11	9	1	1	2	53
울산항	16	8	7	0	0	2	33
인천항	11	7	3	1	1	2	25
합계	163	83	43	5	3	8	305

출처: 항만운송관련 산업 실태조사(부산국제금융진흥원, 2023)

## □ 사업장 업력

○ 4개 항만의 선박연료사업장의 약 55%는 10년 미만 사업장이며, 20년 미만 사업장으로 확대할 경우에는 약 80%에 달하여 선박연료공급업의 업력 지속기간이 매우 길지는 않음

¹⁴⁾ 항만운송관련 산업 실태조사(부산국제금융진흥원, 2023)

[표 2-17] 주요 4개 항만 평균 선박연료공급업 업력 비율 (%)

	10년 미만	10~20년 미만	20~30년 미만	30~40년 미만	40년 이상
주요 4개 항만	54.7	26.9	8.6	4.0	5.8

출처: 항만운송관련 산업 실태조사(부산국제금융진흥원, 2023)

#### □ 조직 형태

- 4개 항만의 조직 형태로 보면 회사 법인 형태가 전체의 94.8%로 압도적 으로 높은 것을 확인할 수 있음
- 대부분이 법인 형태이고 이중 주식회사의 비중이 대부분임을 고려할 때, 향후 주주 동의가 확보된 법인 지원 방식의 금융지원방안 등이 제시 되어야 할 것으로 사료됨
  - ☞ 주요 4개 항만의 선박연료공급업 법인 중 주식회사의 비중은 94.5%임
- 사업체의 규모는 대부분 소기업으로 영세한 수준으로 운영되고 있음

[표 2-18] 주요 4개 항만 평균 선박연료공급업 조직 형태 비율 (%)

	개인	회사 법인
주요 4개 항만 	5.2	94.8

[표 2-19] 주요 4개 항만 평균 선박연료공급업 사업 규모 비율 (%)

	대기업 및 계열사	중견기업	중기업	소기업
주요 4개 항만	0	2.6	8.8	88.6

출처: 항만운송관련 산업 실태조사(부산국제금융진흥원, 2023)

# 2. 주요 항만 선박연료공급업 재무 현황

#### □ 수익성 현황

- 주요 4개 항만의 평균 매출은 부산 및 여수·광양항이 약 25억, 울산 및 인천항이 약 약 8.5억 정도로 약 부산항 및 여수·광양항이 울산 및 인천항의 약 3배 규모
- 향후 친환경 선박연료공급업에 대한 금융지원을 위해서는 부산항 및 여수·광양항이 우선적으로 고려될 수 있음

[표 2-20] 주요 4개 항만(부산항, 여수·광양항, 울산항, 인천항) 평균

단위 : 매출액(백만원)

지역	평균 매출액		
시댁	전체	항만 산업 관련	
부산항	2,664	2,569	
여수·광양항	2,567	2,478	
울산항	846	640	
인천항	849	715	

#### □ 재무 상태 현황

○ 주요 4개 항만 기준으로 평균 자산은 약 47억이며, 평균 부채비율은 43.8%이었으며, 시설 차입금이 운영 차입금 대비 2배 수준으로 시설 투자에 대한 부담이 높다고 볼 수 있음

[표 2-21] 주요 4개 항만 재무상태 현황

단위: 백만원

						차입귿	급 규모	
	자산	자본	부채	부채비율		채입금비율	시설차입금	운영차입금
주요 4개 항만	4,734	2,659	2,075	43.8%	1,161	56.0%	732	429

출처: 항만운송관련 산업 실태조사(부산국제금융진흥원, 2023)

## □ 자금 조달 현황

- 주요 4개 항만 선박연료공업자들의 주요 금융재원 조달 경로는 은행권, 사업체 자체해결, 공공 금융기관, 정부/지자체 지원금, 은행외 금융권, 제3금융권 등의 순이었음
- 정부 지원은 8.3% 로 낮은 수준으로 향후 이에 대한 확대 필요성 제기됨

[표 2-22] 주요 4개 항만 선박연료공급업 금융재원 조달 경로(%)

	은행권	사업체 자체 해결	<del>공공</del> 금융기관	정부/ 지자체 지원금	은행 외 금융권/ 카드사	대부업 등 제3금융	투자유치	기타
주요 4개 항만	71.7	26.8	15.3	8.3	3.9	1.6	0.0	2.1

- 금융 재원 조달 규모는 고르게 분포되어 있으나 5억 미만이 전체의 69.6%, 10억 미만이 전체의 81.9% 수준임
- 금융 재원 조달을 위한 금리 수준은 5~7% 미만이 전체의 70.6%이었으며, 평균 5.12% 수준에서 자금조달을 시행하고 있어 금리 부담수준이 높은 편은 아니었음

[표 2-23] 주요 4개 항만 금융 재원 조달 금액 (%)

	1천 미만	1~3 천 미만	3~5 천 미만	5천~1 억 미만	1~2 억 미만	2~3 억 미만	3~5 억 미만	5~10 억 미만	10~3 0 억 미만	20~5 0 억 미만	50 억 이상
주요 4개 항만	7.4	1.0	11.2	15.2	7.5	14.6	12.6	12.3	10.3	4.5	3.3

출처: 항만운송관련 산업 실태조사(부산국제금융진흥원, 2023)

[표 2-24] 주요 4개 항만 금융 재원 조달 대출 금리(%)

	3% 미만	3~5% 미만	5~7% 미만	7~10% 미만	10% 이상	평균
주요 4개 항만	0.0	20.6	70.6	8.8	0.0	5.12

# 제3절 선박연료공급 정책

# I. 선박연료공급업 관련 법령

## 1.「항만운송사업법」

- □ 선박연료공급업은 「항만운송사업법」 제2조 제4항에 따른 "항만운송관련 사업" 중 하나로 항만 내에서 선박용 연료유를 공급하는 사업을 의미
- □ 항만운송관련사업으로서 선박연료공급업은 정관(법인의 경우), 재산 기재 서류, 사업계획서에 등록신청서 또는 선용품공급업 신고서를 지방 해양수산청장 또는 시·도지사에게 제출함으로 등록할 수 있음

[표 2-25] 항만운송관련사업 등록기준

	1급지 (부산항, 인천항, 울산항, 포항항, 광양항)	2급지 (여수항, 마산항, 군산항)	3급지 (1급지와 2급지를 제외한 항)
자본금	1억원 이상	5천만원 이상	5천만원 이상
연료공급선 (연료공급부선 포함)	총톤수 100톤 이상	총톤수 30톤 이상	총톤수 10톤 이상
연료공급차량 ¹⁵⁾	탱크 용량 30킬로리터 이상	탱크 용량 20킬로리터 이상	탱크 용량 8킬로리터 이상

출처 : 항만운송사업법 시행령 [별표6] 중 일부 인용

¹⁵⁾ 유조차량의 경우 「위험물안전관리법」제15제1항 본문에 따른 이동탱크저장소를 말한다.

	「항만운송사업법」내에서의 선박연료공급업은 항만 내라는 공간적
	제한을 두고 있으며, 선박 연료유만을 사업영역으로 한정하고 있는
	상황이며, 항만 기준에 따라 자본금, 장비(선박 또는 연료공급차량)에
	제한을 두고 있음
	1급지 항만의 경우라도 운송관련사업 등록을 위한 기준이 매우 높지 않음
2. 「	·해운법」
	「해운법」 제23조에서는 해상화물운송사업의 종류를 나열하고 있으며,
	국내항의 선박연료공급업과 연관된 것은 국내항과 국내항 사이에서
	운항하는 해상화물운송사업인 "내항화물운송사업"임
	이는「항만운송사업법」외의 사업 범위를 포괄한다고 할 수 있어
Ш	항계를 벗어난 선박연료공급업자에게 적용될 수 있음
	실제로 항계를 벗어나 선박 연료유를 공급하는 선박을 위해서 「항만
	운송사업법」에 등록된 선박연료공급선을 내항화물운송사업에 등록할
	수 있는 등록 기준을 마련하여 항만 내 선박 연료 공급작업이 가능케 함
	「해운법 시행규칙에 따라 정하는 내항해운에 관한 고시」제4조 제3항
_	에서 「항만운송사업법」에 의해 등록된 선박으로 선박연료공급이
	목적인 경우 내항해운선박에 동시 등록이 가능
	즉, 상기 고시를 통해서 「항만운송사업법」과 「해운법」에 동시적으로
	등록이 가능한 상황이며, 다만 선박 연료공급이라는 특정 목적이 필요
	하고, 총톤수 기준 100톤 이상이 되어야 하며, 내항화물운송사업의
	경우는 신규 등록 시 15년 미만의 선령제한을 가지고 있음

- □ 특히, 최근에는 친환경 선박연료 공급망 구축을 뒷받침하기 위하여 선박연료공급업 장비로 등록된 500톤 이상 케미컬수송선과 석유제품 및 케미컬겸용선¹⁶⁾과 총톤수 1,500톤 이상의 석유제품 및 액화천 연가스(LNG) 수송 선박에 대해 내항화물 운송 목적으로 해상운송 겸업을 허용하고 있음
- □ '23년 울산항에서는 상기 고시 내용을 바탕으로 울산항에서 건조 중인 대형 컨테이너선에 메탄올 STS 벙커링을 세계최초로 성공함

[그림 2-5] 울산항에서 16,200 TEU급 컨테이너선에 STS방식 메탄을 연료 공급



출처: 지승현, "울산항 초대형 컨선에 세계최초 STS방식 메탄올 벙커링 성공", 현대해양, 2023.11.24.

# 3. 「해양환경관리법」

□ 선박연료공급업자는「해양환경관리법」제45조에 의해서 동법 제 44조의 황함유량 기준을 초과하는 연료유나「해양환경관리법 시행령」제 43조

^{16) 2025}년 12월 31일까지로 한정

에서 정하고 있는 연료유 품질 기준에 미달하는 연료유를 선박에 공급하지 못하도록 하고 있음

- □ 「해양환경관리법」의 규정에 의해서 연료 공급 이후에도 선박 연료공급 업자는 BDN을 확인하고 보관하도록 규정하여 선박 연료유에 의한 해양환경관리를 시행하고 있음
- □ 「해양환경관리법」시행규칙「선박에서의 오염방지에 관한 규칙」에서는 이중선체구조 등을 갖추도록 대상선박 및 시기를 제정하여 운영하고 있음
  - '10년 1월 1일 이후에 인도되는 재화중량톤수 600톤 미만의 유조선은 소형선이중선구조를 갖추어야 하나, 재화중량톤수 150톤 미만의 경질유 운송 유조선은 그러하지 아니할 수 있음
  - '10년 1월 1일 전에 인도된 재화중량톤수 600톤 미만의 선체구조는 소형이중선구조를 '24년 현 시점에서 갖추어야 하나 '22년 1월 이후 라도 해양수산부장관이 정하는 크기 및 구조 기준에 충족하는 경우 '22년 1월 1일 이후라도 선령이 30년을 초과하지 않는 범위 내에서 운항 가능

# Ⅱ. 선박연료공급업 관련 정책

#### 1. 액화천연가스(LNG) 추진선박 연관산업 활성화 방안

- □ IMO 2020 에 따라서 액화천연가스(LNG) 사용선박의 증가 예상과 항만 대기질 개선을 위해 액화천연가스(LNG) 추진선박 연관산업 활성화 방안을 '18년 발표
- □ LNG 추진선 도입 활성화 정책 시행
  - 공공부문과 민간부문에서의 LNG 추진선 시범 도입 추진 및 인센티브 확대를 통한 LNG 추진선 도입 활성화 기반
  - O LNG 추진선 건조시 이자율과 보증료율 인하 등의 금융지원 추진
  - O LNG 추진선에 대한 보조금 지원 및 LNG 연안화물선의 항만시설 사용료 감면
- □ LNG 추진선 건조 역량 강화
  - O 제어시스템, 최적설계 등 LNG 추진선 관련 핵심기술 개발
  - 중소 기자재 업체 기술개발 지원을 위한 LNG 추진선 기자재 안전·성능 평가 체계 구축
- □ LNG 추진선 운영 기반 구축
  - 「도시가스사업법」, 「항만운송사업법」등 법·규정 개정 추진 및 LNG 특성 고려한 LNG 벙커링 운영기술 및 작업자 안전훈련 시스템 개발 추진과 벙커링 시설 구축을 통한 LNG 벙커링 시작 활성화 유도
  - 연안 선박 맞춤형 LNG 벙커링 시스템 개발 추진 및 평가·인증 제도 구축

- □ 국제 협력 네트워크 확대
  - O IGF Code 개정 논의 참여를 통한 국내 기술 도입 적극 지원
  - O LNG 벙커링 네트워크 구축을 주도하는 싱가포르와 정책 노하우 공유 및 관련 기준 및 절차 개발 시행

# 2. 한국형 친환경선박(Greenship-K) 계획

- □ 선박 환경규제 대응을 위해 「환경친화적 선박의 개발 및 보급촉진에 관한 법률」을 제정하여 '20년 친환경선박 개발·보급 계획 수립 후 매년 환경친화적 선박의 보급시행계획을 수립하고 시행
- □ 특정연료 독점가능성이 낮은 시장 가능성을 고려하여 시기별 대응 전략을 배경으로 계획 수립 및 시행
  - ①저탄소(LNG·바이오) → ②탄소중립(e메탄올) → ③무탄소(암모니아· 수소)
- □ 연료 공급 인프라 확충을 위해 다양한 친환경 선박 연료 대상으로 기술 개발 및 인프라 구축 시행
  - O LNG선박 연료공급 확대를 위한 LNG 벙커링 동시작업 개발
  - O 수소 및 암모니아선박 안전기준 개발 및 인프라 구축전략 시행
  - O 전기추진차도선 및 이동식 전원공급시스템
  - O 육상전원공급설비 보급 등 추진 확대

- □ 공공부문 선제적 전환을 포함하여 친환경선박 보급 추진
  - 해수부 어업지도선, 수산자원조사선, 순찰선·청항선, 항로표지선, 해양 조사선, 국고여객선, 수산계고교 공동실습선, 상선실습선, 쇄빙연구선, 교육부 실습선 및 지자체 관련 선박에 대하여 친환경선박 대체 건조
- □ 민간부문 친환경 선박 대체 지원
  - O 내·외항선 친환경선박 건조 보조금, 외항선 친환경운항 컨설팅, 외항선 친환경 설비 장착 이차보전 지원, 연근해 저탄소 어선 기술개발
- □ 국내 신기술의 국제 표준화 지원 등 친환경 선박시장 생태계 조성
  - 친환경 선박 인증제도, 친환경 기술 기준 개발 및 국제 표준화 지원, 국제 해사기구 대응, 디지털 통계기반 선박운영 체계 개발, 육상 수소선박 운영 모니터링 기술개발

# 3. 친환경 선박연료 공급망 구축방안

- □ IMO 2050의 목표에 맞추어 친환경 선박 연료 공급의 중요성에 대해 정부가 인식하여 '23년 관계부처 합동으로 방안 제시
  - 친환경 선박연료 공급 확대: '23년 0% → '27년 10%(134만톤) → '30년 30%(402만톤)
  - 친환경 선박 입항 확대 '23년 0% → '27년 10% → '30년 20%
  - 벙커링용 항만 저장 능력 확보: '23년 0만톤 → '27년 40만톤 →'30년 100만톤

#### □ 친환경 선박연료 시장 창출

- (공급거점 지정) 국내 항만 중 울산항을 '친환경 선박연료 공급항만'으로 지정하였으며, 부산항 기항 글로벌 선사 수요에 대응하고, 공공부분 공급을 통해 수요를 창출하여 불확실성 해소
- 국적선 친환경 전환 로드맵, Greenship-K 추진전략, 녹색해운항로 구축을 통해서 국적선, 관공선 및 주요 항로 친환경 선박 투입 예정
  - '30년까지 국적외항선 118척을 친환경 선박으로 전환하여 연료 수요 확대 목표
  - 선령 25년 이상 노후선의 친환경 선박 대체 ('40년까지 606척, '50년 까지 867척)
  - 친환경 선박 대상 관공선 467척 중 노후선 199척을 LNG·하이브리드 선박으로 대체 건조
  - 한-미 녹색항로 구축, 한-호주 녹색항로 구축을 통한 친환경 선박 투 입 확대

# □ 친환경 선박연료 공급망 구축

- O (LNG) 선박용 천연가스 요금제 신설 및 직수입을 통한 경쟁력 확보
  - 선박 인프라 상쇄를 위한 공공 참여 추진(울산항만공사 연계 벙커링 선박 추진)
  - 동·남해권(통영항, 울산항, 광양항, 부산항) 수요 대응 및 서해권(평택· 당진항) LNG 터미널 개발, 동해권 TTS(Truck to Ship) 대응
- (그린메탄올) 주요 항만 케미컬 탱크 인프라 활용한 공급 및 민관연 협의체 구성

- 내항 액체화물선 겸업을 통한 벙커링 유도를 위한 규제 혁신
- 울산항 전용 탱크 증축 추진 등 전국적 수요 대응
- (암모니아·수소) 기존 항만 저장인프라 활용을 통한 연료 공급 추진 및 저장·활용 시설 구축
  - 초기 수요는 PTS(Pipe to Ship)벙커링 또는 내항화물선 겸업 대응 시행하고 이후 신조 및 개조 추진
  - 상용화 기술 개발 단계를 고려한 항만 내 에너지 생산 및 저장 시설 배정
- O 그린항만 얼라이언스 구축
  - 울산(부산)항 싱가포르항- 로테르담 항
- 해외 주요 항만 탱크터미널 및 저장시설 지분 취득을 통한 안정적인 공급망 구축 추진

[그림 2-6] 친환경 연료 벙커링 권역별 인프라 조성





출처 : 친환경 선박연료 공급망 구축방안

- □ 민간투자 유도
  - 친환경 선박연료 공급선 신규 건조시 보조금(선주) 및 금융지원, 투자· 지급보증 제공 등 추진
  - 친환경 연료 인프라 구축을 위한 투자수요 대응을 위해 1조원 규모 인프라 펀드 신설 추진
- □ 산업 기반 강화를 위한 제도 개선
  - O STS 벙커링 등 안전관례계획 등을 승인에서 신고대상으로 규제 개선 하여 장애요인 철폐
  - O TTS를 이용하 ㄴ소규모 연료공급의 적시성 담보를 위한 영업구역 제한 폐지
  - 친화역 선박연료 추진선의 벙커링 확대를 위해 벙커링 선박과 실증 항만 사업장에 대한 항비 감면
  - 상용화 연료에 대한 동시작업 등 표준 절차 마련
  - O 바이오 연료 실증을 통한 안전성 검증 및 공급 기준 제정
  - 「항만운송사업법」개정안 발의를 추진하며, 질량유량계 설치 등 시범 운영 등을 지원하여 정량공급 준수 등을 확인하고 선박용 면세유 불법 유통 방지
  - 항차당 1회로 제한되어 있던 급유시스템을 탈피하여 순회급유를 허용 함으로써 선박연료공급업 효율성 개선 시행

• KOREA MARITIME & OCEAN UNIVERSITY

#### **CHAPTER**



# 선박연료에 대한 규제와 대응 방향

제1절 선박 연료에 대한 규제와 국내외 동향 제2절 미래 친환경 선박 연료원에 대한 전망

# 제3장

# 선박연료에 대한 규제와 대응 방향







# 제1절 선박연료에 대한 국내외 규제와 동향

- I. IMO 선박 기인 대기오염물질에 대한 규제
- 1. 국제해사기구의 해양오염방지협약(MARPOL)에 따른 규제의 주요내용
  - □ MARPOL 부속서 주요 내용
    - O MARPOL은 6가지 주요 오염 물질에 대한 규제를 부속서(Annex)에 담고 있고, 각 물질별로 더 엄격한 규제가 적용되는 배출규제지역 (ECA)도 지정.
    - O MARPOL 부속서 I 부터 V까지의 환경규제는 시행시기가 이미 상당히 경과하여 해당 규제를 충족하기 위해 선박에 대해 새로운 조치들을 필요로 하고 있지는 않음.
    - 부속서 VI의 대기오염물질 배출에 대한 규제는 단계적으로 시행시기를 가까운 장래에 앞두고 있다는 점에서 해당 환경규제를 충족하기 위한 신규 선박의 건조, 선박의 개조 및 수리 등에 큰 수요가 발생할 것으로 예상됨.

[표 3-1] MARPOL 부속서별 규제대상 물질

부속서	규제대상물질	주요내용	효력발생
Ž.	기름	- 사고에 의한 유류오염 예방 조치 - 1992년 개정 유조선 이중선체 의무	1983. 10.
11	유해액체물질	- 250여개 물질의 배출기준과 오염관리조치	1983. 10.
111	포장 유해물질	- 포장된 유해물질의 포장, 표시, 문서작성, 적재, 제한 용량, 예외조항, 통보방법	1992. 7.
IV	선박오수	- 선박오수 배출금지. 단, 승인된 오수처리시설, 분쇄·소독장치를 거친 오수를 육지에서 3해리 이상 떨어진 바다 배출 가능	2003. 9.
٧	선박폐기물	- 폐기물 종류별 배출가능해역과 배출방법 - 플라스틱 해양 투지 금지	1988. 12.
VI	대기오염물질	- 황산화물, 질소산화물 등 배출농도 설정 - 오존층 파괴물질 배출 금지	2005. 5.

- □ MARPOL 부속서 VI의 대기오염물질 배출규제 및 시행시기
  - O MARPOL 부속서 VI(선박으로부터의 대기오염 방지를 위한 규칙) 제 12조는 오존층파괴물질에 관한 규제, 제13조는 질소산화물 배출허용에 관한 규제, 제14조는 황산화물 배출허용에 관한 규제, 제15조는 휘발성 유기화합물에 관한 규제, 제18조는 선박 연료유에 관한 규제가 있음.

[표 3-2] MARPOL 부속서 Ⅵ 규제대상 물질

규제물질	규제지역	주요내용	시행시기
질소산화 <del>물</del>	N배출규제지역*	– 14.4g/kWh 0 ō̄⊦, n⟨130** – 3.4g/kWh 0 ō̄⊦, n⟨130	2011년 2016년
	전지역	– 14.4g/kWh 이하, n<130	2011년
황산화물	S배출규제지역***	- 0.1% S 이하 연료유	2015년
	전지역	− 3.5% S 이하 연료유 − 0.5% S 이하 연료유	2012년 2020년
이산화탄소 EEDI***	배출규제지역 /전지역	- 1단계: 기준대비 10% 감소 - 2단계 기준대비 20% 감소 - 3단계 기준대비 30% 감소 *LNG·LPG 운반선, 컨테이너선은 2022년 - 4단계 기준대비 40% 감소 - 5단계 기준대비 50-70% 감소	2015년 2020년 2025년 2030년 예정 2050년 예정

^{*} N배출규제지역(ECA: Emission Control Areas): 북미연안·카리브해(16), 발트해·북해(21)

^{** 130}n(정격기관속도, 크랭크샤프트 1분당 회전수) 미만의 경우에는 14.4g/kWh(1kW*1시간 당 배출량) 이하가 배출허용총량(Total weighted cycle emission limit)

^{***} S배출규제지역(ECA): 발트해·북해·카리브해, 북미 연안

^{****} EEDI(Energy Efficiency Design Index: 선박에너지효율설계지수): 선종과 크기에 따라 정해진 기준으로 g/ton-miles을 측정

#### □ 질소산화물(NOx) 규제

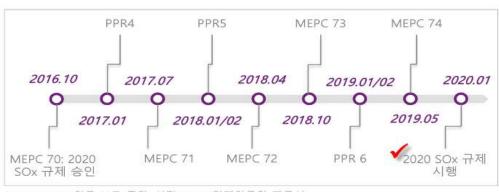
- O MARPOL 부속서 VI 제13조에 따른 규제는 출력 130킬로와트 이상 디젤기관선박에 적용되며, 배출허용기준은 Tier I, Tier II, TierⅢ 로 구분.
- 2000. 1. 1.부터 전세계 모든 해역에 Tier I 이 적용되었고, 2011.
   1.1.부터 전 해역에 Tier II가 적용되었으며, IMO 질소산화물에 관한 3차 환경규제가 발효(2015. 5.)되어 2016. 1. 1.부터 배출규제지역 (북미 연안, 카리브해이며, 2021년에는 발틱해, 북해가 추가됨)에서는 TierIII가 적용 중임.
- 질소산화물 배출 허용치를 충족하기 위한 해결책은 저압 LNG 추진 선박, 전기추진선박, 연료전지추진선박, 하이브리드선박, 원자력 추진선박, 질소산화물 저감장치[EGR(Exhaust Gas Recirculation, 배기가스재순환 장치), SCR(Seletive Catalytic Reduction, 선택적 환원촉매장치)] 등이 있으며 R&D 진행 중임.

[표 3-3] 질소산화물 규제

Tior 선박건조일		배출허용량(g/kWh)				
Tier	(이후)	n(rpm)(130	130≦ n ⟨2000	n≧2000		
I	2000. 1. 1.	17.0	45.0n ^{-0.2} 예: 720rpm이면 12.1	9.8		
	2011. 1. 1.	14.4	44.0n ^{-0.23} 예: 720rpm이면 9.7	7.7		
III	2016. 1. 1.	3.4	9.0n ^{-0.2} 예: 720rpm이면 2.4	2.0		

#### □ 황산화물(SOx) 규제

O MARPOL 부속서 VI에 따라 전 해역에서 2005. 1. 1.부터 황 함유량 4.5% 이하 선박연료유를 사용하도록 했고, 2012. 1. 1.부터는 황 함유량 3.5% 이하 선박연료유를 사용하도록 하고 있고, 2015. 1. 1. 부터는 배출규제지역(발트해, 북해, 카리브해, 북미 연안)에서는 0.1% 이하 저유황유를 사용하도록 하고 있으며, 2020. 1. 1.부터는 전 해역에서 0.5% 이하 저유황유를 사용해야 한다. 다만, 저유황유를 사용하는 대신에 스크러버(scrubber)를 통해 황산화물의 배출량을 황산화물 배출제한기준량으로 배출할 수도 있음.



[그림 3-1] 황산화물 규제 연혁

Source: IMO, 언론 보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

O MARPOL 외에도 EU는 EU항만에 대해 2010. 1. 1.부터 황 함유량 0.1% 이하 선박연료유를 사용하도록 하고 있고, 중국은 중국영해 (연안 12해리)에 대해 2019. 1. 1.부터 황함유량 0.5% 이하 선박연료유 사용, 2020.1. 1.부터 황함유량 0.1% 이하 선박연료유 사용 규제를 하고 있으며, 미국캘리포니아주는 캘리포니아주 연안(24해리)에 대해 2014. 1. 1.부터 함유량 0.1% 이하 선박연료유 사용 규제를 하는 등 각국의 해양환경규제는 강화·확대되는 추세임.

- IMO 및 세계 각국은 항만 지역의 대기질 개선을 위해 배출규제해역 (ECA: Emission Control Area)을 별도로 지정(발틱해역, 북해해역, 북아메리카 해역, 캐리비안 해역)하여 일반해역보다 강화된 황함유량 기준(0.1%이하)을 적용
- 중국, 홍콩 등은 자국법에 의해 ECA를 지정하고 있으며, 우리나라도 최근 부산항, 인천항 등 5대 항만을 ECA로 지정 고시
- O MARPOL 부속서 VI의 배출 허용치를 충족하기 위한 해결책은 0.5% 이하 저유황유를 사용하는 방법 외에 LNG추진선박, 전기추진선박, 연료전지추진선박, 하이브리드 선박, 원자력추진선박, 스크러버 (Scrubber)등이 있음.

[그림 3-2] 벙커유 황 함유량 상한선

Source: IMO

[그림 3-3] IMO 지정 ECA현황



Source: IMO, Shipownersclub.com

[그림 3-4] 황산화물 배출규제 대응방안별 장단점

세척수 배출

1 정적원 배기가스



#### 저유황유 사용

- 대부분 기관에 사용가능 엔진개조 불필요
  - 초기 투자비용 부담이 없음
- 유가(연료비) 상승 리스크

• 연료 전환 및 기존 엔진 적용에 따른 품질 보증 문제 발생

스크러버 장착

- 기존 고유황유 사용 가능 • 대기오염물질 배출량
  - 대폭 감소
- 초기 투자비용(장치설비) 발생
  - 설치공간 소요로 화물 적재 공간축소
  - 추가 전력 소비 및 운용에너지 증가



LNG연료 추진선박

- 기존연료대비 연료비 절감 가능
  - 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx) 미세먼지(PM), 이산화탄소(CO2) 저감 가능, 운영비 감소
- 초기 투자비용(신규 건조)발생
  - 화물 적재공간 손실
  - 개조기간 동안 운항 손실

Source: KMI 동향분석 107호

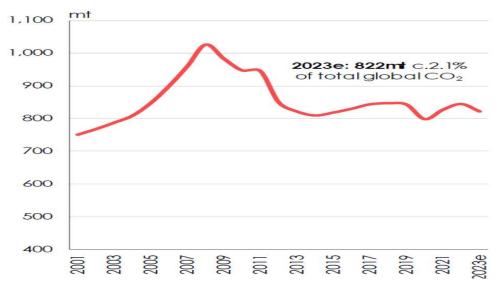
#### □ 온실가스(GHG) 규제

- O MARPOL 부속서 VI에 따라 2020년부터 적용되는 2단계는 선박의 선종 및 크기별 기준 대비 20% CO2 저감, 2025년(LNG·LPG 운반선, 컨테이너선은 2022년)부터 적용되는 3단계는 기준 대비 30% CO2를 저감해야 하며, 2022년에 채택 예정인 국제해사기구(IMO)의 GHG(Greenhouse Gas, 온실가스) 감축을 위한 로드맵에 따라 단계적 으로 CO2를 저감해야 함.
- O CO2 배출 허용치를 충족하기 위한 해결책은 LNG 추진선박, 전기추진 선박, 연료전지추진선박, 하이브리드선박, 원자력 추진선박, CO2 포집기술, 육상전원공급설비(AMP), 고효율 선체 선박개조, 연료효율 개선설비 등이 연구·개발되었거나 연구·개발하고 있으며, LNG 추진 선박은 건조·운영이 계속 증가중임.

### 2. IMO GHG 감축 전략

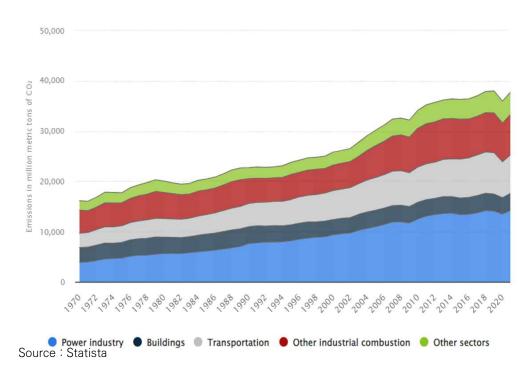
- □ 해운산업의 이산화탄소 배출량
  - 해운은 전 세계 무역량의 90% 이상을 담당하는 탄소집약적 산업임. 2023년 기준 약 8.2억톤의 이산화탄소가 배출되었음.
  - 세계 산업별 이산화탄소 배출량은 2021년 기준 전력산업 약 142억톤, 건물 약 34억톤, 운송산업 76억톤 등이며 전체 배출량 대비 해운산업이 배출하는 비중은 약 2~3% 수준임.
  - O 항공분야와 더불어 파리기후변화협약이 적용되지 않는 분야임.

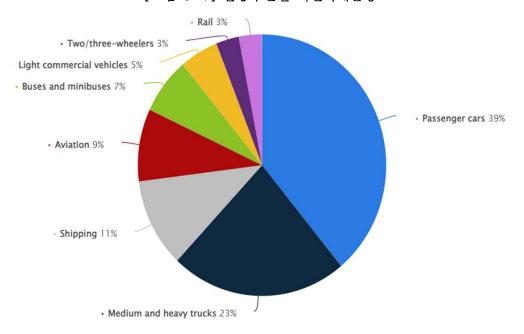
[그림 3-5] 선박을 통한 이산화배출량



Source: Clarkson

[그림 3-6] 산업별 이산화배출량 추이(1970-2020)





[그림 3-7] 운송수단별 이산화배출량

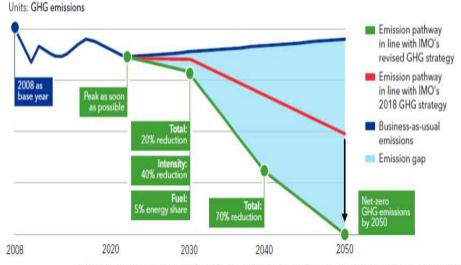
Source: Statista

### □ MEPC 80차 회의 결과

- 해운산업의 탄소배출권 관련 규제는 국제해사기구를 중심으로 논의 되어 왔으며 2018년 열린 해양환경보호위원회 제72차 회의에서 2050년까지 수송 효율을 최소 70% 개선하고 온실가스 총배출량을 최소 50% 감축하기로 결의함.
- 그러나 지난 7월 열린 해양환경보호위원회 제80차 회의에서 국제 해사기구는 최근 강화되고 있는 탄소 규제 트렌드를 반영하여 2050년 무렵까지 해상 운송용 선박의 탄소 배출량 감축 목표를 기존 50%에서 100%로 상향하기로 결의함.

[그림 3-8] IMO GHG 감축 목표

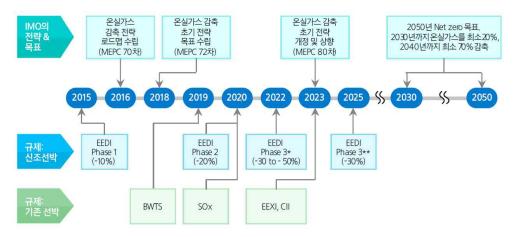
Outline of ambitions and minimum indicative checkpoints in the revised IMO GHG strategy



Total: Well-to-wake GHG emissions; Intensity: CO₂ emitted per transport work; Fuel: Uptake of zero or near-zero GHG technologies, fuels and/or energy sources

Source: DNV

- O 연료유 생산과정에 따른 온실가스 배출계수 산정에 관한「연료유 전주기 평가(Life Cycle Assessment, 이하 LCA) 지침서 (Resolution MEPC. 376(80)」가 채택됨.
- O 연료유 사용량에 관한 데이터수집시스템 (Data Collection System, 이하 DCS) 서식 개정이 승인되었음.
- O DCS와 선박탄소집약도지수(Carbon Intensity Indicator, 이하 CII) 규제에 적용할 수 있는 바이오선박유 사용 임시 지침 (MEPC.1/Circ.905)이 승인되었음.



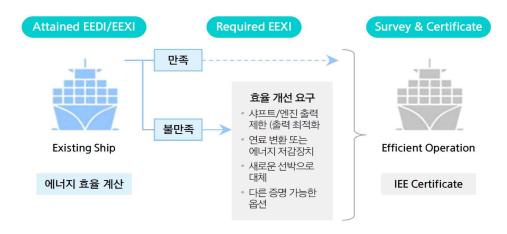
[그림 3-9] IMO 온실가스 규제

Source: IMO, 삼성증권 재구성

- □ 에너지효율설계지수(Energy Efficiency Design Index, EEDI)
  - O EEDI는 선박이 1톤의 화물을 1해리 운송할 때 배출되는 이산화탄소의 양을 의미함.
  - 선박의 종류와 크기별로 EEDI 기준을 정해두고, 건조단계에서 해당 기준을 초과하지 못하도록 하는 것이 주요 내용임.
  - IMO는 2015년부터 5년마다 10%씩 이산화탄소 배출량을 단계적으로 감축해 나가면서 친환경 선박 건조를 유도한다는 계획이며, 1단계 (2015~2019년) 10%, 2단계(2020~ 2024년) 20%, 3단계 (2025~2030년) 30%, 4단계(2030~) 40% 이상 감축 계획임.
  - O MARPOL 부속서 6 제4장(선박의 에너지효율에 관한 규칙)은 국제 항해하는 총톤수 400톤 이상의 모든 선박에 적용함.

- □ 현존선 에너지효율지수(Energy Efficiency Existing Ship Index, EEXI)
  - O EEXI는 1톤의 화물을 1마일 운송하는데 배출되는 이산화탄소량을 기관 출력, 중량톤수 등 선박의 제원을 활용하여 사전적으로 계산 및 지수화 한 값.
  - 400톤 이상의 모든 선박은 2023년 1월1일 이후 도래하는 첫 선박 검사일까지 EEXI 규제 충족여부를 선박검사기관으로부터 검증을 받게 되며, 충족하는 경우 국제에너지효율증서(International Energy Efficiency Certificate, IEEC)가 발급되고 IEEC가 선내에 비치되어 있어야만 운항이 가능함.
  - 규제기준에 미달하는 선박의 경우, EPL, ShaPoli 등과 같은 출력 제한 장치를 통해 기준치를 충족하는 수준까지 선속을 줄여야만 IEEC 발급이 가능함.
  - 한편, 규제 기준 또한 단계적으로 강화되는데, 1999년부터 2009년까지 건조된 선박의 에너지효율 평균값을 기준으로 2024년까지는 약20%, 2025년부터는 약 30%의 감축률을 달성해야 규제 준수가 가능함.

[그림 3-10] EEXI 규제 주요 내용



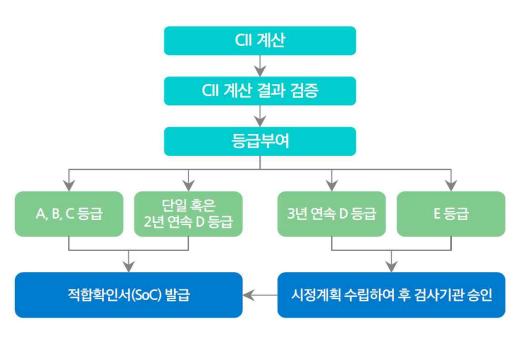
Source: KMI

[그림 3-11] 선종별 EEXI 규제 대상

Ship Type	Conformity to Required EEXI
Bulk carrier	10,000 DWT and above
Gas carrier	2,000 DWT and above
Tanker	4,000 DWT and above
Container ship	10,000 DWT and above
General cargo ship	3,000 DWT and above
Refrigerated cargo ship	3,000 DWT and above
Combination carrier	4,000 DWT and above
LNG carrier	10,000 DWT and above
o-ro cargo ship (vehicle carrier)	10,000 DWT and above
Ro-ro cargo ship	1,000 DWT and above
Ro-ro passenger	250 DWT and above
Cruise passenger	25,000 GT and above

Source: KR

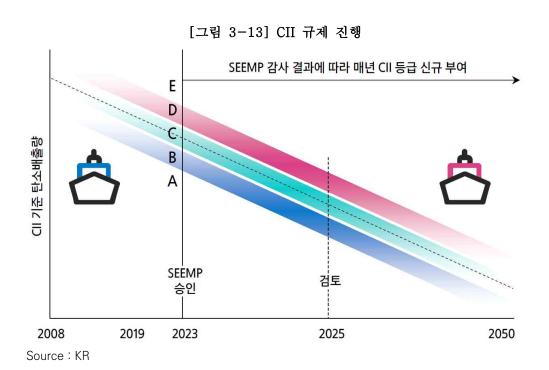
- □ 탄소집약도지수(Carbon Intensity Indicator, CII)
  - O CIII는 1톤의 화물을 1해리 운송하는데 배출되는 이산화탄소량을 연료사용량, 운항거리 등 실제 운항정보를 활용하여 사후적으로 계산 및 지수화한 값
  - 실제 운항정보를 바탕으로 사후 계산되는 지표인 만큼, 동일 선박일 경우에도 조류나 날씨, 항로 등 다양한 변수에 따라 산출값이 변동될 수 있음. 또한, 제원을 바탕으로 사전에 산출되는 EEXI와 달리 매년 평가가 이루어진다는 점에서 향후 선박의 생애주기 전반에 걸쳐 적용 되는 강력한 규제임.



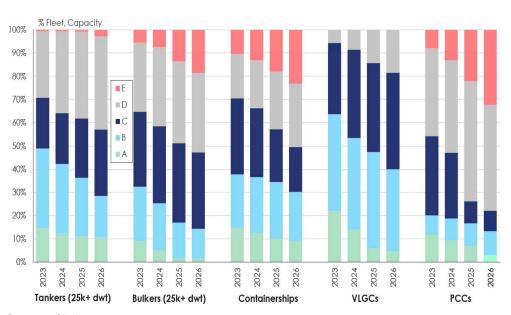
[그림 3-12] CII 규제 절차

Source: Drewy

- O 2023년부터 5천GT 이상의 국제 항해용 선박은 선박 에너지 효율 관리 계획서(SEEMP:Ship Energy Efficiency Management Plan)에 명기된 감축 노력을 이행하고, 2024년부터 매년 3월말까지 CII 달성값을 제출하고 관련 등급이 명기된 적합확인서(SoC, Statement of Compliance)를 본선에 비치하여야 함.
- O CII 규제하에서 선박은 A(매우우수)에서 E(열위)까지 다섯 단계의 등급을 부여 받으며, 만약 단일 년도에 E등급을 받거나, 혹은 3년 연속 D등급을 받을 경우에는, 시정계획을 수립하여 SEEMP에 반영하고 검사기관으로부터 승인을 받기 전까지 운항이 제한됨.
- O CII도 EEXI처럼 기준이 매년 강화되는 구조를 가지고 있는데, 참고로 CII 기준은 2023-2026년까지 매년 2%씩 강화되며, 이후 목표치는 추후 IMO 회의를 통해 결정될 예정임.



- O CII는 매년 평가가 이루어진다는 점에서, 선주입장에서는 EEXI보다 까다로운 규제로 인식됨.
- O Clarkson 보고서에 따르면 선복의 CII규제 D-E등급의 비중이 오일 탱커선이 2023년 약 30%에서 2026년에는 43%에 이를것으로 전망하고 있으며, 벌크선 35%에서 51%, 컨테이너선 31%에서 50%, 자동차 운반선의 경우 46%에서 78%에 이를 것으로 예측하고 있음.
- 선종별로 탱커선은 Aframax, 벌크선 Capesize, 컨테이너는 Neo and Post Panamax가 전체적으로 평균 D등급으로 평가되며, 자동차 운반선의 경우에는 전체 선복의 평균이 D등급으로 평가되고 있어 매우 취약하여 선박공급 측면에 큰 영향을 미치고 있음.



[그림 3-14] 선종별 CII 등급 평가

Source: Clarkson

# Ⅱ. EU 탄소배출 규제

#### 1. Fit for 55

- □ Fit for 55 주요 내용
  - 유럽 집행위원회는 2050년 탄소중립 실현을 위한 중간 목표로, 2030년 까지탄소배출량을 1990년 대비 55% 감축하기 위한 입법안 패키지 (Fit for 55)를 발표하였으며, 해운산업은 해당 목표 달성을 위한 규제의 대상 중 하나임.

[표 3-4] Fit for 55 정책 주요 내용 요약

	제 도 명	비고	
[온실가스 비	불 관련 제도 정비]		
1	탄소국경조정 규정	신규법 제정	
2	EU-ETS 지침	기존법 개정	
3	사회적 기후기금 도입	신규 제도 제안	
4	노력 분담 규정	기 <mark>존법 개</mark> 정	
5	승용차 및 소형운반차량의 온실가스 배출 규정	기존법 개정	
[에너지부문	목표 수정]		
6	재생에너지 지침	기존법 개정	
7	에너지효율 지침	기존법 개정	
[연료 관련 기	에도 정비]		
8	ReFuelEU Aviation	신규법 제정	
9	FuelEU Maritime	신규법 제정	
10	대체연료 기반시설 규정	기존법 개정(대체)	
11	에너지 세제 지침(ETD: Energy Taxation Directive)	기존법 개정	
[탄소 순흡수	·원 관련 제도 정비]		
12	토지, 산림, 농업 규정	기존법 개정	

Source: 에너지경제연구원(2021), European Commission

- 구체적으로 Fit for 55' 입법안 패키지 중 해운업과 관련된 조치는 두 가지이며, 첫 번째는 해운산업을 배출권거래제도(ETS)에 편입시키는 것이고, 두 번째는 해상운송 연료 규정 이니셔티브(이하 FuelEU Maritime)에 대한 규제를 적용하는 것임.
- O 해운업의 탄소배출권 거래제도 편입시점은 2024년이며, FuelEU Maritime은 2025년부터 적용될 예정임. 해당 규제들은 2023년에 유럽의회의 승인과 동의를 얻어 법제화 되었음.

#### 2. FuelEU Maritime Initiative 및 EU ETS

- □ FuelEU Maritime 이니셔티브
  - O FuelEU Maritime은 선박 연료에서의 온실가스 집약도(GHG intensity)를 규제하여, 재생에너지 혹은 무탄소 에너지 사용을 장려하는 것이 핵심임.
  - 유럽에 입출항하는 총톤수 5천톤 이상의 선박을 대상으로 하며, 역외 운항은 항차 에너지 사용의 50%, 역내 운항은 100%를 적용하며, 2025년부터 단계적으로 적용될 예정임.
  - 연도별 기준이 되는 온실가스 집약도를 만족하지 못할 경우, 기준과 실제 사이의 차이 및 에너지 사용량을 고려하여 벌금을 부과 당하며 벌금을 납부하면 FuelEU 증서를 발급받게 되는데, 해당 증서를 2회 이상 제출하지 못할 경우 역시 EU로의 입항이 금지됨.
  - O EU는 컨테이너선과 여객선에 대해서는 2030년부터, EU 내에 2시간 이상 정박할 경우 육상전력공급장치(On-shore power supply) 혹은

재생에너지 사용을 통한 오염물질 배출을 강제할 예정임. (Zero-emission)

○ 정박 중 오염물질 배출제한 규정을 충족하지 못하는 선박 역시 벌금을 납부 (선내 설치 출력 × 정박시간 × 250유로)해야 함.

#### $\Box$ EU ETS

- 배출권거래제란 정부가 기업에 온실가스 배출허용량을 부여한 후, 기업이 허용량 이하의 온실가스를 배출할 경우 잔여분을 시장에서 거래 하도록 한 정책. 할당량을 초과하여 온실가스를 배출한 기업은 시장에서 배출권을 구매하여 부족분을 채울 수 있음. 할당량의 크기와 각 기업의 탄소감축 노력에 따라 배출권의 가격이 결정됨.
- EU의 배출권 거래제도는 2005년부터 철강, 전기, 화학, 시멘트 등의 사업에 시행되어 왔고 2005년 첫 시행 후 온실가스 배출량이 42.8% 감소함.
- 2021년부터 국제 항공 분야로 확대되었으며, 2024년부터 해운업종 에도 적용될 예정임.
- 해운부문의 경우 총화물톤수 5천GT 이상의 대규모 선박에 적용될 예정 이며 국적에 상관없이 EU 역내 항해를 위해 항구 사용을 요청한 선박과 EU 역외 항해 선박 배출량의 50%가 적용 대상이 될 것으로 보임.
- O 해운 부문 ETS는 2023~25년 사이 점진적으로 확대할 계획
- O EU 역외(EU 출발 혹은 도착) 운항의 경우 항차 배출량의 50%, 역내 운항은 배출량의 100%가 적용됨. 제출해야 하는 배출권은 2024년 부터 점진적으로 늘어나게됨. 구체적으로 2025년에는 2024년 보고된 배출량의 40%, 2026년에는 2025년 배출량의 70%, 2027년에는 2026년 배출량 전체에 대해 배출권을 구매해야함.

○ 만약 제출의무를 위반하는 경우에는 배출량(tCO2eq) 톤당 100유로의 벌금이 부과되고 미제출한 배출권도 차년도에 제출해야 함. 그리고 2회 이상 배출권을 제출하지 않을 경우, EU회원국 항만 당국은 입항을 거부하게 되는 구조임.

[표 3-5] EEXI, CII, EU ETS 및 FuelEU Maritime 비교

규제주체	IMO		EU	
규제명	EEDI/EEXI	CII	ETS	FuelEU maritime
규제대상	신조선+현존선		EU 입출항 선박(5천GT 이상)	
규제물질	CO ₂	CO ₂	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCS, PFCS, SF ₆ 6개 물질을 CO ₂ 등가물로 환산	CO ₂ , CH ₄ , N2O를 CO ₂ 등가물로 환산
적용시점	EEDI는 현 적용 중, EEXI: 2023,01,01	2023	2022.01.01 (해운은 2024년)	2025,01,01
규제단위	설계상 단위 중량, 거리 당 CO ₂ 배출량	실 운항 시 CO ₂ 배출량	운항 중 사용 연료의 배출량을 CO₂ 등가물로 환산	
패널티	불만족 시 운항 불가	등급별 차등 적용	CO ₂ 1톤당 100유로, 항만 추방 및 기국 통보	2년 연속 불만족 시 EU입항 금지

## Ⅲ. 주요 선사의 대응 동향

### 1. 온실가스 배출 규제에 따른 산업 영향

- □ 친환경 연료 기술 동향
  - 조선산업에서 대체연료 기술 전환은 진행 중이며, 현재 운항 중인 선박 중 약 6.52%가 대체연료 사용이 가능하다고 평가됨.
  - 다양한 친환경 연료 기술이 개발 및 보급되고 있으며, 최근 시장에서는 탄소포집장치(CCS)기술을 주목하고 있지만 궁극적으로 IMO 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해서는 친환경 연료로 대체하는 것이 유일한 해결책으로 판단됨.

[그림 3-15] 해운 탈탄소화 해결방안 및 온실가스 감축 잠재력

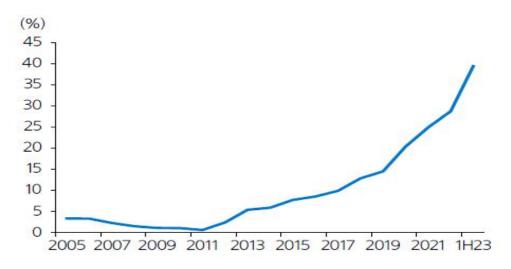
LOGISTICS AND DIGITALIZATION	HYDRODYNAMICS	MACHINERY	ENERGY	AFTER-TREATMENT
Speed reduction Vessel utilization Vessel size Alternative routes	Hull coating Hull-form optimization Air lubrication Cleaning	Machinery efficiency improvements  Waste-heat recovery  Engine de-rating Battery hybridization  Fuel cells	LNG, LPG Biofuels Electrification Methanol Ammonia Hydrogen Wind power Nuclear	Carbon capture and storage
>20%	5%-15%	5%-20%	0%-100%	0%-90%

Source: DNV

#### □ 친환경 선박 발주 동향

- 전세계 친환경 연료 선박의 도입은 확대되고 있는 추세임. 2020년 황산화물 배출 규제 이후 LNG 추진선 발주 증가하였으며 메탄올 추진선의 발주도 시작되었고, 그 밖의 암모니아, 수소, 원자력 추진 선박 연구 개발이 진행되고 있음.
- O LNG 추진선의 신조발주 비중이 두드러지게 증가되고 있으며 2017년 9.9%에서 2023년 6월 말 39%까지 급증하였음.
- 친환경 대체 연료추진 선박은 가격 경쟁력 측면에서 기존 전통 선박 대비 높은 건조 비용이 들기 때문에 선주사 투자 부담 증가라는 치명 적인 약점이 있음. 이는 친환경 선박의 건조 원가를 정확히 추정하는데 어려운 이유가 한몫하고 있음. 또한, 이를 건조할 수 있는 조선사도 부족한 상황임. 즉, 친환경 연료 선박 건조 경험이 부족할 뿐만 아니라 건조 능력까지 제한되는 상황임.

[그림 3-16] 신조선 발주량 중 LNG추진선의 비중

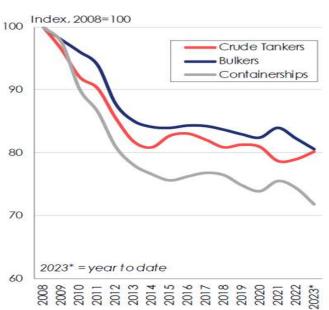


Source: Clarkson

#### 2. 주요 해운선사 대응 사례

#### □ 선속감속

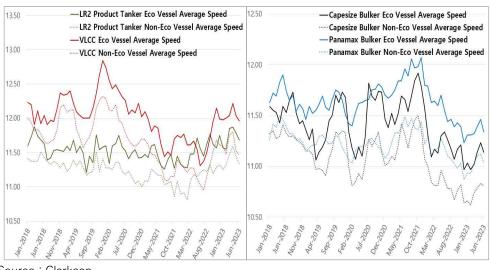
- 현재 EEXI와 CII 규제 대응을 위한 주요 방안으로 1)감속운항, 2)친환경 연료 사용, 3)친환경 선박 신조, 4)노후선 폐선 등이 있으며, 그 중에서도 감속 운항이 선주와 선사들 입장에서 가장 편리한 대응 수단임. 친환경 신조와 친환경 연료 확대의 경우 선박 건조 및 벙커링 인프라 확보 등에 시간이 필요해 단기 규제 대응의 주요 수단으로 활용하기에는 현실적으로 어렵기 때문임.
- 실제로 세계 최대 선급 협회인 DNV가 조사한 결과에 따르면 친환경 기술에 대한 선주 및 선사들의 선호도가 감속운항, 선체도장, 그리고 프로펠러 성능 개선 순으로 나타남.



[그림 3-17] 선종별 평균선박 운항 속력 추이

Source : Clarkson

- O Clarkson에 따르면 2008년 이후 선종별로 20~30% 수준 선속 감속이 이뤄지고 있음. 하지만 이것은 2008년 금융위기 이후를 기점으로 하기에는 경제불황과 과잉 공급으로 인한 감속운항(slow steaming)이 오랜 기간 지속이 되었기 때문에 EEDI규제가 본격적으로 시작된 2015년을 기준으로 하면 약 5~6% 수준으로 감속된 것을 추정됨.
- 2018년을 기준으로 탱커선 및 벌크선의 경우 같은 사이즈의 동형 중고선 대비 신조선이 약 1knot 정도 빠른 것으로 분석되는데 이러한 차이는 선박의 운송 서비스측면에서 선박수익력이 누적되기 때문에 시장경쟁력이 중요한 요소가 될 수 있음.



[그림 3-18] 탱커 및 벌크선의 신조 및 중고선 선속 차이

Source: Clarkson

○ 탄소 배출규제들이 시행되면서, 선박의 운항속도에 제약이 커질수 있다는 점도 고려해야 함. 해운업종의 운임이 강세국면에 돌입하거나, 선박연료유 가격이 하락하는 국면에서는 운항 속도를 높이는 것이 일반적임. 반대로 시황침체로 운임이 하락하거나, 선박연료유 가격이 급격히 상승하는 국면에서는 선박속도를 낮추는 저속운항(slow steaming)에 나서게 됨.

- ☞ 참고로 저속운항은 연료비를 절감할 뿐만 아니라, 해운시장으로의 선박 공급을 축소시키는 역할을 함.
- 2023년 6월 기준 해운시황은 선주사들이 선박 운항속도를 높여도 이상 하지 않은 수준임. 운임은 비교적 견고하고, 해상물동량은 회복되고 있으며, 선박연료유 가격도 2022년 대비로는 안정화 되어가는 추세 이기 때문임.
- 선박 운항속도 조절이 탄소배출감축에 효과적이기 때문에 환경규제 강화로 선박 운항속도는 향후 오히려 하락할 가능성이 높음.
  - ☞ 세계 선박에서 배출되는 이산화탄소는 전체 배출량에서 2008년 기준 3.8%, 2023년 기준 2.2% 비중을 차지함.
  - ☞ 같은시기에 전세계 선복량이 무려 91% (CAGR 4.4%) 증가한 것을 고려하면 이산화 탄소 배출량이 크지 않은 이유는 선박의 감속운항이 큰 역할을 한 것으로 추정됨.



[그림 3-19] 선대증가율 및 선박 탄소배출량 추이

Source : Clarkson

- O IMO의 EEXI 규제로 일부 선박들은 강제적으로상당한 엔진 출력을 제한당하고, 심지어는 이러한 선박들 조차도 매년 탄소배출량 측정을 받아야 하는 CII규제를 충족하기 위해 선박 운항속도를 높이기 어려운 상황임. 이러한 규제는지속적으로 목표 설정치를 높이기 때문에 선속은 더욱 감소될 가능성이 커서 선박의 공급감소효과는 상당기간 지속될 가능성이 높음.
- 탄소배출규제로 인한 구조적인 변화는 다시 해운시장의 운임을 지지하는 역할을 하며, 선박 운항거리 증가와 해상 물동량 회복과 합쳐지면서, 추가적인 선박발주 수요를 유발할 가능성이 큼.
- 따라서 기존의 상당한 규모의 노후 선복량을 대규모로 교체하는 수요를 가정하지 않더라도, 향후 꾸준히 견고한 선박발주 수요를 있을 것으로 전망됨.

### □ 에너지 효율 개선 기술 도입

- O IMO 에너지 효율 기술 포털에 따르면, 선박 효율화를 위한 기술은 5개 분야 32가지에 달하지만 선속 감속에도 불구하고 열등급(D와 E)을 피할 수 없는 선박들은 에너지 효율 개선 계획(SEEMP) 수립 및 승인을 위해 추가적인 기술 적용을 고려해야 함.
- O 하지만, 문제는 압도적인 효과가 입증된 주류 기술이 아직 미흡하다는 점이며 이는 선주들이 SEEMP 승인을 위해 값비싼 비용이 발생하는 결정을 내려야 하는 상황을 필연적으로 발생하고 있음.

[표 3-6] 선박 에너지 효율 개선 기술

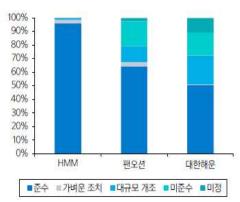
분야	구분	기능	연료 사용량 감축 정도
주기관 엔진 성능 최적화(수동)		실제 운영 상황(적재량 등)에 맞춰 엔진을 조율 (수동)	1~4%
	축 발전기(shaft generator)	메인 추진 엔진에서 전력 생산	2~5%
추진기 및 선체 선체 청소		선체 부착물(fouling)을 제거하여 유체역학적 성능을 개선	1~5%
	선체 코 <mark>팅</mark>	선체 코팅으로 물 저항을 감축	1~4%
	선체 형태 최적화	선체 형태를 최적화하여 물 저항을 감축	4~8%
		구상선수(bulbous bow) 개조	구상선수 개조는 3~5%
	선체 개조(retrofit)	선수추진기(thruster tunnel) 및	선수추진기 최적화는 0.5~1%
		빌지킬(bilge keel) 최적화로 저항 감축	빌지킬 최적화는 0.25~1%
	프로펠러 광택작업	프로펠러 부착물(fouling) 제거	3~4%
	추진체 개선 장비(PID)	추진체 개선 장비 설치	0.5~5%
에너지 소비	에너지 효율적 조명 시스템	LED 등의 조명 장치를 활용하여 에너지 효율성 제고, 열 손실을 방지	0,25~5%
	전기 모터 사용 주기 조절	모터 작동 주기를 조절하여 모터 로드(load) 최적화	2~10%
운항 최적화	자동화 파일럿(autopilot)	자동화 시스템으로 선박 방향타(rudder)를 제어, 에너지 효율을 극대화	0.25~1.5%
	날씨 라우팅	항로 계획 시 기상 상황 반영	0~5%

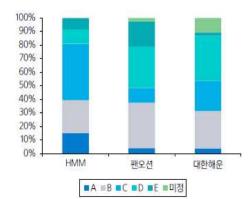
참고: Energy Efficiency Technologies Information Portal 내 기술 중,기술성숙도가 성숙 단계에 들어선 모든 선박에 적용 가능한 기술만 인용함. Source: Green Voyage 2050, 삼성증권

### □ 국내 주요 선사의 대응

- O 2021년 국내 선복에 대한 EEXI 및 CII 규제에 대한 영향도를 평가 하였는데 국적선의 경우 국적선 649척 중 470척(72.4%)이 규제 위험에 노출되어 있는 것으로 나타났으며, CII의 경우 684척 중 열위 등급 (D와 E)이 예상되는 선박이 234척으로 34.2%에 달할 것으로 전망됨.
- 국적선사들의 평균 선령이 8~10년 사이인 반면, 선종별 글로벌 평균은 12~14년 대비 낮으며, 미준수 국적선 470척 중 98.5%에 달하는 463척이 기관출력제한 장치를 설치해 규제를 대응하고 있다고 보고됨.

[그림 3-20] 국적선사 EEXI 및 CII 규제 영향

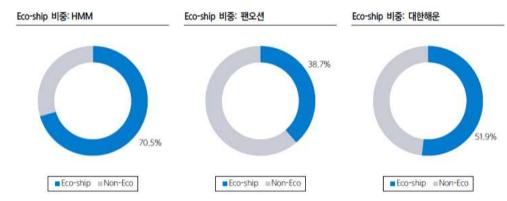




Source: Clarkson

- O Clarksons 기준 국적 선사별 선대 현황을 살펴보면, HMM의 선대 중 98.6%가 EEXI 규제를 가벼운 조치를 통해 대응이 가능할 것으로 보이며, CII 등급의 경우 열위 등급 선박의 비중이 19.1% 수준일 것으로 추산됨.
- 팬오션과 대한해운의 경우, 선대 중 32.5%, 48.9%가 EEXI 규제 대응을 위해서 대규모 선체 개조가 필요하거나 미준수, 혹은 등급 미정 판정을 받을 것으로 예상되며, CII 등급 또한 열위 및 등급 미정이 예상되는 선박의 비중이 51.5%, 46.3%에 달할 것으로 전망됨.
- 2019년부터 대규모 신조선 인도가 이어졌던 HMM의 경우 선대 내 Eco-ship 비중이 70.5%인 반면, 팬오션과 대한해운은 각각 38.7%, 51.8% 수준임.

[그림 3-21] 국적선사별 Eco-선복량 비중(HMM-팬오션-대한해운)



Source : Clarkson

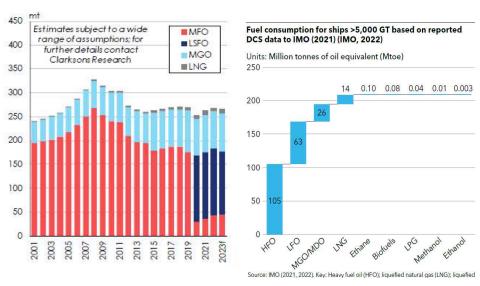
# 제2절 미래 친환경 선박 연료원에 대한 전망

# I. 국내 친환경 연료 수요 추정

#### 1. 국내 연료시장 규모 추정

- □ 세계 선박연료유 시장 규모
  - O 세계 선박 연료 소비는 2023년 약 265백만톤으로 벙커유(MFO, LSFO, MGO)가 전체의 95% 이상 차지함
  - O 2020년 고유황유 대부분이 저유황유로 대체되었으나, 스크러버 설치 선박 증가로 고유황유 소모량이 점차 증가

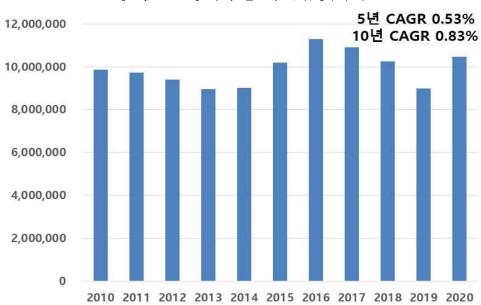
[그림 3-22] 세계 선박 연료에너지 소모량(좌) 및 선박 연료에너지별 소모량 비중(우)



Source: Clarkson(L), IMO(R)

#### □ 국내 선박연료 시장 규모

- O 2020년 연료 사용량은 10,465,695MT로 전년 대비 12.3% 증가하였음
- 2010년~2020년 국내 선박연료 시장 규모 평균은 약 10백만톤(벙커유 약 95백만톤과 LNG 약 0.5백만톤 등)
- O HSFO는 전체 선박 연료유 비중의 40% (4,198,365MT)로 감소하였으며, MGO는 15%(1,593,467MT), LSFO는 40%(4,115,787MT), LNG는 5%(530,108MT)를 차지하였음.

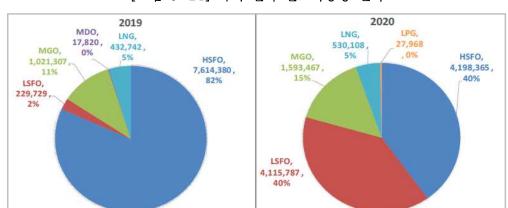


[그림 3-23] 국내 연료유 공급량(M/T)

Note : Kliter를 MT 전환 Factor 0.939

Source: 도현재, 이소영, "국제해사기구의 환경규제 강화에 따른 벙커링산업 대응 전략

연구",한국에너지경제연구원, 2020



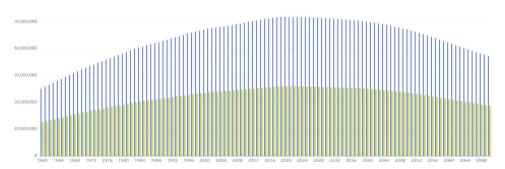
[그림 3-24] 국적 선사 연료사용량 변화

Note: MGO(Marine Gas Oil, 선박용 경우)와 MDO(Marine Diesel Oil, 선박용 디젤유)는 선박 정박중에 디젤엔진을 가동하기 위해 사용하며 순도가 상대적으로 높아 가격이 높은편

Source: 김대진, "선박 대체연료 확산이 해운산업에 미치는 영향", 한국산업은행, 2022

# 3. 국내 선박연료 시장 규모 전망

- □ 국내 인구 구조 및 GDP 전망
  - 국내 선박연료 시장 규모 전망 위해 수출입에 가장 큰 영향을 주는 우리 나라 경제전망 자료를 검토함



[그림 3-25] 우리나라 인구구조 전망

Source: 통계청

- 우리나라 인구는 2020년 정점을 기점으로 감소추세로 접어들었음.
- 특히, 15~64세까지 생산연령의 인구 감소되기 시작하였으며 65세 이상의 고령인구의 비중이 급격히 증가하고 있음.
- O KDI 자료에 따르면 우리나라 GDP 성장률이 2023년을 기점으로 하락 추세에 있다고 보고하고 있음.
- 동자료에 따르면 기준 시나리오인 총요소생산성이 1.0% 유지될 것을 가정하여도 1인당 GDP 증가율은 2.0%에서 2050년 1.3%로 하락할 것으로 예상되며, 장기경제성장률 또한 0.5%로 하락할 것으로 전망 하고 있음.



[그림 3-26] 우리나라 GDP 전망

Source: KDI

## □ 선박 입출항 전망

- 국내 선박연료 시장 수요에 직접적인 영향을 미치는 요소는 선박 입출항 이며 우리나라 주요 항만의 선박 입출항 자료를 분석하였음.
- 외항선박의 톤수를 기준으로 5년 CAGR 1.05%이며, 10년 CAGR 1.65%이며, 내항의 경우 톤수를 기준으로 5년 CAGR 4.52%이며, 10년 CAGR 3.80%임.

[표 3-7] 우리나라 선박입출항 현황

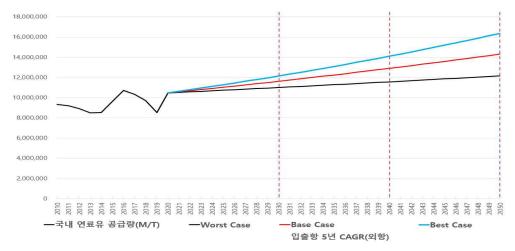
		·		이런트 4		
	총척수	총톤수	외항착수	외항톤수	내항착수	내항톤수
2001년	352,411	1,858,784,830	122,827	1,546,534,290	229,584	312,250,540
2002년	370,250	1,963,127,060	134,092	1,647,888,008	236,158	315,239,052
2003년	385,987	2,051,274,347	141,583	1,723,182,245	244,404	328,092,102
2004년	375,635	2,159,533,152	149,643	1,854,419,114	225,992	305,114,038
2005년	376,794	2,337,370,297	154,700	2,015,771,885	222,094	321,598,412
2006년	385,333	2,433,109,022	157,398	2,102,782,059	227,935	330,326,963
2007년	401,875	2,609,283,689	165,789	2,251,076,669	236,086	358,207,020
2008년	418,548	2,751,629,155	166,020	2,366,673,105	252,528	384,956,050
2009년	395,634	2,758,094,516	155,758	2,398,255,116	239,876	359,839,400
2010년	403,209	3,084,791,397	164,745	2,716,516,459	238,464	368,274,938
2011년	401,009	3,332,703,637	167,131	2,962,026,211	233,878	370,677,426
2012년	395,035	3,473,469,009	169,389	3,115,504,097	225,646	357,964,912
2013년	390,245	3,595,361,787	166,591	3,233,752,601	223,654	361,609,186
2014년	385,941	3,667,787,078	161,397	3,299,582,184	224,544	368,204,894
2015년	400,746	3,943,939,710	166,560	3,553,358,892	234,186	390,580,818
2016년	407,655	4,167,597,481	170,265	3,710,803,081	237,390	456,794,400
2017년	390,361	4,080,917,584	168,167	3,648,530,956	222,194	432,386,628
2018년	370,317	4,041,099,663	162,087	3,627,968,893	208,230	413,130,770
2019년	366,763	4,116,450,002	160,613	3,683,795,812	206,150	432,654,190
2020년	354,934	4,066,381,697	150,380	3,617,457,853	204,554	448,923,844
2021년	354,277	4,096,104,838	146,419	3,616,792,804	207,858	479,312,034
2022년	362,732	4,153,848,135	145,118	3,652,947,459	217,614	500,900,676
2023년	365,713	4,338,279,359	149,929	3,823,041,363	215,784	515,237,996
5년CAGR	-0.25%	1.43%	-1.55%	1.05%	0.72%	4.52%
10 <u>∃</u> CAGR	-0.60%	1.88%	-0.82%	1.65%	-0.44%	3.80%

출처 : PORT-MIS

- □ 국내 선박연료 시장 규모 추정
  - 국내 선박연료 시장에 가장 크게 영향을 미치는 요소인 외항 선박 입출항 연평균 성장률을 선정하였으며 2050년까지 장기적인 시장 규모의 성장을 추정하는데 있어 1.05%를 Base case로 정하고 Worst case를 0.5%, Best case를 1.5%로 가정하였음.
  - 국내선박연료 시장은 유류연료를 기준으로 2020년 약 10.5백만톤이며 외항선박 입출항 연평균 성장률을 Base case로 하여 2050년까지 1.0%로 성장할 것으로 추정하였으며, 약 14.3백만톤으로 예상되며, Worst case(CAGR 0.5%) 약 12.1백만톤, Best case(CAGR 1.5%) 약 16.4백만톤으로 추정됨.
  - 이는 유류를 기준으로 2050년까지 연료유 시장의 에너지원 변화를 고려하지 않았기 때문에 이를 기준으로 2050년까지 추정된 연료에너지원의 구성비를 추정하여 선박 친환경 연료의 시장규모를 추정하여야 함.

[표 3-8] 시나리오 설정

시나리오	CAGR
Worst Case	0.50%
Base Case : 입출항 5년 CAGR(외항)	1.05%
Best Case	1.50%



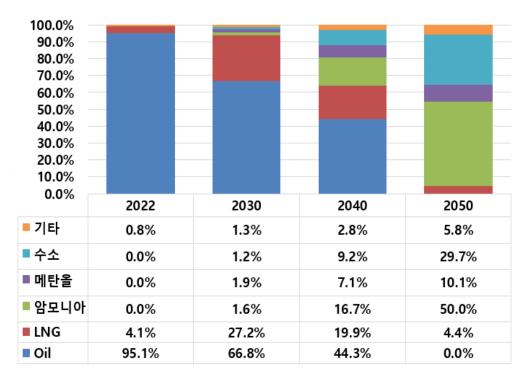
[그림 3-27] 국내 선박연료 시장 규모 추정

# Ⅱ. 국내 친환경 연료 구성의 변화 전망

### 1. 친환경 연료 구성비 분석

### □ Clarkson 전망

O 2022년 발표된 Clarkson의 Fuelling Transition에 따르면 선박연료에너지원 벙커비중이 2022년 유류 벙커가 95.1%, LNG 벙커 4.1%가 2030년에 유류벙커가 66.8%까지 감소하고 LNG 벙커가 27.2%로 증가할 것으로 예상함. 이 비중은 2050년까지 유류벙커 0%, LNG 4.4% 수준까지 감소하고 이를 암모니아가 50.0%까지 확대하며, 수소 29.7%, 메탄올 10.1%로 친환경연료로 대부분이 대체될 것으로 예측하였음.

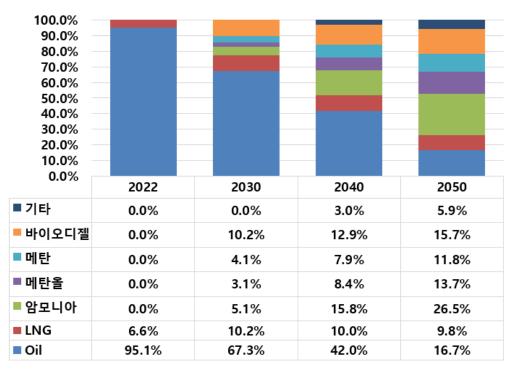


[그림 3-28] 미래 선박연료 에너지원별 비중 전망(Clarkson)

Source: Clarkson

### □ McKinsey 전망

- O Maersk사가 McKinsey에 의뢰하여 2022년 10월~11월경에 미래 선박연료 에너지원에 대하여 세계 63개 해운선사를 대상으로 설문 조사를 시행하였으며, 29개의 유효한 설문지를 분석하여 2050년까지 친환경 선박연료의 구성비에 대해 분석하였음.
- 동 보고서에 따르면2030년에 유류벙커가 67.3%까지 감소하고 LNG 벙커가 10.2%로 증가할 것으로 예상함. 이 비중은 2050년까지 유류 벙커 16.7%, LNG 9.8% 수준까지 감소하고 이를 다양한 친환경 에너지원이 대체할 것으로 예상하였음. 그 중 암모니아가 26.5%까지 가장 크게 확대될 것으로 예측하였으며, 메탄올 13.7%, 메탄 11.8%, 바이오디젤이 15.7%를 차지할 것으로 예측하였음.



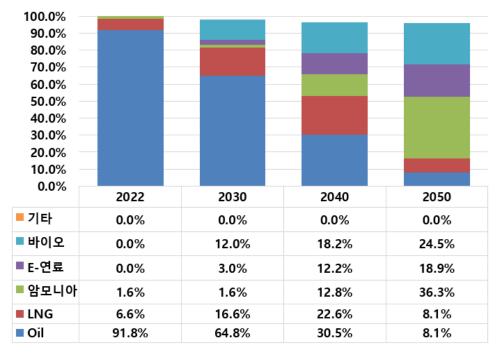
[그림 3-29] 미래 선박연료 에너지워별 비중 전망(McKinsev)

Note: 2040년의 연료 구성비는 2030년과 2050년 추정치의 평균값으로 계산

Source: McKinsey

#### □ DNV 전망

- O DNV 조사에 따르면 2030년에 유류벙커가 64.8%까지 감소하고 LNG 벙커가 16.6%로 증가할 것으로 예상함.
- O 2040년까지 유류벙커 30.5%까지 감소하고 LNG 22.6% 수준까지 증가할 것으로 예측하고 있으며 다른 친환경 연료인 암모니아 12.8%, 탄소중립에너지 12.2%, 바이오연료 18.2% 수준으로 대체될 것이라고예측하였음.
- 2050년까지 유류벙커 8.1%, LNG 8.1% 수준까지 감소하고 이를 다양한 친환경 에너지원이 대체할 것으로 예상하였음. 이 중 암모니아 36.3%, 탄소중립에너지 18.9%, 바이오연료 24.5% 수준으로 대체될 것이라고 예측하였음.

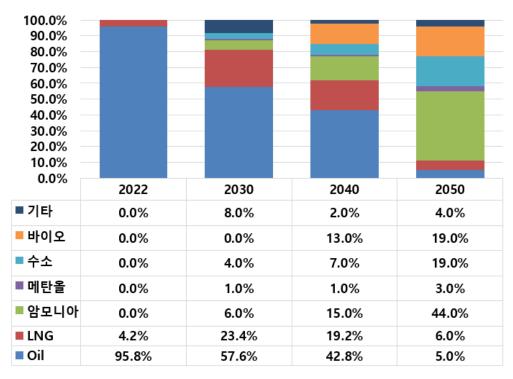


[그림 3-30] 미래 선박연료 에너지원별 비중 전망(DNV)

Source: DNV, Energy Transition Outlook(2023)

#### □ IEA 전망

- O IEA 조사에 따르면 2030년에 유류벙커가 57.6%까지 감소하고 LNG 벙커가 23.4%로 증가하며, 친환경연료는 암모니아 6.0% 수준으로 증가할 것으로 예상함.
- 2040년까지 유류벙커 42.8%까지 감소하고 LNG 19.2% 수준까지 소폭 감소할 것으로 예측하고 있으며 다른 친환경 연료인 암모니아 15.0%, 바이오에너지 13.0%, 수소 7.0% 등으로 대체될 것이라고 예측 하였음.
- 2050년까지 유류벙커 5.0%, LNG 6.0% 수준까지 감소하고 이를 다양한 친환경 에너지원이 대체할 것으로 예측하고 있으며 다른 친환경연료인 암모니아 44.0%, 바이오에너지 19.0%, 수소 19.0% 등으로대체될 것이라고 예측하였음.

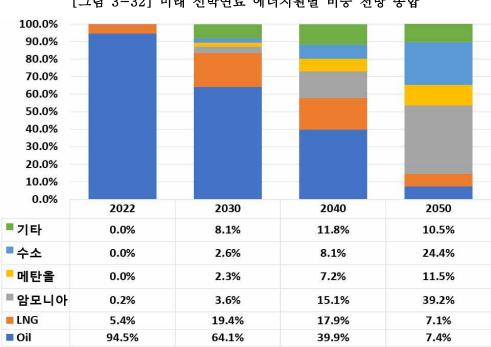


[그림 3-31] 미래 선박연료 에너지원별 비중 전망(IEA)

Source: IEA Net zero roadmap

- □ 미래 선박연료 에너지원별 전망치 종합
  - O 해외 유수의 기술개발 및 연구기관에서 발표한 미래 선박연료 에너지 워별 비중 전망치에 대한 평균값을 도출하여 에너지워 비중을 추정함.
  - 2030년에 유류벙커가 64.1%까지 감소하고 LNG 벙커가 19.4%로 증가하며, 친환경연료는 암모니아 3.6% 수준으로 증가할 것으로 추정됨
  - 2040년까지 유류벙커 39.9%까지 감소하고 LNG 17.9% 수준까지 소폭 감소할 것으로 보이며, 다른 친환경 연료인 암모니아 15.1%로 대폭 증가할 것으로 추정됨. 그밖에 메탄올 7.2%, 수소 8.1% 수준으로 대체될 것으로 추정됨.

- O 2050년까지 유류벙커 7.4%. LNG 7.1% 수준까지 대폭 감소할 것으로 추정되며, 이를 암모니아 39.2%로 확대되어 압도적인 시장점유를 할 것으로 추정되며, 수소가 24.4%, 메탄올 11.5%로 확대될 것으로 예상됨.
- O 기존의 화석연료 기반의 유류벙커가 친환경 연료인 암모니아, 수소. 메탄올로 대체되는 과정에서 LNG가 전환연료로 에너지워의 근본적인 대체로 인한 시장충격을 어느 정도 완화시켜 줄 것으로 예상됨.



[그림 3-32] 미래 선박연료 에너지원별 비중 전망 종합

- □ 국내 전문가 집단 인터뷰 결과에 따른 전망치 종합
  - 국내 전문가 집단을 대상으로 서면 인터뷰를 진행하였으며 친환경 선박 에너지원별 구성의 향후 전망에 대한 의견을 수렴하였음.

- 전문가 설문집단을 선사집단, 연료공급업집단, 기술집단, 정책 및 학계 집단 등 총 4개의 집단으로 구분하여 40인에 대한 의견을 수렴하였음.
- 전문가들의 설문조사 결과에 따르면, 현재 선박 연료 시장의 주류인 유류벙커는 2030년 70.9%에서 2050년에는 29.5%까지 크게 감소할 전망임. 하지만 이는 국제 에너지 기관(IEA) 등 해외 전망 대비 에너지 대체 수준이 낮은 수치로, 국내 정책, 기술 개발 속도 등 국내 산업에 대한 불확실성으로 인한 차이를 반영하는 것으로 보임.

[그림 3-33] 전문가 서면 설문 대상자 구분

#### 선사: 8곳 10부

#### 연료 공급: 10곳 10부

# 기술그룹: 9곳 10부

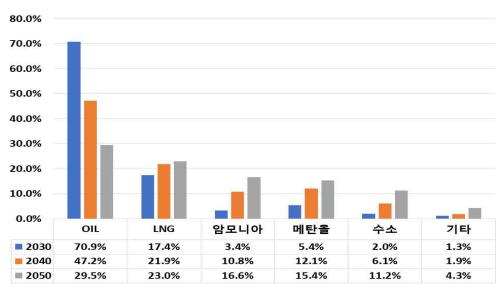
#### 정책/학연: 10곳 10부

폴라리스/ HMM/ HMMOS/ 시도상선/ 팬오션/ 윌헴슨/ 에이치라인/ 글로비스/ ING협회/ IPG협회/ 포스코인터네셔널/ SK가스/ KOLB/ 해운조합/ 천배유조/ 청담해운/ 대정마린/ 상지해운/

HD중공업/ 삼성중공업/ 한화오션/ NK/ DNV/ KR/ 윈지디/ Kongsberg/ MAN/ KMI/ BDI/ KOMSA/ KMC/ KOMERI/ KRISO PA(부산,울산,경기평택)/ 해운협회/

- 해외 전망치와의 차이점은 유류벙커 시장의 감소에 대하여 부정적으로 보고 있으며 LNG의 경우에도 전환연료로서도 중요하지만 지속적으로 시장점유를 유지할 것으로 보고 있음. 유류벙커의 감소와 함께 친환경 연료로서 LNG의 중요성이 더욱 커질 것으로 전망하고 있음. 2030년 까지 17.4%로 LNG 시장 점유율을 끌어올리며 2050년 23.0%까지 증가할 것으로 예상됨. 이는 LNG이 탄소 배출량 감축 목표 달성에 중요한 역할을 할 수 있다고 보고 있음.
- 국내 전문가 집단의 설문조사 결과는 IMO MEPC 80차 회의에 따른 결과치 2050년 탄소배출 제로라는 목표치 대비 상당히 보수적인 전망치를 보여주고 있음. 이는 IMO 초기전략 목표치인 2050년 탄소배출 50% 감축 목표치와 부합된다는 점에서 국내의 친환경 인프라, 정책지원, 국제협력 등 다양한 불확실한 요소가 반영된 결과로 보여짐.

O LNG 외에도 암모니아(16.6%), 메탄올(15.4%), 수소(11.2%) 등 다양한 친환경 연료들이 선박 연료 시장에 등장할 것으로 전망하고 있으나 현재의 유류연료처럼 대세 선박연료에 대해서는 불확실한 것으로 보임. 각 연료의 기술적 성숙도와 경제성에 따라 시장 점유율은 달라질 것으로 예상하고 있다는 것을 보여주고 있음.



[그림 3-34] 미래 연료 에너지 구성비에 대한 전문가 설문결과

○ 전문가 설문결과 IMO의 Net-zero 목표 달성 가능성에 대해 의견이 수렴하였으며, 선사집단, 기술집단, 정책및학계집단은 약 65%수준으로 달성가능성을 평가하고 있지만, 선박연료공급업집단의 경우에는 42% 수준으로 상당히 부정적인 전망을 제시함. 전체를 기준으로 한 달성 가능성은 60%를 약간 상회하는 수준으로 실질적으로 Net-zero 달성 가능성에 회의적 시각이 존재함.



[그림 3-35] IMO Net zero 목표 달성가능성에 대한 전문가 설문결과(%)

#### 2. 친환경 연료 구성비별 에너지원 규모 추정

- □ 에너지워별 열량 특성
  - O 다양한 선박연료별 질량당 에너지 밀도는 다음 표와 같이 측정됨. MGO는 42.7 MJ/kg, LNG 50 MJ/kg, 암모니아 18.6 MJ/kg, 메탄을 19.9 MJ/kg, 수소 120 MJ/kg임.
  - 현재 유류 기반으로 추정된 선박 연료 에너지 시장 규모와 미래 선박 연료 에너지원 구성비를 활용하여, 연료별 열량을 고려한 동일 열량 기준의 양을 추정할 수 있음.
    - LNG: 유류 대비 0.85배의 양이 필요함. 즉, 유류 1톤 대비 LNG 0.85톤이 동일한 에너지를 제공.
    - ❤ 암모니아: 유류 대비 2.3배의 양이 필요함. 즉, 유류 1톤 대비 암모니아 2.3톤이 동일한 에너지를 제공.
    - 메탄올: 유류 대비 2.15배의 양이 필요함. 즉, 유류 1톤 대비 메탄올 2.15톤이 동일한 에너지를 제공.
    - ☞ 수소: 유류 대비 0.36배의 양이 필요함. 즉, 유류 1톤 대비 수소 0.36톤이 동일한 에너지를 제공.
  - 선박 연료 에너지원 전환 시, 각 연료의 저장/운송 효율도 고려해야 하지만 본 연구에서는 반영하지 않았음.

[표 3-9] 선박연료별 기술적인 특성

Fuel type	LHV* [MJ/kg]	Volumetric energy density [GJ/m³]	Storage pressure [bar]	Storage Temperature
MGO	42.7	36.6	1	20
LNG	50	23.4	1	-162
Methanol	19.9	15.8	1	20
Liquid ammonia	18.6	12.7	1/10	-34/20
Liquid hydrogen	120	8.5	1	-253
Compressed hydrogen	120	7.5	700	20

*LHV: Lower heating value. Based on De vries (2019)

Source: IRENA

## □ Clarkson 전망에 따른 선박연료 에너지원별 규모 추정

O Base case를 기준으로 2030년 유류벙커 776만톤, LNG 270만톤, 수소 4.8만톤, 메탄올 48만톤, 암모니아 41만톤으로 규모가 형성되며, 2040년 유류벙커 571만톤, LNG 218만톤, 암모니아 493만톤, 메탄올 196만톤, 수소 4.2만톤으로 규모가 형성되며, 2050년 유류벙커는 사라지고, LNG 53만톤, 암모니아 1,643만톤, 메탄올 311만톤, 수소 151만톤으로 총 2,159만톤 규모가 형성될 것으로 추정됨.

[표 3-10] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Clarkson 2030 전망치 기준, 톤)

2030				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	7,348,975	7,761,208	8,113,842	
LNG	2,554,196	2,697,471	2,820,032	
암모니아	392,350	414,358	433,185	
메탄올	458,398	484,112	506,108	
수소	45,611	48,169	50,358	

#### [표 3-11] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Clarkson 2040 전망치 기준, 톤)

2040				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	5,125,665	5,716,831	6,248,127	
LNG	1,961,038	2,187,214	2,390,483	
암모니아	4,424,386	4,934,670	5,393,275	
메탄올	1,759,726	1,962,683	2,145,085	
수소	379,368	423,122	462,445	

## [표 3-12] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Clarkson 2050 전망치 기준, 톤)

2050				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	0	0	0	
LNG	455,783	536,866	613,420	
암모니아	13,948,708	16,430,155	18,772,987	
메탄올	2,644,201	3,114,599	3,558,721	
수소	1,285,875	1,514,630	1,730,606	

[표 3-13] 선박연료 에너지원별 규모 추정(Clarkson Base case 전망치 기준, 톤)

Base Case	2030	2040	2050
Oil	7,761,208	5,716,831	0
LNG	2,697,471	2,187,214	536,866
암모니아	414,358	4,934,670	16,430,155
메탄올	484,112	1,962,683	3,114,599
수소	48,169	423,122	1,514,630
합계	11,405,318	15,224,519	21,596,250

- □ Mackinsey 전망에 따른 선박연료 에너지원별 규모 추정
  - O Base case를 기준으로 2030년 유류벙커 782만톤, LNG 101만톤, 암모니아 136만톤, 메탄올 76만톤 규모가 형성되며, 2040년 유류벙커 541만톤, LNG 110만톤, 암모니아 467만톤, 메탄올 232만톤으로 규모가 형성되며, 2050년 유류벙커는 238만톤, LNG 120만톤, 암모니아 870만톤, 메탄올 421만톤으로 총 1,650만톤 규모가 형성될 것으로 추정됨.

[표 3-14] 선박연료 에너지원별 규모 추정(McKinsey 2030 전망치 기준, 톤)

2030				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	7,408,777	7,824,365	8,179,869	
LNG	1,314,452	1,388,185	1,451,258	
암모니아	244,488	258,202	269,934	
메탄올	156,946	165,749	173,280	
수소	0	0	0	

[표 3-15] 선박연료 에너지원별 규모 추정(McKinsey 2040 전망치 기준, 톤)

2040				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	4,857,457	5,417,689	5,921,184	
LNG	1,354,582	1,510,812	1,651,219	
암모니아	795,161	886,871	969,292	
메탄올	452,325	504,493	551,379	
수소	0	0	0	

[표 3-16] 선박연료 에너지원별 규모 추정(McKinsey 2050 전망치 기준, 톤)

2050				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	2,025,810	2,386,197	2,726,453	
LNG	1,395,378	1,643,613	1,877,981	
암모니아	1,401,518	1,650,845	1,886,245	
메탄올	777,505	915,821	1,046,411	
수소	0	0	0	

[표 3-17] 선박연료 에너지원별 규모 추정(McKinsey Base case 전망치 기준, 톤)

Base Case	2030	2040	2050
Oil	7,824,365	5,417,689	2,386,197
LNG	1,012,425	1,101,859	1,198,713
암모니아	1,360,787	4,674,015	8,700,338
메탄올	763,135	2,322,763	4,216,579
수소	0	0	0
합계	10,960,712	13,516,326	16,501,828

#### □ DNV 전망에 따른 선박연료 에너지원별 규모 추정

O Base case를 기준으로 2030년 유류벙커 752만톤, LNG 164만톤, 암모니아 42만톤 규모가 형성되며, 2040년 유류벙커 392만톤, LNG 250만톤, 암모니아 380만톤으로 규모가 형성되며, 2050년 유류벙커는 115만톤, LNG 98만톤, 암모니아 1,200만톤으로 총 1,408만톤 규모가 형성될 것으로 추정됨.

[표 3-18] 선박연료 에너지원별 규모 추정(DNV 2030 전망치 기준, 톤)

2030				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	7,128,591	7,528,462	7,870,521	
LNG	1,559,533	1,647,014	1,721,847	
암모니아	404,077	426,743	446,132	
메탄올	0	0	0	
수소	0	0	0	

[표 3-19] 선박연료 에너지원별 규모 추정(DNV 2040 전망치 기준, 톤)

2040				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	3,522,418	3,928,674	4,293,787	
LNG	2,236,270	2,494,189	2,725,987	
암모니아	3,404,731	3,797,414	4,150,328	
메탄올	0	0	0	
수소	0	0	0	

[표 3-20] 선박연료 에너지원별 규모 추정(DNV 2050 전망치 기준, 톤)

2050				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	981,448	1,156,046	1,320,891	
LNG	838,157	987,263	1,128,040	
암모니아	10,138,994	11,942,700	13,645,651	
메탄올	0	0	0	
 수소	0	0	0	

[표 3-21] 선박연료 에너지원별 규모 추정(DNV Base case 전망치 기준, 톤)

Base Case	2030	2040	2050	
Oil	7,528,462	3,928,674	1,156,046	
LNG	1,647,014	2,494,189	987,263	
암모니아	426,743	3,797,414	11,942,700	
메탄올	0	0	0	
수소	0	0	0	
 합계	9,602,218	10,220,277	14,086,009	

#### □ IEA 전망에 따른 선박연료 에너지원별 규모 추정

O Base case를 기준으로 2030년 유류벙커 668만톤, LNG 232만톤, 암모니아 160만톤, 메탄올 25만톤, 수소 16만톤 규모가 형성되며, 2040년 유류벙커 552만톤, LNG 211만톤, 암모니아 444만톤, 메탄을 27만톤, 수소 32만톤으로 규모가 형성되며, 2050년 유류벙커는 71만톤, LNG 73만톤, 암모니아 1,446만톤, 메탄올 92만톤, 수소 96만톤으로 총 1,780만톤 규모가 형성될 것으로 추정됨.

[표 3-22] 선박연료 에너지원별 규모 추정(IEA 2030 전망치 기준, 톤)

2030					
유형	Worst Case	Base Case	Best Case		
Oil	6,333,252	6,688,510	6,992,405		
LNG	2,201,173	2,324,646	2,430,267		
암모니아	1,515,287	1,600,285	1,672,995		
메탄올	236,050	249,291	260,617		
수소	156,580	165,363	172,876		

[표 3-23] 선박연료 에너지원별 규모 추정(IEA 2040 전망치 기준, 톤)

2040					
유형	Worst Case	Best Case			
Oil	4,951,222	5,522,269	6,035,483		
LNG	1,894,298	2,112,776	2,309,128		
암모니아	3,981,947	4,441,203	4,853,948		
메탄올	248,121	276,738	302,457		
<del></del> 수소	288,028	321,247	351,102		

[표 3-24] 선박연료 에너지원별 규모 추정(IEA 2050 전망치 기준, 톤)

2050				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	607,743	715,859	817,936	
LNG	622,815	733,613	838,221	
암모니아	12,277,715	14,461,895	16,524,067	
메탄올	782,431	921,624	1,053,041	
수소	821,770	967,961	1,105,986	

[표 3-25] 선박연료 에너지원별 규모 추정(IEA Base case 전망치 기준, 톤)

Base Case	2030	2040	2050	
Oil	6,688,510	5,522,269 715,859		
LNG	2,324,646	2,112,776	733,613	
암모니아	1,600,285	4,441,203	14,461,895	
메탄올	249,291	276,738	921,624	
 수소	165,363	321,247	967,961	
합계	11,028,094	12,674,233	17,800,952	

## □ 선박연료 에너지원별 규모 종합 추정

O Base case를 기준으로 4개의 전망치를 평균하여 추정하면, 2030년 유류벙커 745만톤, LNG 192만톤, 암모니아 95만톤, 메탄올 37만톤, 수소 5만톤 규모가 형성되며, 2040년 유류벙커 514만톤, LNG 197만톤, 암모니아 446만톤, 메탄올 114만톤, 수소 18만톤으로 규모가 형성되며, 2050년 유류벙커는 106만톤, LNG 86만톤, 암모니아 1,288만톤, 메탄올 206만톤, 수소 62만톤으로 총 1,749만톤 규모가 형성될 것으로 추정됨.

[표 3-26] 선박연료 에너지원별 규모 종합 추정(톤)

Base Case	2030	2040	2050
Oil	7,450,636	5,146,366	1,064,526
LNG	1,920,389	1,974,009	864,114
암모니아	950,543	4,461,825	12,883,772
메탄올	374,134	1,140,546	2,063,201
수소	53,383	186,092	620,648
합계	10,749,086	12,908,839	17,496,260

- □ 국내 전문가 집단의 전망에 따른 선박연료 에너지원별 규모 추정
  - O Base case를 기준으로 2030년 유류벙커 823만톤, LNG 172만톤, 암모니아 90만톤, 메탄을 134만톤, 수소 8만톤 규모가 형성되며, 2040년 유류벙커 608만톤, LNG 240만톤, 암모니아 320만톤, 메탄을 335만톤, 수소 27만톤으로 규모가 형성되며, 2050년 유류벙커는 422만톤, LNG 280만톤, 암모니아 545만톤, 메탄을 473만톤, 수소 57만톤으로 총 1,780만톤 규모가 형성될 것으로 추정됨.
  - 국내 전문가 집단으로 추정된 미래 선박연료 구성비에서도 나타났듯 이 미래 선박연료에 대한 불확실성이 반영이되어 주도적인 미래 연료 에 대해 보수적으로 추정하고 있음. 주도적인 연료에 대해 예단하기 어렵기 때문에 다양한 연료로 구성비를 추정한 것으로 판단됨.
  - 본 연구에서 제안된 연구프레임워크를 기반으로 우리나라 미래 연료별 시장 비중을 추정하였으나 연료별로 생산, 정제, 저장, 유통 등 우리 나라의 연료공급 여건에 대한 분석을 기반으로 하지 않은 한계점이 있음.

[표 3-27] 선박연료 에너지원별 규모 추정(국내 전문가집단 2030 전망치 기준, 톤)

2030					
유형	Worst Case	Base Case	Best Case		
Oil	7,795,246	8,232,513	8,606,561		
LNG	1,636,570	1,728,372	1,806,902		
암모니아	858,663	906,828	948,031		
메탄올	1,274,668	1,346,170	1,407,334		
 수소	77,507	81,855	85,574		
합계	11,642,655	12,295,737	12,854,400		

[표 3-28] 선박연료 에너지원별 규모 추정(국내 전문가집단 2040 전망치 기준, 톤)

2040				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	5,457,972	6,087,464	6,653,205	
LNG	2,160,700	2,409,903	2,633,869	
암모니아	2,877,621	3,209,509	3,507,786	
메탄올	3,007,231	3,354,068	3,665,779	
수소	249,350	278,108	303,954	
합계	13,752,873	15,339,053	16,764,594	

[표 3-29] 선박연료 에너지원별 규모 추정(국내 전문가집단 2050 전망치 기준, 톤)

2050				
유형	Worst Case	Base Case	Best Case	
Oil	3,585,683	4,223,569	4,825,823	
LNG	2,383,305	2,807,291	3,207,592	
암모니아	4,632,047	5,456,079	6,234,080	
메탄올	4,021,695	4,737,146	5,412,632	
 수소	486,142	572,625	654,278	
합계	15,108,872	17,796,710	20,334,404	

[표 3-30] 선박연료 에너지원별 규모 종합 추정(국내 전문가집단 전망치 기준, 톤)

Base Case	2030	2040	2050	
Oil	8,232,513	6,087,464	4,223,569	
LNG	1,728,372	2,409,903	2,807,291	
암모니아	906,828	3,209,509	5,456,079	
메탄올	1,346,170	3,354,068	4,737,146	
 수소	81,855	278,108	572,625	
 합계	12,295,737	15,339,053	17,796,710	

KOREA MARITIME & OCEAN UNIVERSITY

**CHAPTER** 

# IV

# 투자수요 추정

제1절 추정의 방법과 주요 전제 제2절 현존 급유선의 친환경화 수요 제3절 친환경연료 공급선 투자 수요 제4절 향후 연료공급선 투자 로드맵

# 제4장

# 투자수요 추정





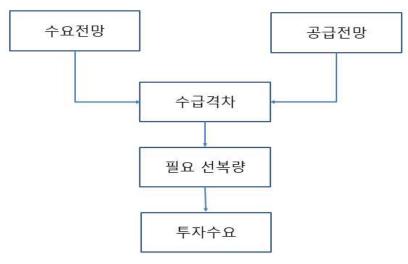


# 제1절 추정의 방법과 주요 전제

# Ⅰ. 추정의 절차

- 본 장에서는 친환경 선박연료의 원활한 공급을 위한 국내 투자수요의 추정을 목적으로 함.
- 제3장의 선박 에너지원 변화 전망에 기반하여, 선박연료별 수급격차와 연료별 추가 투자수요를 추정함.
- O OIL, LNG, 메탄올, 암모니아, 수소 등, 기존 급유선의 친환경화 수요와, 친환경 연료공급선 수요를 구분하여 분석함.
- O 추정의 절차는 아래와 같음.
  - 첫째, 먼저 제3장의 분석을 활용하여 각 연료별, 미래 수요를 전망함.
  - 둘째, 공급의 전망은 국내 현존 선대의 연간 공급가능량을 활용함. 현존 급유선은 선령제한의 가정을 설정하고, 선박용량별 기준 생산성을 적용함.
  - 셋째, 수요전망치에서 공급가능량을 차감하여 각 시기별 수급격차를 계산할 수 있음.

- 넷째, 벙커선대의 기준 생산성과 기준 선형을 설정하여 시기별 필요 선복량을 계산함.
- 다섯째, 기준 선형의 최근 건조선가를 반영하여 선종별, 시기별 투자 수요를 추정함.



[그림 4-1] 투자수요 추정의 절차

# Ⅱ. 수요 전망의 전제

- 본 연구의 제3장에서는 2050년까지 선박용 에너지 믹스를 전망하고, 국내 수요량을 추정함.
- 첫째, Clarkson, Mckinsey, DNV, IAE 등 국제기구 및 권위있는 해외 연구기관의 추정치를 활용하여 2030년, 2040년, 2050년의 선박에너지원별 구성비와 각각의 수요량을 도출하였으며, 본 장에서는 이 추정치의 Base Case를 Case A로 활용함.
- 둘째, 국내 전문가집단에 대한 설문조사를 통해 2030년, 2040년, 2050년의 선박 에너지원별 구성비와 각각의 수요량을 도출하였으며, 본 장에서는 이 추정치의 Base Case를 Case B로 활용함.

- 셋째, Case A와 Case B는 시간이 멀어질수록 격차가 커져, 본 장에서는 이 두 추정치의 평균을 Case C로 활용함.
- O 세 Case 모두 2050년 에너지 믹스의 점유율 순서를 암모니아, 메탄올, Oil, LNG, 수소로 추정하고 있으나, 각 연료의 수요량에서는 차이를 보이고 있음.
- O Case A는 2050년 에너지 믹스에서 Oil의 비중을 6%, 암모니아의 비중을 74%로 추정하는 등 가장 급격한 변화를 예측하고 있으나, Case B는 2050년 Oil의 비중을 24%, 암모니아의 비중을 31%로 추정하는 등 매우 보수적으로 예측하고 있음.
- O Case C에서는 2050년 Oil의 비중을 15%, 암모니아의 비중을 52%로 각각 추정함.
- 금융수요 추정의 로드맵 작성을 위해 2030, 2040, 2050년의 사이에 2035년, 2045년의 추정치도 추정함. 이 수치는 3장에서 도출된 2030, 2040, 2050년의 중앙치를 활용함.

[표 4-1] 국내 선박연료 수요 추정치 - Case A

단위 : 천톤

구분	2030	2035	2040	2045	2050
Oil	7,451	6,299	5,146	3,105	1,065
LNG	1,920	1,947	1,974	1,419	864
암모니아	951	2,706	4,462	8,673	12,884
메탄올	374	757	1,141	1,602	2,063
수소	53	120	186	403	621
합계	10,749	11,829	12,909	15,203	17,496

[표 4-2] 국내 선박연료 수요 추정치 - Case B

단위 : 천톤

구분	2030	2035	2040	2045	2050
Oil	8,233	7,160	6,087	5,156	4,224
LNG	1,728	2,069	2,410	2,609	2,807
암모니아	907	2,058	3,210	4,333	5,456
메탄올	1,346	2,350	3,354	4,046	4,737
수소	82	180	278	425	573
합계	12,296	13,817	15,339	16,568	17,797

[표 4-3] 국내 선박연료 수요 추정치 - Case C

단위 : 천톤

구분	2030	2035	2040	2045	2050
Oil	7,842	6,729	5,617	4,130	2,644
LNG	1,824	2,008	2,192	2,014	1,836
암모니아	929	2,382	3,836	6,503	9,170
메탄올	860	1,554	2,247	2,824	3,400
수소	68	150	232	414	597
합계	11,522	12,823	14,124	15,885	17,646

# Ⅲ. 벙커선대의 기준 생산성

- 필요 선복량의 추정에는 벙커선대의 기준 생산성을 설정해야 함.
- O 기준 생산성을 설정하기 위해 우리나라와 싱가포르의 현존 급유선의 dwt 당 연간 공급량을 계산함.
- O 우리나라의 경우 석유공사(petronet)의 해운산업 소비량과 제2장의 급유선 자료를 활용했으며, 싱가포르 자료는 MPA(Maritime and Port Authority)의 데이터를 활용함.

[표 4-4] 한국과 싱가포르의 급유선대 생산성 비교

구분	한국	싱가포르	
국제벙커공급량(천톤)	8,333	51,824	
척수	324	202	
총 G/T	98,212	588,932	
평균선형(G/T)	330	2,916	
적당 공급량(천톤)	25.7	256.5	
 G/T당 공급량(톤)	84.8	88.0	

주) 한국은 2022년, 싱가포르는 2023년 데이터

- 우리나라의 2022년 국제 벙커링 공급량은 56,970bbl로 이를 중유
   0.149, 경우 0.133의 환산계수를 적용하여 ton으로 환산하면 833만
   톤으로 싱가포르의 16%에 불과함.
- 우리나라 급유선대의 숫자는 싱가포르의 1.5배 이상이나, 선대의 총 톤수는 약 10만G/T로 싱가포르의 1/6 수준임.
- 우리나라 급유선의 척당 연간 공급량은 약 2.5만톤으로 싱가포르의 10%에 불과하지만, G/T당 공급량에서는 큰 차이가 없음. 즉, 우리나라 급유선대의 가장 큰 문제는 급유선박의 규모가 과소하다는 데에 있음.
- 우리나라 벙커선대의 총G/T를 DWT로 환산하면, 약 15.1만dwt로 계산되며, 싱가포르는 총 88.2만dwt의 선대를 보유
- O DWT당 생산성은 한국 55.2톤, 싱가포르 58.8톤으로 계산되어 G/T당 생산성에서와 마찬가지로 큰 차이가 없음.
- 본 장에서는 세계 최대의 벙커링 항만인 싱가포르 급유선대의 생산성 88.0/gt, 58.8/dwt를 기준 생산성으로 설정함.

# IV. 벙커선대의 기준 선형과 기준 선가

- 본 장에서의 필요 선복량과 금융수요의 추정에 필요한 기준 선형과 기준 선가는 각 연료별 벙커선대의 최근 건조선형과 건조선가를 참조 하여 설정함.
- O 자료는 세계적으로 공신력을 인정받는 Clarkson Research사의 World Fleet Register에서 획득함.

[표 4-5] 기준선형과 기준선가

구분	기준선형(dwt/cbm)	기준선가(\$)	비고
OIL	8,000	19m	battery & diesel
LNG	3,555(7,500cbm)	41.6m	Blue whale
Methanol	8,000	19m	Oil bunker와 동일
Ammonia	1,800(3,500cbm)	19m	LPG carrier
Hydrogen	3,555(7,500cbm)	41.6m	LNG Bunker

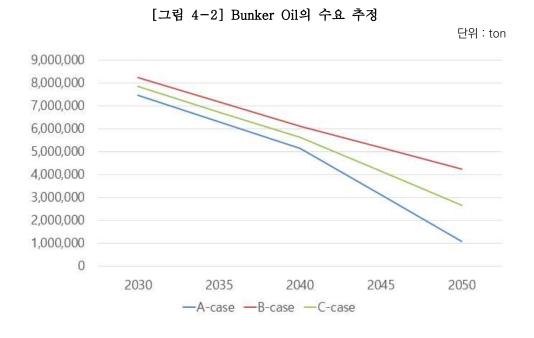
Source: Clarksons

- O Oil bunkering선의 경우 최근의 건조선형은 8,000dwt급으로 배터리가 장착된 선박이 주를 이루고 있음.
- O LNG 벙커링선의경우 2022년 건조된 한국가스공사의 Blue Whale을 기준선으로 채택함.
- 메탄올 벙커링선은 최근 8K급 19m\$, 6K급 16m\$의 건조 기록이 있음. 8K를 기준선형으로 채택.
- O 암모니아의 경우 data 결여로 인해 소형 LPG선의 사례를 이용, 최근 건조된 3500cbm급 선박을 기준으로 함. 수소 역시 데이터 결여로 인해 LNG 벙커링선과 동일한 기준을 채택함.

# 제2절 현존 급유선의 친환경화 수요

# I. 국내 Bunker Oil 수요 추정

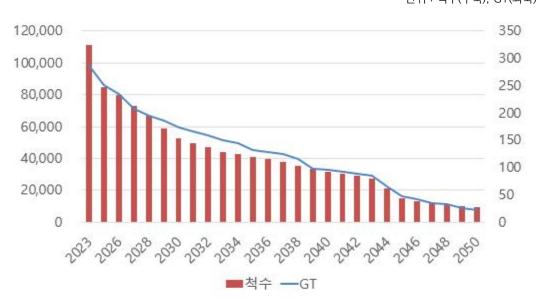
- 국내 벙커오일 수요는 선박 배출가스에 대한 국제 규제의 강화로 인해 2050년까지 크게 감소할 것으로 예상됨.
- O A-case는 해외 전문기관 추정치로 2030년 745만톤에서 2050년 106만톤으로 급격히 감소할 것으로 예상.
- O B-case는 국내 전문가 추정치로 2030년 823만톤에서 2050년 422만 톤으로 비교적 완만한 감소를 예상.
- O C-case는 A와 B의평균으로 2030년 784만톤에서 2050년 264만톤 으로의 감소를 가정함.
- O A-case와 C-case에서 감소의 추세는 2040년 이후 더욱 가속화될 것으로 전망됨.



# II. 국내 Bunker Oil 공급 추정

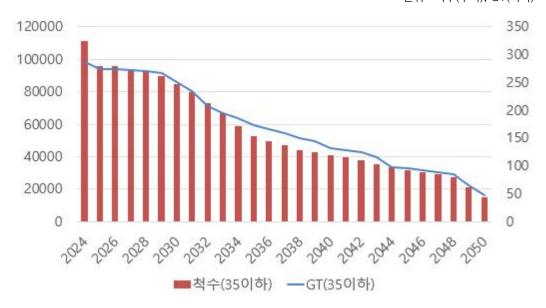
- 제2장에서 기술한 바와 같이, 국내 급유선대는 노후화된 소형선을 중심으로 구성됨.
- 국내 주요 항만에 등록된 324척의 평균 선령은 2023년 기준으로 23년에 달하고, 이 가운데 44척은 선령이 35년을 넘음.
- 싱가포르항의 경우 등록된 203척의 벙커선의 평균선령은 15년에 불과 하고, 선령 30년 이상의 급유선이 없음.
- 노후화된 급유선은 생산성이 크게 떨어져 이미 유휴화된 선박이 많고, 방치된 선박은 항만의 환경을 크게 악화시키는 원인이 됨.
- 우리나라에도 급유선의 선령을 제한할 필요가 있으며, 30년과 35년을 고려할 수 있음.

[그림 4-3] 선령 30년 제한시 현존 급유선 척수와 톤수 변화 단위: 척수(우축), GT(좌축)



- 다만, 선령을 30년으로 제한할 경우, 2030년까지 시장에서 180척을 퇴출시켜야 하고, 이는 현재 선대의 55%에 달해 현실적인 대안이 아님.
- 선령 35년 제한의 경우에도 2030년까지 90척을 감척해야 하지만, 이는 감내해야 할 수준으로 판단됨. 본 장에서는 선령 35년 제한을 채택함.

[그림 4-4] 선령 35년 제한시 현존 급유선 척수와 톤수 변화 단위: 척수(우축), GT(좌축)



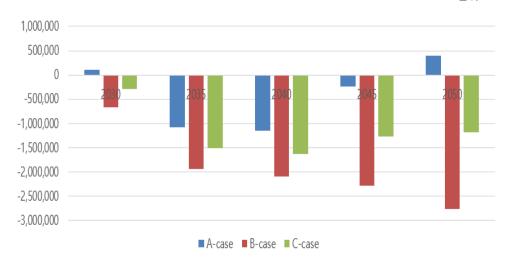
- 선령 35년 이상의 선박을 매년 시장에서 배제해 가면, 2030년에는 247척 8.6만GT가 남아 여기에 기준생산성 88톤/gt를 곱하면 755.7만 톤의 공급용량을 추정할 수 있음.
- O 2040년에는 119척, 4.5만GT의 급유선이 시장에서 활동하고, 연간 공급 용량은 약 400만톤임.
- 2050년에는 44척, 1.6만GT가 시장에 남고, 이들의 연간 공급용량은
   약 146만톤으로 추정됨.

# III. Bunker Oil 수급격차 및 필요 선복량 전망

- 국내 벙커 오일의 수요와 선령 35년 제약 하에 공급용량을 비교하여 향후 연도별 수급격차를 확인할 수 있음.
- O A-case에서는 2035~40년 연간 약 100~110만톤 내외의 공급부족이 발생하며, 40년대 후반부터 공급초과로 전환됨.
- O B-case에서는 2030년이 되기 전에 공급부족이 발생하고, 2030년대 중반 이후 연간 200만톤 정도로 공급부족이 심해지며, 이후에도 지속적 으로 공급부족이 확대될 것으로 추정됨.
- O C-case에서는 2030년대 초반에 공급부족이 발생하고 30년대 후반~40년대 초반 약 150만톤으로 공급부족이 심해지며, 이후 연간 100만톤 규모로 공급부족이 완화될 것으로 예상됨.

[그림 4-5] 선령 35년 제한시 Bunker Oil 수급격차 전망

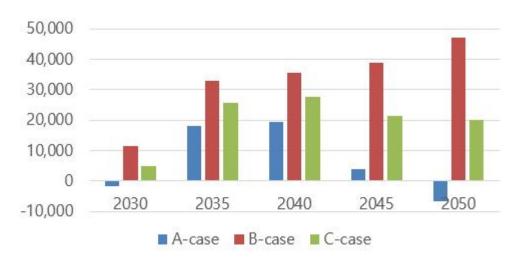




- O 이와 같은 수급격차를 해소하기 위해 신규 Oil Bunker의 투입이 필요함.
- O A-case에서는 2035년 약 1.8만dwt 필요하고 2040년 약 2만dwt까지 확대되나, 이후 급격한 감소가 예상됨.
- O B-case에서는 2030년부터 1.1만dwt가 필요해지고, 2040년 3.6만 dwt까지 확대되며, 이후에도 지속적으로 증가.
- O C-case에서는 2030년 약 5천dwt가 필요하고, 2040년 2.8만dwt까지 확대되나 이후에는 완만한 감소로 나타남.

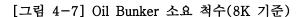




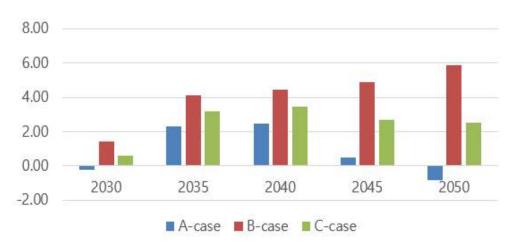


# IV. Oil Bunker에 대한 투자수요 전망

- O III에서 추산된 바와 같은 선복량의 신규 Oil Bunker를 시장에 투입하기 위해 앞에서 제시한 기준선형을 중심으로 연도별 소요 척수를 계산하고, 최근 신조가격에 기반하여 투자수요를 측정함.
- O Clarkson에 따르면, 최근 신조된 Oil Bunker는 8천 dwt급에 배터리를 장착하고 있으며, 신조 가격은 19m\$로 추정됨.







- O A-case에서는 2030년대 초반에 2척이 필요함. 단, 2040년대 초반에 수요가 감소하므로, 메탄올 벙커링선으로 전환을 고려해야 함.
- O B-case에서는 2030년 전에 1척이 필요하고 2035년까지 4척의 건조 수요가 있음, 2050년까지 총 6척이 필요함.
- C-case에서는 2030년대 초반에 3척의 수요가 있음. 2040년 이후 수요가 감소하므로 순차적으로 메탄올 공급선으로 전환할 필요가 있음.

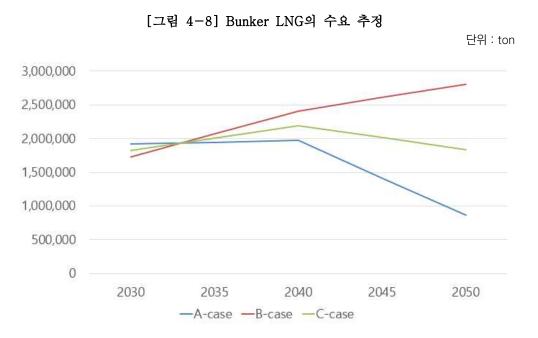
O C-case를 기준으로 판단하면, 신조 Oil Bunker의 투자수요는 8K급 3척, 약 60m\$이며, 항만환경의 규제를 고려하여 배터리를 장착할 필요가 있음.

# 제3절 친환경 선박연료 공급을 위한 투자수요

#### I. LNG

## 1. 국내 Bunker LNG 수요 추정

O LNG는 화석연료이지만 석유류보다 탄소배출이 적어, 무탄소 연료의 시대로 연결하는 징검다리 역할을 할 것으로 전망되고 있음.



- O A-case는 해외 전문기관 추정치로, 2030년 192만톤에서 2040년 197만톤으로 증가하나, 2050년 86만톤으로 급격히 감소할 것으로 예상.
- O B-case는 국내 전문가 추정치로, 2030년 173만톤에서 2040년 241만 톤으로 증가하며, 2050년까지도 증가세를 유지, 281만톤으로 추정.

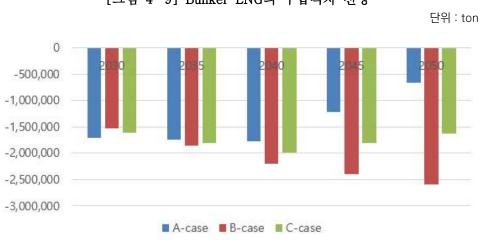
- O C-case는 A와 B의평균으로 2030년 182만톤에서 2040년 219만톤으로 증가하나, 2050년 184만톤으로의 감소를 가정함.
- O 세 Case 모두 향후 2030년까지의 급격한 증가를 전제로 하고 있으므로, LNG 공급선은 향후 5년 내에 집중적으로 투입되어야 함.

#### 2. 국내 Bunker LNG 공급 추정

- 국내의 현존하는 LNG 벙커링선은 2022년 건조된 Blue whale 한 척에 불과함.
- O Blue whale의 용량은 7,500cbm이고 총톤수는 8,973GT임. DWT 로 환산하면 3,555ton의 공급용량을 보유.
- O Blue whale의 연간 공급능력은 연간 37만톤으로 설계되었으나, 정부추산 연간 공급능력은 20만톤임.
- 본 연구에서는 전절의 기준생산성(dwt×58.8)을 적용하여 연간 공급 량을 20.9만톤으로 가정함.
- O Blue whale은 현대중공업에서 건조했고, 한국가스공사의 자회사인 한국엘엔지벙커링(주)에서 운영하고 있음.
- 신조가격은 약 500억원(\$41.6m)이고 , 이 가운데 정부의 보조금 150억원이 지원됨.
- 운영사인 한국엘엔지벙커링(KOLB)에서는 동일 용량의 LNG 벙커링 전용선박 3척의 추가 건조를 계획 중임.

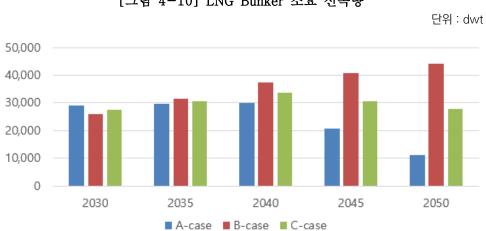
#### 3. Bunker LNG 수급격차 및 필요 선복량 전망

- O 국내 벙커 LNG의 수요 전망과 현존선의 공급용량을 비교하여 향후 연도별 수급격차를 다음과 같이 산정함.
- 세 Case에서 모두 2030년의 대량의 공급부족이 예상되고 있음. 공급 부족량은 2030년 150만~170만톤에 달함.
- O A-case에서는 2040년 연간 176만톤의 최대의 공급부족이 발생하며, 40년대 이후 공급부족 현상은 급속히 완화됨.
- O B-case에서는 2040년 공급부족이 220만톤까지 확대되며, 이후에도 공급부족이 지속적으로 심화되어 2050년 260톤까지 확대될 것으로 추정.
- O C-case에서는 2040년 연간 198만톤의 최대의 공급부족이 발생하며, 40년대 이후 공급부족 현상은 점진적으로 완화됨.



[그림 4-9] Bunker LNG의 수급격차 전망

- O 이와 같은 수급격차를 해소하기 위해 신규 LNG Bunker의 투입이 필요함.
- O A-case에서는 2030년 약 2.9만dwt 필요하고, 2040년 약 3만dwt 까지 확대되나, 이후 급격한 감소가 예상됨.
- O B-case에서는 2030년 약 2.6만dwt가 필요하고, 2040년 3.7만dwt 까지 확대되며, 이후에도 지속적으로 증가하여 2050년에는 4.4만 dwt가 필요.
- O C-case에서는 2030년 약 2.7만dwt가 필요하고, 2040년 3.4만dwt 까지 확대되나 이후에는 완만한 감소로 나타남.



[그림 4-10] LNG Bunker 소요 선복량

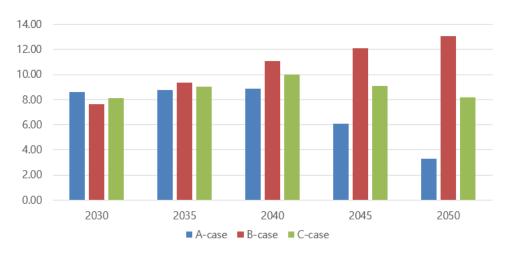
## 4. LNG Bunker에 대한 투자수요 전망

- O 앞에서 추산된 바와 같은 선복량의 신규 LNG Bunker를 시장에 투입하기 위해 현존선을 기준선형으로 연도별 소요 척수를 계산하고, 현존선의 건조가격에 기반하여 투자수요를 측정함.
- O 전술한 바와 같이 현존선 Blue whale은 7,500cbm, 3,555dwt의 용량을 보유하고 있으며, 건조가격은 500억원(41.6m\$)임.

- O A-case에서는 2030년까지 9척이 필요함. 단, 2040년 이후 수요가 감소하므로, 수소 벙커링선으로 전환을 고려해야 함.
- O B-case에서는 2030년까지 8척이 필요하고, 이후에도 선대를 지속적으로 확대하여 2050년에는 총 13척까지 선대를 확대해야 함.
- O C-case에서는 2030년까지 8척을 투입하고, 2040년까지 2척을 추가로 투입할 필요가 있음. 단, 2040년 이후 수요가 감소하므로 2050년까지 2척을 수소 공급선으로 전환할 필요가 있음.
- O C-case를 기준으로 판단하면, 신조 LNG Bunker의 투자수요는 10척이지만, 2030년까지 8척을 집중 투입할 필요가 있음.
- 척당 선가가 500억원에 달하여, 총 5천억원의 투자수요가 있으며, 특히 2030년까지 4천억원의 투자가 필요함.

[그림 4-11] LNG Bunker 소요 척수(7.5Kcbm 기준)





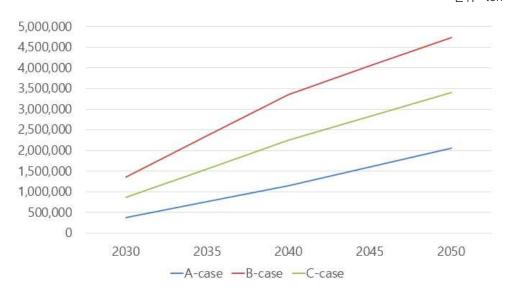
# II. 메탄올

### 1. 국내 Bunker 메탄올 수요 추정

- O 메탄올은 무탄소연료로 수소나 암모니아에 비해 취급이 용이하여 무탄소연료 시대의 첫 번째 주자로 각광받고 있음.
- O A-case는 해외 전문기관 추정치로, 2030년 37만톤에서 2040년 114만톤으로, 2050년에는 206만톤으로 지속적으로 증가할 것으로 예상.
- O B-case는 국내 전문가 추정치로, 2030년 135만톤에서 2040년 335만 톤으로 크게 증가하며, 2050년까지도 증가세를 유지, 474만톤으로 추정.
- O C-case는 A와 B의평균으로 2030년 86만톤에서 2040년 225만톤으로 증가하고, 2050년 340만톤으로 수요의 확대를 가정함.
- 세 Case 모두 선박연료로써 메탄올의 수요 증가를 추정하고 있으나, 해외보다 국내의 추정치가 2030년 약 100만톤이 많고, 그 차이는 2050년에 약 270만톤까지 확대되어, 국내에서 미래연료로 더 각광 받고 있음을 알 수 있음.

[그림 4-12] Bunker 메탄올의 수요 추정

단위: ton



## 2. Bunker 메탄올의 공급을 위한 필요 선복량 추정

- 국내에서 운용되고 있는 메탄올 벙커링선은 아직 없으며, 정부에서는 초기수요에 대하여 내항화물선의 겸업으로 대처하려는 계획임.
- 본 장에서는 국내 벙커 메탄올의 수요 전망에 대해 전량을 공급부족 으로 판단하고, 메탄올 전용 벙커링선의 필요 선복량을 다음과 같이 산정함.
- O A-case에서는 2030년 약 6천dwt 필요하고, 2040년 약 1.9만dwt 까지 확대되며, 2050년에는 3.5만dwt가 소요됨.
- O B-case에서는 2030년 약 2.3만dwt가 필요하고, 2040년 5.7만dwt 까지 확대되며, 이후에도 크게 증가하여 2050년에는 8.1만dwt가 필요.
- O C-case에서는 2030년 약 1.5만dwt가 필요하고, 2040년 3.8만dwt 까지 확대되며, 2050년에는 5.8만dwt가 필요.



단위: dwt

100,000
80,000
40,000
20,000
0
2030
2035
2040
2045
2050

A-case
B-case
C-case

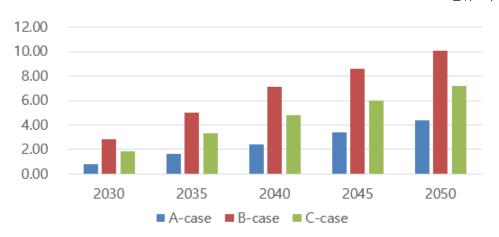
- 세 Case에서 모두 2030년부터의 공급부족이 예상되며, 공급부족량은 2050년까지 지속적으로 확대되는 것으로 추정.
- O 이와 같은 수급격차를 해소하기 위해 2030년 이전부터 신규 메탄올 Bunker의 투입이 필요함.

# 3. 메탄올 Bunker에 대한 투자수요 전망

- 앞에서 추산된 바와 같은 선복량의 신규 메탄을 Bunker를 시장에 투입하기 위해 1절에서 제시한 기준선형을 중심으로 연도별 소요 척수를 계산하고, 최근 신조가격에 기반하여 투자수요를 측정함.
- O Clarkson에 따르면, 최근 신조된 메탄올 Bunker는 Oil Bunker와 유사하게 8천 dwt급으로, 신조 가격은 19m\$로 추정됨.

[그림 4-14] 메탄올 Bunker 소요 척수(8Kdwt 기준)

단위: 척



- O A-case에서는 2030년까지 1척이 필요함. 이후 순차적으로 공급을 늘려 2040년대 후반에는 4척까지 확대해야 함.
- O B-case에서는 2030년까지 3척이 필요하고, 이후에도 선대를 지속적으로 확대하여 2050년에는 총 10척까지 선대를 확대해야 함.
- O C-case에서는 2030년까지 2척을 투입하고, 2040년까지 3척을 추가로 투입할 필요가 있음. 2050년까지 총 7척으로 확대할 필요가 있음.
- O C-case를 기준으로 판단하면, 신조 메탄올 Bunker의 투자수요는 7척이며, 2030년까지 2척을 우선 투입할 필요가 있음.
- 척당 선가로 계산하면, 총 133m\$의 투자가 필요하며, 2030년까지 38m\$의 투자가 필요함.

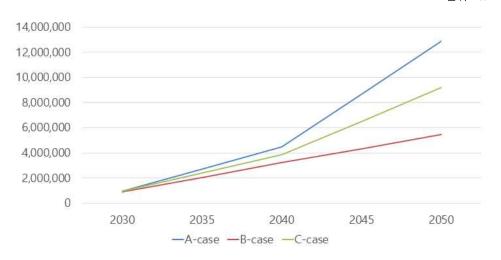
# III. 암모니아

### 1. 국내 Bunker 암모니아 수요 추정

- 암모니아는 본격적인 무탄소연료로서, 수소에 비해 취급이 용이하여, 수소의 운반체로 각광을 받고 있음.
- O A-case는 해외 전문기관 추정치로, 2030년 95만톤에서 2040년 446만 톤으로, 2050년에는 1,288만톤으로 급격히 증가할 것으로 예상.
- O B-case는 국내 전문가 추정치로, 2030년 91만톤에서 2040년 321만 톤으로 증가하며, 2050년까지 증가세를 꾸준히 유지, 546만톤에 이를 것으로 추정.
- O C-case는 A와 B의평균으로 2030년 93만톤에서 2040년 384만톤 으로 증가하고. 2050년 917만톤으로 수요의 가속적 확대를 가정함.
- 세 Case 모두 선박연료로써 암모니아의 수요 증가를 추정하고 있으며, 2030년에 이미 90만톤 이상의 수요가 있을 것으로 상정하고 있음.
- 단, 국내보다 해외의 추정치가 크게 전향적이어서 2030년 약 120만 톤이 많고, 그 차이는 2050년에 약 740만톤까지 확대됨. 국내의 추정치가 크게 보수적임을 알 수 있음.

[그림 4-15] Bunker 암모니아의 수요 추정

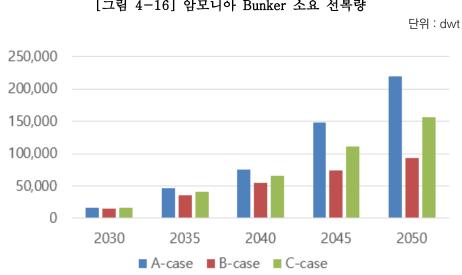
단위: ton



### 2. Bunker 암모니아 공급을 위한 필요 선복량 추정

- 세계적으로도 암모니아 추진선은 아직 없으며, 암모니아 엔진도 개발 중인 단계임. 2023년 HD중공업이 최초의 암모니아 추진선을 수주하 여 2026년 인도될 예정임.
- 본 장에서는 국내 벙커 암모니아의 수요 전망에 대해 전량을 공급부 족으로 판단하고, 암모니아 전용 벙커링선의 필요 선복량을 다음과 같이 산정함.
- O A-case에서는 2030년 약 1.6만dwt 필요하고, 2040년 약 7.6만 dwt까지 확대되며, 이후에도 더욱 빠르게 증가하여 2050년에는 약 21.9만dwt가 소요됨.
- O B-case에서는 2030년 약 1.5만dwt가 필요하고, 2040년 5.5만dwt 까지 확대되며, 이후에도 지속적으로 증가하여 2050년에는 9.3만 dwt가 필요.

- O C-case에서는 2030년 약 1.6만dwt가 필요하고, 2040년 6.5만dwt 까지 확대되며, 2050년에는 15.6만dwt가 필요.
- O 따라서 세 Case에서 모두 2030년부터의 공급부족이 예상되며, 공급 부족량은 2040년까지 지속적으로 확대되며, 이후에는 더욱 빠르게 증가하는 것으로 추정됨.
- 이와 같은 수급격차를 해소하기 위해 2030년 이전부터 신규 암모니아 Bunker의 투입이 필요하며, 2040년 이후에는 더욱 많은 벙커선대가 필요함.



[그림 4-16] 암모니아 Bunker 소요 선복량

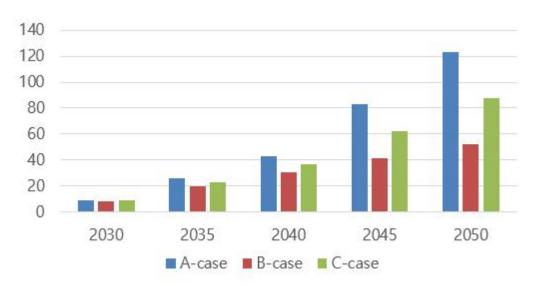
# 3. 암모니아 Bunker에 대한 투자수요 전망

○ 앞에서 추산된 바와 같은 선복량의 신규 암모니아 Bunker를 시장에 투입하기 위해 1절에서 제시한 기준선형을 중심으로 연도별 소요 척수를 계산하고, 최근 신조가격에 기반하여 투자수요를 측정함.

- O 다만, 암모니아 벙커선은 아직 세계적으로도 존재하지 않아, 물성이 유사한 소형 LPG선을 참고자료로 쓸 수 밖에 없음.
- O Clarkson에 따르면, 최근 건조된 LPG Carrier는 3,500cbm급으로, 신조 가격은 19m\$로 추정됨. 이 선형은 암모니아 운송시 1,700~1,800dwt급으로 고려될 수 있음.
- O 세 Case에서 모두 2030년까지 9척의 암모니아 Bunker선의 투입이 요구되고 있음. 이후 투입 척수는 대폭 증가함.
- O A-case에서는 2040년에 43척이 필요함. 이후 급속하게 공급을 늘려 2050년에는 123척까지 확대해야 함.
- O B-case에서는 2040년에 31척이 필요하고, 이후에도 선대를 지속적으로 확대하여 2050년에는 총 52척까지 선대를 확대해야 함.
- O C-case에서는 2040년에 37척을 투입하고, 2050년까지 총 88척으로 선대를 크게 확대할 필요가 있음.
- O C-case를 기준으로 판단하면, 신조 메탄올 Bunker의 투자수요는 총 88척이며, 2030년까지 9척을 우선 투입할 필요가 있음.
- 척당 선가로 계산하면, 총 1,672m\$의 막대한 투자가 필요하며, 그 가운데 2030년까지 171m\$의 투자가 필요함.

[그림 4-17] 암모니아 Bunker 소요 척수(3.5Kcbm 기준)

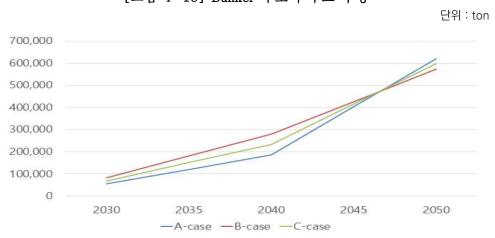
단위 : 척



# IV. 수소

### 1. 국내 Bunker 수소 수요 추정

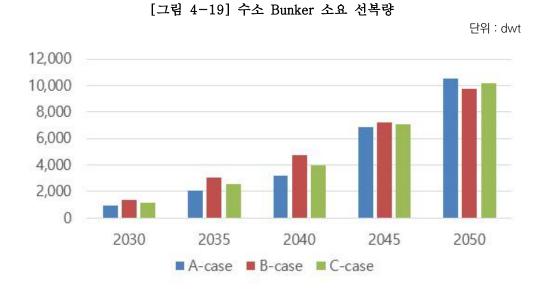
- 수소는 일찍부터 미래 무탄소연료로 각광받았고, 수소자동차는 이미 상용화되었으나, 수소추진 선박은 아직 개발 중인 단계임.
- O A-case는 해외 전문기관 추정치로, 2030년 5.3만톤에서 2040년 18.6만톤으로, 2050년에는 62만톤으로 급격히 증가할 것으로 예상.
- O B-case는 국내 전문가 추정치로, 2030년 8.2만톤에서 2040년 27.8 만톤으로 증가하며, 2050년까지 증가세를 꾸준히 유지, 57.3만톤에 이를 것으로 추정.
- O C-case는 A와 B의평균으로 2030년 6.8만톤에서 2040년 23.2만톤으로 증가하고, 2050년 59.7만톤으로 수요의 가속적 확대를 가정함.
- 세 Case 모두 청정 선박연료로써 수소 수요의 큰 증가를 추정하고 있으며, 2030년에 이미 5만톤 이상의 수요가 있을 것으로 상정하고 있음.



[그림 4-18] Bunker 수소의 수요 추정

### 2. Bunker 수소 공급을 위한 필요 선복량 추정

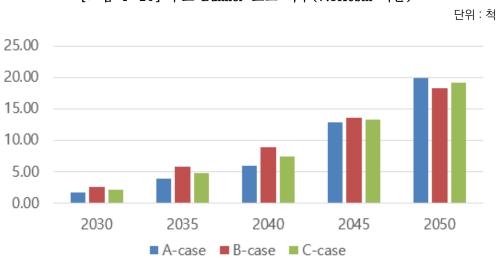
- 세계적으로도 상용화된 수소추진 선박은 아직 없으며, 선박용 수소 연료 전지도 개발 중인 단계임.
- 본 장에서는 국내 벙커 수소의 수요 전망에 대해 전량을 공급부족으로 판단하고, 수소 전용 벙커링선의 필요 선복량을 다음과 같이 산정함.
- O A-case에서는 2030년 약 9백dwt 필요하고, 2040년 약 3.2천dwt 까지 확대되며, 이후에는 빠르게 증가하여 2050년에는 약 1.1만dwt가 소요됨.
- O B-case에서는 2030년 약 1.4천dwt가 필요하고, 2040년 4.7천dwt 까지 확대되며, 이후에도 지속적으로 증가하여 2050년에는 9.7천 dwt가 필요.
- O C-case에서는 2030년 약 1.2천dwt가 필요하고, 2040년 3.9천dwt 까지 확대되며, 2050년에는 1만dwt가 필요.



- O 따라서 세 Case에서 모두 2030년부터의 공급부족이 예상되며, 공급 부족량은 2040년까지 지속적으로 확대되며, 이후에는 더욱 빠르게 증가하는 것으로 추정됨.
- O 이와 같은 수급격차를 해소하기 위해 2030년 이전부터 신규 수소 Bunker의 투입이 필요하며, 2040년 이후에는 더욱 많은 벙커선대가 필요함.

### 3. 수소 Bunker에 대한 투자수요 전망

- O 앞에서 추산된 바와 같은 선복량의 신규 수소 Bunker를 시장에 투입 하기 위해 1절에서 제시한 기준선형을 중심으로 연도별 소요 척수를 계산하고, 최근 신조가격에 기반하여 투자수요를 측정함.
- O 다만, 수소 벙커선은 아직 세계적으로도 존재하지 않아, 물성이 유사한 LNG 벙커선을 참고자료로 쓸 수 밖에 없음.



- O LNG 벙커와 마찬가지로, 기준선박은 7,500cbm급의 Blue Whale 이며, 신조 가격은 500억원(41.6m\$)임. 이 선형은 수소 운송시 530dwt급으로 고려될 수 있음.
- 세 Case에서 모두 2030년까지 2~3척의 수소 Bunker선의 투입이 요구되고 있음. 이후 투입 척수는 대폭 증가함.
- O A-case에서는 2040년에 6척이 필요함. 이후 급속하게 공급을 늘려 2050년에는 20척까지 확대해야 함.
- O B-case에서는 2040년에 9척이 필요하고, 이후에도 선대를 지속적으로 확대하여 2050년에는 총 18척까지 선대를 확대해야 함.
- O C-case에서는 2040년에 7척을 투입하고, 2050년까지 총 19척으로 선대를 확대할 필요가 있음.
- O C-case를 기준으로 판단하면, 신조 수소 Bunker의 투자수요는 총 19척이며, 2030년까지 2척을 우선 투입할 필요가 있음.
- 척당 선가로 계산하면, 총 790m\$의 큰 투자가 소요되며, 그 가운데 2030년까지 83m\$의 투자가 우선되어야 함.

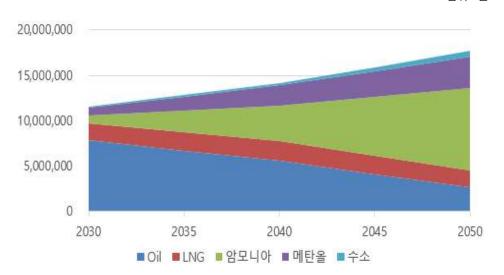
# 제4절 선박연료 공급선 투자 로드맵

# Ⅰ. 향후 국내 선박연료 믹스 및 수급격차 전망

- 국내의 선박연료 시장은 향후 암모니아, 메탄올을 중심으로 2050년 까지 급격히 무탄소 연료로 전환되어가며 확대될 것임.
- 본 장에서 상정한 C-case를 기준으로 하면, 2030년 벙커링 수요는 Oil과 LPG를 중심으로 11.5백만톤 수준이지만, 2050년에는 17.6백만 톤으로 확대되며, 이 가운데 암모니아, 메탄올, 수소 등 무탄소 연료의 비중이 75%에 이를 것으로 추정됨.

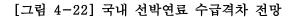
[그림 4-21] 국내 선박연료 믹스 전망 - C case

단위 : 톤

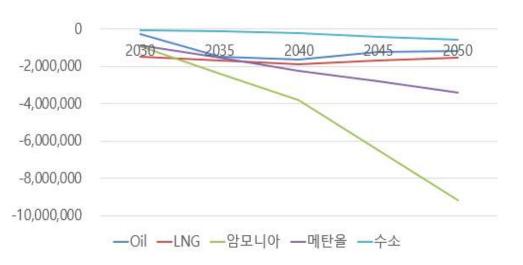


○ 단, 현재 국내의 항만에 메탄올, 암모니아, 수소 등 무탄소 연료의 공급선이 없고, 친환경 연료의 공급에 전혀 준비가 안된 상황에서 향후 대규모 공급부족 사태가 우려됨.

- O 2030년, LNG 150만톤 등 365만톤의 공급부족에서, 2040년에는 암모니아 380만톤, 메탄올 220만톤 등 약 980만톤, 2050년에는 암모니아를 중심으로 1,600만톤의 대규모 공급부족이 발생될 것으로 추정됨.
- 이러한 상황에 대비하고, 친환경 연료 공급시장에서 국제경쟁력을 갖추기 위해서는 친환경 선박연료 공급체계를 갖추어야 하고, 무엇보다 연료공급선에 대한 투자가 중요할 것임.



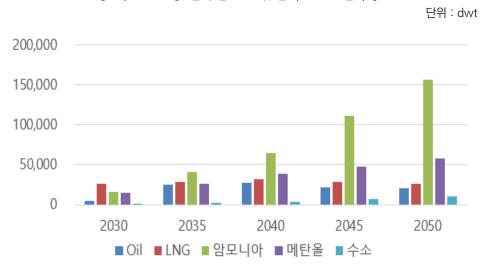




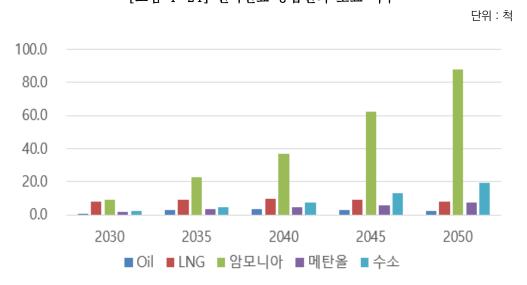
# Ⅱ. 국내 선박연료 공급선의 소요 톤수와 척수 전망

○ 본 장에서 상정한 C-case를 기준으로 하면, 2050년에는 총 27만dwt에 125척에 달하는 선박연료 공급선이 필요함.

[그림 4-23] 선박연료 공급선의 소요 선복량



[그림 4-24] 선박연료 공급선의 소요 척수



- O Bunker Oil의 경우, 기존 급유선의 선령을 35년으로 제한하면, 2040년에 최대 약 2.8만dwt가 필요하고, 이는 8K급 3척에 해당함.
- O LNG는 2040년에 최대 3.2만dwt의 선복이 필요하고, 이는 7.5Kcbm급 공급선 10척에 해당함. 다만 이후 수요 감소.
- O 암모니아는 2050년까지 지속적으로 크게 확대되어 최대 15.6만dwt가 소요, 이는 3.5Kcbm급 공급선 88척에 해당함.
- 메탄올도 2050년까지 지속적으로 증가, 최대 5.8만dwt가 소요됨. 이는 8K급 공급선 7척에 해당함.
- O 수소도 지속적으로 증가, 2050년 최대 1만dwt가 소요되며, 이는 7.5Kcbm급 공급선 19척에 해당함.

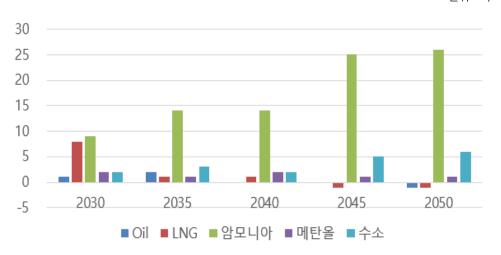
# III. 국내 선박연료 공급선의 시기별 투입 척수와 소요 금액

- O 앞선 추정을 기반으로, 선박 연료별, 시기별 투입척수와 소요금액을 정리하면 아래와 같음.
- O Oil Bunker의 경우, 2035년까지 3척을 투입하고 투자를 완료함, 총, 57m\$가 소요됨. 2040년대 후반에 1척은 메탄올 벙커로 전환이 필요 함.
- O LNG Bunker는 2030년까지 8척을 투입하고, 40년까지 2척을 추가 해야 함. 총 416m\$가 소요됨. 2040년대 전반과 후반에 각 1척씩 수소 벙커로 전환.
- 암모니아 Bunker는 2030년까지 9척을 투입하고, 이후에도 매년 3~4척의 추가 투자가 필요함. 총 1,672m\$의 막대한 투자가 소요됨.

- O 메탄올 Bunker는 2030년까지 2척을 투입하고 2045년까지 4척을 추가 투입. 이후의 수요에는 Oil Bunker의 전환으로 대처할 수 있음. 총 114m\$ 소요.
- 수소 Bunker는 2040년까지 7척을 투입, 이후 매년 1척 정도의 추가 필요. 40년 이후 LNG 벙커선의 전환을 고려해도 666m\$의 자금이 소요됨.

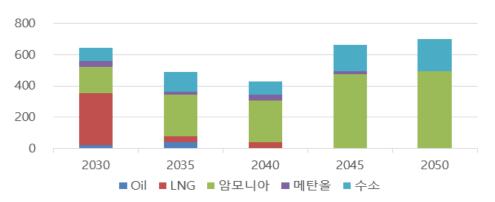
[그림 4-25] 선박연료 공급선의 시기별 투입 척수

단위 : 척



[그림 4-26] 선박연료 공급선에 대한 시기별 투자 금액

단위 : m.\$



# IV. 선박연료 공급선 투자에 대한 시사점

- 국내 선박연료 공급선의 금융투자 수요를 종합 정리하면 아래와 같음.
- 국내에서 향후 2050년까지 총 123척의 선박연료 공급선에 대한 투자가 필요하며, 총 투자 소요액은 2,925m\$로 추정됨.
- O 2030년대 이전에는 LNG 공급선을 중심으로 한 투자자금 공급이 시급하며, 총 소요금액은 644m\$로 추정됨.
- 2030년대에는 암모니아 공급선을 중심으로 한 자금공급이 필요하며, 수소 공급선에 대한 투자도 개시되어야 함. 이 시기에 필요한 총 투자 금액은 918m\$로 추정됨.
- 2040년 이후에는 암모니아와 수소 공급선에만 투자가 집중되며, 2050년까지의 소요금액은 1,362m\$임.
- 단, 향후 관련 기술의 개발 방향과 성과에 따라, 에너지 믹스의 구성은 변화할 가능성이 큼.
- 또한 본 연구에서 기준으로 하고 있는 각 연료공급선의 선형과 선가 역시 변화할 가능성이 있음.
- 특히 암모니아와 수소가 범용 연료가 되면, 벙커링 선박 역시 대형화할 가능성이 크고, 이는 선가와 생산성에 영향을 줄 수 있음.
- 즉, 향후의 에너지 관련 기술 및 이를 활용하는 조선업의 동향을 면밀히 주시하고 장기적 투자의 방향 설정에 유연성을 가져야 할 것임.

KOREA MARITIME & OCEAN UNIVERSITY

### **CHAPTER**



# 금융지원방안

제1절 지원의 필요성 제2절 지원대상과 지원방식 제3절 관련기관 간 협업방안

# 제5장

# 금융지원방안







# 제1절 지원의 필요성

# I. 급유선사의 영세성

- 조직규모로 볼 때 5인 미만의 사업장이 전체의 53%를 차지하며 10인 미만으로 확장하면 전체의 88%를 초과함.
- 사업체 규모를 기준으로 소기업 비율이 88.6%를 차지함.
- 재무상황을 보면 부산항 급유선사의 평균 매출은 26억 원, 평균 자산은 약 47억 원으로 해운기업으로서는 매우 작은 규모의 사업을 영위하고 있음을 알 수 있음. 비교를 위한 참고로 2024년 6월 기준 37k dwt 핸디형, 10년 경과 중고 벌크선의 1척의 가격은 약 289억 원임.
- 기존 급유업계는 정부나 정책금융기관의 지원이 없으면 환경규제 관련 변화에 스스로 대응할 수 없는 현실임.

## Ⅱ. 신조투자를 위한 자금조달 능력 부족

○ 수송연료의 전환을 가정할 때 메탄올의 경우에는 화물의 용적이 증대 되므로 기존선형 대비 선박이 대형화되면서 투자수요가 증가될 것으 로 예상됨.

- 대형 컨테이너선의 국내 1회 급유량이 기존의 연료유 기준으로 약 2,000 톤임. ¹⁷⁾ 이를 메탄올로 전환하면 약 4,300 톤이고 비중을 고려할 때 약 6,000 cbm의 급유선박이 필요할 것으로 추정됨. 6,000 dwt ¹⁸⁾ 메탄올 급유선의 신조선가는 19백만 달러(264억 원)에 달해 기존 기업의 평균 자산규모 47억 원을 크게 초과함.
- O LNG, 암모니아 또는 수소의 수송수요를 맞추기 위해 액화가스 급유선이 신조된다면 선박투자규모는 크게 증가함. 한국가스공사의 자회사인 한국 LNG 벙커링이 신조한 Blue Whale의 경우 신조선가는 553억 원으로 추정됨.

# Ⅲ. 선박개조의 담보능력 제한

- 기존의 급유선박은 선박의 크기에 따라 메탄올 수송선으로 전환될 수 있으며 기존선박의 연료 또한 메탄올로 전환될 수 있어 개조를 위한 투자수요가 발생됨.
- 기존 선박의 개조를 위한 자본적 지출에 대해서는 추가적인 담보를 설정하기 어려우므로 외부자금을 조달하기가 용이하지 않음.

¹⁷⁾ 구주항로 1항차 급유량은 약 7천 톤이나 유럽에서 5천톤을 급유함

¹⁸⁾ 선박의 크기를 기준으로 비교하기 위해 CBM을 dwt로 1:1 변환함

# 제2절 지원대상과 지원방식

# I. 지원분야

### 1. 분야의 구분

- □ 연료유공급선박 금융지원
  - 친환경연료 중 기존의 연료유와 물리적인 상태가 크게 다르지 않은 메탄올이나 바이오연료는 전통적인 급유방식인 STS(Ship-to-Ship) 방식으로 이루어지게 됨. 이러한 연료를 운송하는 선박은 기존의 선박을 개조하거나 신조를 통해 시장에 공급되므로 신조금융이나 개조금융이 필요함.
  - O 한편 초저온 액화가스형태로 수송되는 LNG, 암모니아, 수소 등에 대해서는 기존 선박의 개조가 불가능하여 선복공급 전체가 신조를 통해 이루어져야 함. 따라서 이들 선종에 대해서는 신조금융이 제공될 필요가 있음.
  - 또한 에너지전환은 연료보급선이 수송하는 화물 뿐만 아니라 장기적으로는 연료보급선 자체 연료의 친환경화를 요구하게 될 것으로 예상됨. 현재는 EEXI와 CII가 국제 항해에 종사하는 선박에 대하여 적용되므로 규제에 해당되지 않음.
  - 연료보급선의 연료전환이 진행될 경우에도 암모니아나 수소와 같은 액화가스선이 아닌 기존연료와 유사한 상태인 메탄올이나 바이오 연료로 개조하는 형태가 될 것이므로 개조금융 수요가 예상됨.

#### □ 항만·물류설비 금융지원

- 선박의 연료가 기존의 연료유에서 다양한 친환경연료로 전환되면서 주로 STS방식으로 이루어지던 기존의 공급체계가 다양화될 것으로 예상됨.
- O 항만·물류설비금융의 대상으로는 인프라에 해당하는 전용 급유선석 (berth)을 비롯하여 연료저장탱크, 급유용 트럭이 해당되며 넓은 의미에서는 육상전원공급시설(AMP, Alternative Marine Power)도 포함될 수 있음

[표 5-1] 운영주체와 지원분야

		운영주체			
		민간기업		정부·지자체	
		중소기업	대기업	항만공사	
선박	기존급유선 연료전환	0	0	_	
	친환경연료수송선 신조-상온연료	$\circ$	$\circ$	_	
	친환경연료수송선 신조-액화가스	_	0		
항만물류설비	선석	_	-	0	
	연료저장시설(탱크터미널 등)	_	$\circ$	$\bigcirc$	
	급유용 트럭	$\circ$	$\bigcirc$	_	
	AMP	_	-	$\circ$	

출처 : 저자작성

# 2. 지원의 범위

- □ 수송모드(선박, 트럭 등) vs. 항만·물류설비
  - 지원의 범위를 결정할 때는 지원대상기업이 함께 고려되어야 함. [표 5-2]에서 보듯이 투자대상에 따라 대체로 운영주체(지원대상기업)이 정해지기 때문임.

- 기존 급유선의 연료전환은 기존의 파편화된 중소기업이 투자주체임.
- O 액화가스연료 수송선은 LNG 급유선의 사례에서 보듯이 대규모투자를 감당할 수 있는 대규모 신규진입 기업이 담당할 가능성이 높음.
- 또한 인프라에 해당하는 탱크터미널이나 부두 등 대규모 설비의 투자는 대기업 또는 항만공사가 운영주체가 되는 것이 일반적임.
- 정책금융기관의 역할을 고려하여 자금조달에 애로를 겪는 중소기업의 문제해결에 우선한다는 측면에서 지원의 범위는 1차적으로 수송모드 즉, 급유선이나 급유트럭에 한정하고 자원배분의 여력을 고려하여 항만·물류설비로 확장하는 것이 타당함.

#### □ 신조금융 vs. 개조금융

- 연료유 보급선박에 대한 금융은 신조금융과 개조금융으로 구분됨.
- 개조금융은 기존의 선박금융에 추가하여 별도의 담보를 확보할 수 없는 투자에 대한 금융으로서 신용대출의 형태로 제공됨.
- 하지만 기존 급유업체의 90% 이상이 재무제표를 공시하고 있지 않아 현실적으로 개조투자에 대한 금융을 제공하는 것은 어려울 것으로 예상됨.
- 한편 신조금융은 메탄올이나 바이오연료를 제외한 액화가스 수송선은 대부분 신규로 진입하는 대규모 기업이 운영할 것으로 예상되어 기존의 중소 급유업자와 자원배분의 균형을 유지하는 것이 중요할 것임.

### Ⅱ. 금융지원방식

### 1. 금융지원방식 개관

- 금융지원방식은 [표5-2]와 같이 두 개의 축으로 나누어볼 수 있음.
- 기존의 금융은 대출, 보증 및 펀드로 구성됨. 리스금융은 금융기관이 금융선주의 역할을 하는 형태임. 혁신금융은 아직 실현이 불확실하나 선박을 자산으로한 실물자산 토큰(RWA token)이나 증권형 토큰 (security token)으로 조달하는 것임.
- 가로축은 일반금융과 녹색금융으로 나누어지는데 녹색금융은 환경 친화적인 활동을 지원하는 금융으로 녹색대출, 녹색펀드, 녹색리스로 구성됨.

[표 5-2] 금융지원방식

	일반금융	녹색금융
기존금융	대출(선·후순위) 보증 선박펀드	녹색대출 녹색펀드
리스금융	선박리스	녹색리스
- 혁신금융	STO, RWA	
자본시장	채권	녹색채권

출처: 저자작성

### 2. 기존금융에 의한 지원

- 금융기관은 선순위 또는 후순위 대출을 통해 자금 수요자에게 금융을 제공할 수 있음. 선순위 대출은 주로 협조융자의 형태를 띠므로 여러 금융기관이 협조하여 선박을 담보로 대출을 실행함.
- 대출과는 별도로 보증의 형태로 신용을 공여할 수도 있음. 통상적으로 후순위 대출의 경우 담보권의 순위가 뒤로 가면서 잔존원금을 회수하지 못하는 위험이 있으므로 별도의 보증을 요구하게 됨.
- 선박펀드는 선박투자회사법 또는 자본시장법 하의 펀드로서 선박 금융기관은 펀드를 구성하거나 타 기관이 조성한 펀드에 투자자로 참여함으로써 자금을 공급함.

### 3. 리스금융 지원

- O 리스사는 금융선주로서 선박을 소유하고 선박수요자인 용선주 (lessee)에게 선박을 금융리스 또는 운영리스 형태로 리스함으로써 선박투자자금을 공급함. 이는 직접 자금을 제공하는 것이 아니나 대출과 동일한 효과를 갖는 유사금융(quasi-debt financing)임.
- 리스는 해운사에게 유동성을 공급할 목적으로 활용되는 매입 후 대선 (SLB, sale and lease-back)¹⁹⁾의 형태로도 이루어짐.

¹⁹⁾ 용선자 입장에서는 매각 후 재용선

### 4. 혁신금융 지원

- 혁신금융서비스는 기존 금융서비스의 제공 내용·방식·형태 등과 차별성이 인정되는 금융업 또는 이와 관련된 업무를 수행하는 과정에서 제공되는 서비스임 ²⁰⁾.
- 뮤직카우, 루센트블록, 펀블 등 블록체인 기반의 수익증권 거래유통 플랫폼이 금융위원회에 의해 혁신금융서비스로 지정되었으나 아직 선박자산을 대상으로 한 블록체인기반 RWA(Real-world Asset) 토큰 또는 STO 플랫폼이 혁신금융서비스로 지정된 사례는 없음.
- 향후 블록체인 기반의 선박 조각투자 플랫폼이 혁신금융서비스로 인정 된다면 지금까지와는 다른 형태로 시중의 자금이 선박투자로 흐르는 경로가 마련될 것임. 이 과정에서 KOBC는 보증이나 선박운영의 공공성 제공 등의 형태로 활성화를 지원할 수 있을 것으로 예상됨.

# 5. 녹색금융 지원

- 녹색금융은 환경친화적인 활동을 지원하는 금융으로 형태보다는 목적 에서 일반금융과 차이가 있음.
- 금융기관은 녹색 선박투자 즉, 환경친화적인 선박의 건조나 개조에 우호적인 조건으로 여신을 제공할 수 있음.
- O 해운에서는 Poseidon Principles, Getting to Zero Coalition 등다양한 이니셔티브가 금융기관의 녹색여신 제공을 촉진하고 있음.

²⁰⁾ 금융혁신지원특별법 제2조제4호

### 6. 지원요구의 현실

- O AHP설문에서는 [표5-4]와 같이 수요자인 선사, 연료공급사, 기술집 단 및 연구집단을 종합했을 때 보조금이 1위 대출이 2위로 조사됨.
- 한편 연료공급사를 대상으로 한 조사에서는 보조금과 세금 감면이 각각 1, 2위를 차지하고 대출과 보증은 3,4위로 밀려남. 이는 기존 공급사들이 현재 시점에서 요구하는 것에 초점을 맞추고 미래에 대규모 투자가 소요되는 연료전환에 대해서는 크게 고려하지 않은 결과로 해석됨.

[표 5-3] 금융지원방식에 대한 AHP설문 결과

종합	1계층 요인	점수	순위	금융지원 방안 선택	선박도입	사업운영	시설투자	총 점수	순위
	친환경 선박도입	0.475	1	대출지원	0.226	0.188	0.235	0.221	2
		[ Selection of the last of the		보증지원	0.147	0.121	0.153	0.144	4
	친환경 사업운영	0.206	3	세금감면	0.190	0.284	0.205	0.214	3
	항만기반 시설투자	0.319	2	보조금	0.437	0.407	0.407	0.421	1
연료 공급사	1계층 요인	점수	순위	금융지원 방안 선택	선박도입	사업운영	시설투자	총 점수	순위
	친환경 선박도입	0.462	4	대출지원	0.153	0.104	0.123	0.131	3
				보증지원	0.110	0.089	0.110	0.103	4
	친환경 사업운영	0.306	2	세금감면	0.188	0.305	0.268	0.242	2
	항만기반 시설투자	0.232	3	보조금	0.549	0.502	0.499	0.523	1

출처: 저자작성

# Ⅲ. 대상기업

### 1. 대상기업 현황

- 부산지역의 등록 급유선사를 분석한 결과 총 225개 등록기업 중 15.1%에 해당하는 34개 기업만이 전자공시시스템(DART)에서 검색되었으며 이 중에 21개 기업만이 감사보고서를 공시하고 있었음. 즉, 감사보고서의 형태로 기업에 대한 최소한의 정보를 공개하는 기업은 전체의 9.3%에 불과함.
- 공시기업 중에는 CJ대한통운, 한국가스공사, GS글로벌, 팬스타 엔터 프라이즈 등 대규모 기업집단의 계열사이거나 대규모 상장사가 포함되어 있음.



[그림 5-1] 부산항 등록 급유선사 현황

출처: 부산광역시

### 2. 대상기업의 선정기준

#### □ 외부감사법인

- 금융지원이 이루어질 경우 금융기관의 입장에서는 신용평가 목적 상 재무정보의 공시를 전제조건으로 하는 것이 필수적임.
- 하지만 부산지역 등록기업의 예로 볼 때 이 조건을 충족하는 기업이 전체의 9.3%에 불과하며 대규모 기업을 제외하면 7.5%에 불과해 실질적인 지원효과에 대해서 의문이 제기될 수 있음.
- 기업공시의 요구로 급유선사의 경영투명성 제고를 촉진하는 효과를 기대할 수 있으나 이는 급유선사의 수송서비스에 대한 보상체계의 정상화가 선행되어야 하는 것이기 때문에 현실적으로 중소 급유선사가 받아들이기 어려운 조건임.

### □ 급유선사

- 에너지의 유형을 막론하고 연료공급의 주 형태는 STS가 될 것으로 예상됨. 따라서 다른 모드 보다는 선박에 대한 투자를 지원하는 것이 우선되어야 함.
- 단, 기존 급유선사가 매우 파편화되어 있는 상황을 고려할 때 급유 선사가 전환연료인 액화가스 수송선에 투자할 가능성은 크지 않을 것 으로 생각됨.
- 만일 정부나 지자체의 정책적 지원으로 파편화된 급유업계의 규모화가 진행된다면 대규모 자금이 소요되는 액화가스 수송선에 대한 기존 급유업자의 참여가 가능할 것으로 예상됨. KOBC는 정부 및 지자체와 협력하여 급유업체의 규모화를 추진할 필요가 있음.

- 기존 업체의 규모화가 진행된다고 하더라도 액화가스 수송선은 한국 LNG벙커링의 사례와 같이 대규모 기업의 신규진입 형태로 진행될 가능성이 높음.
- 정책금융기관은 대규모 기업에 대한 금융지원의 필요성을 사안별로 판별하여 금융지원의 대기업 편중현상이 생기지 않도록 해야 함.

#### □ 중소기업

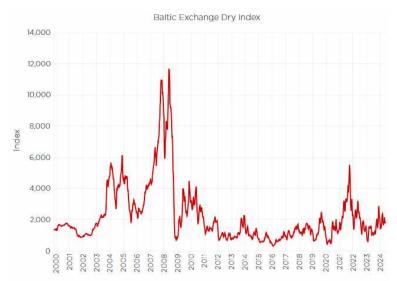
- 부산의 등록 급유업체 사례에서 보듯이 기존의 급유업체의 약 90%는 10인 미만의 종업원을 고용하는 중소기업임.
- 친환경 연료의 전환을 지원하는 것이 이들을 중심으로 형성된 연료 공급 생태계에 급격한 충격을 주는 것은 바람직하지 않음. 따라서 금융지원에 있어서도 중소기업을 우선적으로 고려하여 자원을 배분 하는 것이 중요함.
- 단, 위에서 적시된대로 중소기업의 재무적 투명성에 심각한 문제가 있기 때문에²¹⁾ 기업의 재무적 투명성을 제고하기 위한 별도의 정책적 조치가 뒷받침되지 않고 중소기업에 금융지원을 추진하는 것은 무리가 있을 것으로 예상됨.
- 기업의 재무적 투명성은 정유사와 급유업자 간 거래의 공정성과 밀접한 관련이 있으므로 정부와 지자체는 급유사가 제공하는 수송서비스에 대한 공정한 보상이 이루어지도록 지도와 감독을 강화하는 정책을 시행할 필요가 있음.

²¹⁾ 부산항 등록기업에 대한 분석에 기초함

# 제3절 관련기관 간 협업방안

### I. 상업금융기관과 협업

- □ 상업금융기관의 현황
  - 2008년 리먼사태에 의한 해운시황의 폭락과 이어진 장기간의 불황은 상업금융기관의 선박금융 참여를 크게 위축시키는 결과를 낳았음. [그림 5-2]



[그림 5-2] Baltic 운임지수 추이

출처: Clarkson Research

- 한국해양진흥공사(이하 'KOBC')의 조사에 의하면 2021년 우리나라의 상업금융기관에 의한 선박금융의 누적금액은 약 59억 달러로 전체의 22.9%를 차지함.
- O KOBC는 선박금융 보증제공을 통해 민간 금융기관의 참여 확대를 유도하고 있음.

#### □ 협업방안

- O EEXI와 CII로 현존선에 대한 탄소배출규제가 강화되면서 선박의 퇴출 또는 감속에 의한 공급축소가 예상되면서 해운 전반에 걸쳐 신조선 투자가 크게 증가될 것으로 예상됨.
- O 정책금융기관의 역할이 증가된 금융수요를 충족하지 못하면 자금 수요과 공급의 격차(funding gap)가 발생할 것으로 예상됨.
- 상업금융기관의 선박금융 참여에는 해운기업의 수익성, 다른 투자 대안의 존재여부 등 다양한 요소가 작용하나 정책금융기관이 보증 제공 등 유인을 제공함으로써 민간 금융기관의 참여를 유도할 필요가 있음.

#### Ⅱ. 정부 및 지자체와 협업

- □ 정부·지자체의 탈탄소대응
  - 정부와 지자체는 주로 비금융지원의 방법을 통해 기후변화 대응을 촉진하는 정책을 실현함.
  - 비금융지원은 보조금 또는 인센티브의 지급, 세금의 감면이나 환급, 항비 등 공공요금의 감면, 이자차이를 비롯한 비용차액의 보전, 테스트 베드의 제공이나 시험선박 건조의 지원 등 다양한 형태를 가짐.

#### □ 협업방안

- 정책금융기관은 탈탄소를 촉진하기 위하여 금융을 제공함과 동시에 정부나 지자체와 협력하여 위에 기술된 추가적인 유인을 제공함으로써 급유선사의 부담을 경감하고 에너지 전환을 이룰 수 있음.
- 특히 아직 기술적 타당성이 완전히 검증되지 않은 무탄소 연료선박을 건조할 때 정부나 지자체가 보조금을 지급함으로써 급유선사의 시장 위험을 경감하는 것은 효과적인 조치가 될 것임. 실제 한국 LNG벙커링이 Blue Whale을 건조할 때에도 정부에서 150억 원의 보조금이 지급 되었음.

제5장 금융지원방안 169

#### Ⅲ. BFC 사원기관 간 협업

#### □ BFC사원기관과 해양금융

- O BFC사원기관은 기술보증기금, 한국주택금융공사, 한국예탁결제원, 한국자산관리공사, 부산은행, 한국해양진흥공사, 한국거래소로 구성 되어 있음.
- 이 중 해양금융과 관련이 있는 기관은 한국해양진흥공사, 한국자산 관리공사와 해양금융부를 운영하고 있는 부산은행임.
- 혁신금융인 STO 또는 RWA가 해양금융에 적용될 경우 관련이 있는 기관으로는 위의 해양금융기관에 더하여 한국거래소와 한국예탁결제원이 추가될 수 있음.
- 산업은행의 부산이전이 실현된다면 산업은행도 사원기관이자 협업 기관의 역할을 할 것으로 기대됨.

#### □ 협업방안

- 전통적인 선박금융 영역에서는 위에 열거된 해양금융기관 간의 협업이 가능함.
- O 선박금융의 협조융자(syndication) 또는 선박펀드의 구성 시 정책금융 기관 간 또는 정책금융기관과 민간 선박금융기관의 협업이 가능함.
- 민간 선박금융기관에 유인을 제공하기 위하여 정책금융기관이 보증을 제공하는 등 '지원'의 역할을 담당할 수 있음.
- O KOBC는 해양수산부의 정책실행기관으로서 정책수단으로 활용되는 보조금이나 인센티브를 활용하여 민간 금융기관의 참여를 유도할 수 있음.

- 혁신금융 영역에서는 선박 조각투자의 실현을 가정할 때 사원기관 간 더욱 광범위한 협업구조를 구상할 수 있음. 특히 지난 5월에 설립되어 최근 오사카디지털자산거래소와 협력관계를 구축한 부산디지털자산 거래소와 협업도 고려될 수 있음.
- 사원기관 간 협업에는 다수의 참여자 간 이해관계의 조정이 수반 되므로 부산금융중심지의 전략수립과 활성화를 담당하고 있는 부산 국제금융진흥원이 조정자 또는 컨트롤타워로 기능하는 것이 중요함.

제5장 금융지원방안 171

KOREA MARITIME &
OCEAN UNIVERSITY

#### **CHAPTER**

VI

결론

제1절 연구결과의 요약 제2절 정책적 시사점

## 제6장

## 결론







## 제1절 연구의 주요 결과 요약

- 본 연구는 국내 선박연료 공급업의 친환경 투자수요를 추정하고, 이를 바탕으로 선박연료 공급업에 대한 정책적 금융지원방안을 도출하는 것을 주요 목적으로 진행되었음.
- 이를 위해 선박연료공급업의 현황 분석, 선박연료에 대한 규제와 대응 방향, 친환경 선박연료 공급을 위한 투자수요 추정, 그리고 이를 위한 금융지원방안의 흐름으로, 크게 4가지 주제로 구성하였음.

#### I. 선박연료 공급업의 현황 분석

- O IMO의 자료에 따르면 2022년 세계 선박 연료유 사용량은 2.1억톤 정도이며, 전통적 석유류가 전체의 95%를 차지함.
- 우리나라의 국제 벙커링 량은 2022년에 57백만bbl로 최대치를 기록 했으며, 99% 이상이 경유와 벙커C로 구성됨.
- 국내 주요 항만의 선박연료 공급업계는 305개의 기업으로 구성되어 있으며, 이 중 약 80%인 246개사가 종업원 10인 미만의 영세업자임.

제6장 결론 175

- 특히 국내 급유선 371척 중 1천톤이상의 대형선은 8척(2%)에 불과하고, 249척(67%)이 선령20년 이상의 노후선박임.
- O IMO의 환경규제 강화로 인해 선박의 연료 자체가 LNG, 메탄올 등으로 바뀌어 가는 상황은 선박연료 공급업계의 패러다임 자체를 변화시키는 요인이지만, 영세업자 중심의 현재 업계의 대응은 한계적인 상황임.

#### Ⅱ. 선박연료에 대한 규제와 대응 방향

- IMO는 MARPOL 협약에 따라 선박기인 대기오염 물질에 대한 규제를 강화하고 있으며, 2023년 MEPC 80차 회의에서 2050년 Net zero를 선언함.
- 이를 위한 규제수단으로 에너지 효율지수(EEDI, EEXI)와 탄소집약도 지수( CII)를 개발. 국제 선박에 강제하고 있음.
- O EU도 Fit for 55 법안을 통해 해운산업을 배출권거래제도(ETS)에 편입시키고, 해상운송 연료 규제(FuelEU Maritime)를 적용함.
- 이에 따라 해운선사는 감속운항, 에너지 효율 개선, 친환경 연료 사용, 친환경 선박 건조 등으로 대응하고 있음.
- 특히 친환경 연료의 활용기술에 대한 개발 경쟁이 본격화되고 있으며, 중장기적으로는 메탄올, 암모니아, 수소 등 무탄소 연료로 전환될 것 으로 전망됨.
- O Clarkson, McKinsey, DNV, IAE 등 국제기구와 세계적 연구기관에 따르면, 2050년 무탄소 연료의 비중이 75%를 넘고, Oil, LNG 등 화석 연료의 비중은 15% 정도로 감소할 것으로 전망됨.

O 다만, 본 연구에서 직접 조사한 국내의 전문가 40명은 2050년 선박에너지 믹스 중 Oil과 LNG 등 화석연료의 비중을 50% 이상으로 추정하여 IMO의 Net zero 선언에 대한 부정적 인식이 있는 것으로나타남.

#### Ⅲ. 친환경 선박연료 공급을 위한 투자수요 추정

- O 해외 추정치와 국내 추정치의 중간값을 채택한 C-case를 기준으로 하면, 2030년 벙커링 수요는 Oil과 LPG를 중심으로 11.5백만톤 수준 이지만, 2050년에는 17.6백만톤으로 확대되며, 암모니아, 메탄올, 수소 등 무탄소 연료가 중심적 존재가 될 것으로 보임.
- 이에 따라 2030년, LNG 150만톤 등 365만톤의 공급부족에서, 2040년에는 암모니아 380만톤, 메탄올 220만톤 등 약 980만톤, 2050년에는 암모니아를 중심으로 1,600만톤의 대규모 공급부족이 발생될 것으로 추정됨.
- 이러한 공급부족에 대비하기 위해서 향후 2050년까지 총 27만dwt, 123척의 선박연료 공급선에 대한 투자가 필요하며, 총 투자 소요액은 2,925m\$에 이를 것으로 추정됨.
- O 2030년대 이전에는 LNG 공급선을 중심으로 한 투자자금 공급이 시급하며, 총 소요금액은 644m\$로 추정됨.
- 2030년대에는 암모니아 공급선을 중심으로 한 자금공급이 필요하며, 수소 공급선에 대한 투자도 개시되어야 함. 이 시기에 필요한 총 투자 금액은 918m\$로 추정됨.
- 2040년 이후에는 암모니아와 수소 공급선에만 투자가 집중되며, 2050년까지의 소요금액은 1.362m\$에 이를 것임.

제6장 결론 177

#### Ⅳ. 친환경 선박연료 공급을 위한 금융지원 방안

- 기존 급유업계는 정부나 정책금융기관의 지원이 없으면 환경규제 관련 변화에 스스로 대응할 수 없는 현실임.
- 지원 분야로는 연료유 공급선박 금융지원과 항만물류설비 지원이 있고, 연료유 보급 선박 지원에는 신조금융과 개조금융으로 구분.
- 금융지원 방식으로는 기존의 대출, 보증, 선박펀드 외에도 리스금융, 혁신금융과 녹색금융 등 다양한 방식을 고려함.
- 지원 대상기업으로는 중소기업이 우선되어야 하지만, 경영 투명성을 개선할 필요가 있음.
- 대규모의 정책적 자금조달이 필요하므로, KOBC를 중심으로 정책 금융기관 및 상업금융기관, 정부와 지자체 간의 협업이 필요함.
- O BFC 사원기관 간 협업에는 부산국제금융진흥원이 조정자 또는 컨트롤 타워로 기능하는 것이 중요함.

## 제2절 정책적 시사점

- 우리나라 급유업계의 가장 큰 문제는 영세기업, 소형선, 노후선이며, 이러한 체질을 개선해야 국제경쟁력을 확보할 수 있음.
- 친환경 선박연료의 확대에 따라 기존 노후 급유선의 시장 철수가 불가피 하며, 선령제한을 두고 감척할필요가 있음.
- 선령을 제한할 경우 급유선 대체수요가 발생하며, 대체선은 반드시 대형화하고, 배터리를 장착하는 등 친환경화해야 함.
- 선박연료의 친환경화와 경쟁력 확보를 위해 가장 우선되어야 하는 투자는 친환경 연료 공급선박의 확보임.
- 국내 산업계의 분위기는 다소 보수적이며, 국제적 친환경 목표 달성에 부정적인 시각이 존재함. 이와 같은 국내의 분위기는 국제적 대응기조에 뒤쳐진 것이고, 친환경 벙커링의 국제경쟁력 확보에 지장을 초래할 우려가 있어. 정부는 보다 적극적인 대응전략을 준비해야 함.
- O 현재 가장 시급한 투자는 LNG 공급선에 대한 것이고, 2030년까지 7,500cbm급 8척, 총 4천억원에 달하는 금융수요가 있음.
- 2030년 이후로는 암모니아와 수소 공급선을 중심으로 한 대규모 투자 수요가 예상됨. 다만, 이러한 연료의 활용기술이 현재 완성된 상태가 아니므로 향후의 기술개발 추이를 주시하며 단계적으로 준비할 필요가 있음.
- 총 29억달러를 넘는 막대한 자금을 조달하기 위해, 다양한 금융지원 방법을 고려해야 하며, 민간금융기관 및 정책금융기관 간의 협업이 필요할 것임.

제6장 결론 179

- 지원대상 측면에서는 지원의 필요성이 높은 중소기업이 우선되어야 하지만, 경영의 투명성을 담보할 수 있는 수단이 없음. 시장정상화를 통한 재무정보의 공개 유도가 시급함.
- 부산, 인천, 울산 등 지방자치체 및 항만공사와의 협업도 고려되어야 하고, 이 과정에서 해양진흥공사가 중심적 역할을 수행해야 할 것임.

#### 참고문헌

#### 1. 국문자료

- 관계부처 합동, [LNG 추진선박 연관산업 활성화 방안], 2018.
- 관계부처 합동, [친환경 선박연료 공급망 구축방안], 2023.
- 국토교통부, [해양수산부, 국가물류 기본계획 2021-2030], 2021.
- 김근섭, "부산항의 LNG 벙커링 가격 경쟁력 확보 방안", [한국항만경제학회지], 제 32권 1호, pp.123-133, 2016.
- 김대진, [선박 대체연료 확산이 해운산업에 미치는 영향], 산은조사월보, 제796호, 2022.
- 김봉주, [조선산업 친환경 스마화 동향과 입법, 정책과제], 국회입법조사처, 2020.
- 김은미, [글로벌 수송 부문의 온실가스 감축 현황과 시사점: 해운 분야를 중심으로 ], 대외경제정책연구원, 2022.
- 김형태, "우리나라 항만의 벙커 품질관리시스템 개선방안", [한국항만경제학회지], 제38권 2호, pp.11-30, 2022.
- 김세원, 김보경, 이다예, 이자연, [항만연관산업 고도화 방안 연구], 한국해양수산 개발원, 2023.
- 대외경제정책연구원, [EU 탄소감축 입법안('Fit for 55')의 주요 내용과 시사점], 2021.
- 도현재, 이소영, [국제해사기구의 환경규제 강화에 따른 벙커링 산업 대응전략 연구], 에너지경제연구원, 2020.

참고문헌 181

- 법제처. [국제해사기구(IMO) 해양환경규제 협약들 관련 법률안]. 2019.
- 부산국제금융진흥원, [항만운송관련 산업 실태조사], 2023.
- 부산항만공사. [2022년 부산항 해운항만산업 실태조사]. 2023.
- 산업통상자원부, [K-조선 차세대 선도 전략], 2023.
- 삼성증권, [조선:환경규제가 조선 산업과 조선 주식에 갖는 의미], 2023.
- O 삼성증권, [해운리포트], 2023.
- 삼정KPMG, [IMO 2020 황산화물.환경규제, 규제를.기회로삼다], 2019.
- O 양종서, [해상 탄소중립에 대한 국내 해사산업 대응방안], 한국수출입은행 해외경 제연구소, 2021.
- 양종서, [국내 해운산업의 친환경 경쟁력 확보 방안], 한국수출입은행 해외경제연 구소, 2022.
- O 양종서, [세계 LNG산업 및 LNG선 동향과 전망], 한국수출입은행 해외경제연구소, 2022.
- 양종서, [해상 탄소중립을 위한 선박 대안 연료 현황과 시사점 LNG, 메탄올, 암모니아를 중심으로], 한국수출입은행 해외경제연구소, 2023.
- O 양종서, [중국의 해상탄소중립 대응현황과 시사점], 한국수출입은행 해외경제연구소, 2023.
- 양종서, [일본의 해상탄소중립 대응현황과 시사점], 한국수출입은행 해외경제연구소, 2023.
- 이호춘, 류희영, [IMO 배출가스 규제 강화에 대비한 국내 해운산업 대응 전략], 한 국해양수산개발원, 2019.
- 장경석, [이미 시작된 친환경 선박 시대], KB금융지주 경영연구소, 2023.

- 장경석, [친환경 선박 연료와 녹색해운항로 경쟁], KB금융지주 경영연구소, 2023.
- 정경열 외 3명, "특집:녹색선박 SCR시스템 기술개발 현황 선박용 SCR 국내.외 현황 및 시장동향", [기계와 재료], Vol.24. No.2, pp.18-26, 2012.
- 한광석, "선박급유업의 활성화 방안 부산항을 중심으로", [월간 해양수산], 제26 0호, pp55-73. 2006.
- O 한국LNG벙커링산업협회, [국제 LNG벙커선 Profile], 2024.
- O 한국항만협회. [항만 및 어항시설 설계를 위한 선박제원 통계분석], 2023.
- 한국해사협력센터. [CI] 등급 개선을 위한 가이드북]. 2023
- 한국해사협력센터,[IMO 주요회의결과 (제81차 해양환경보호위원회)], 2024.
- 한국해사협력센터. [탈탄소화 국제해사 동향 합본집], Vol.05~09, 2023.
- 한국해사협력센터. [탈탄소화 국제해사 동향 합본집]. Vol.10, 2024.
- 한국해양대학교, [선박 급유업 선진화 방안 연구], 해양수산부, 2017.
- O 한국해양수산과학기술진흥원, [KIMST Insight October], 2023.
- 한국해양수산개발원, [KMI동향분석], VOL.114, 2019
- 한국해양수산개발원, [해양수산 미래전략 수립 연구], 해양수산부, 2019.
- 한국해양수산개발원, [IMO 2020 황산화물 규제와 대응방안], KMI 인포그래픽, 2 020.
- 한국해양수산개발원, [글로벌 물류 현지시장 동향: IMO의 온실가스 배출규제에 따른 대응기술 개발 현황], 2021.
- 한동진, [조산산업의 친환경 연료전환 동향], 산은조사월보 제812호, 2023.
- 해양수산부, [2030 항만정책 방향과 추진전략], 2020.

참고문헌 183

- O 해양수산부, [제4차(2021~2030) 전국 항만 기본계획], 2020.
- 해양수산부, [해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵], 2021.
- O 해양수산부, [한국형 친환경선박 보급시행계획], 2022.
- O 해양수산부, [탄소중립항만 구축전략 세미나], 2023.
- 황진회 외 3명. [선박 대체연료 기술 개발 동향 조사]. 한국해양수산개발원, 2022.
- 허윤수, 김율성, 이종필, [부산항 선박급유 활성화 방안], 부산발전연구원, 2014.

#### 2. 영문자료

- O Clarksons Research, LNG Trade & Transport, 2023.
- O Clarksons Research, Shipping Review & Outlook, September, 2023.
- O Clarksons Research, CO2 Benchmark Tracker, 2023.
- O Clarksons Research, World Fleet Monitor, September, 2023.
- O Clarksons Research, Shipping Review & Outlook, March, 2024.
- O BP, Approximate conversion Factors, 2021.
- O DNV, Decarbonization StrategyTrend and Countermeasures for Maritim e Environmental Regulations, 2021.
- O DNV, MARITIME FORECAST TO 2050, 2021.
- O DNV, MARITIME FORECAST TO 2050, 2022.
- O DNV, MARITIME FORECAST TO 2050, 2023.

- O DNV, Energy Transition Outlook 2023–A global and regional forecast to 2050, 2023.
- O DNV, Pathway to NET-ZERO Emissions, 2023.
- O DNV, PREPARING FOR THE EU ETS NEXT STEPS, 2023.
- O IEA, Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5 ℃ Goal in Reach, 2023.
- O IEA, World Energy Outlook, 2023.
- O IMO, MARPOL 2021 Amendment (76th), 2024
- IMO, MEPC-81/6(Report of fuel oil consumption data submitted to the IMO Ship Fuel Oil Consumption Database in GISIS), 2023
- O KR, Decarbonization Magazine Autumn, Vol.04, 2023
- O Maersk Mc-Kinney Moller Center, *The shipping industry's fuel choices* on the path to net zero, 2023

#### 3. 언론기사

- 강미주, "고사 위기의 급유선업계···낙후된 유통구조·저운임", 해양한국, 2017.0 2.28., <a href="https://www.monthlymaritimekorea.com/news/articleView.html?idxno=19227">https://www.monthlymaritimekorea.com/news/articleView.html?idxno=19227</a>
- 곽용신, "하나마린, 메탄올 STS 벙커링 성공", 한국해운신문, 24.02.08., "http://www.maritimepress.co.kr/news/articleView.html?idxno=319229"
- 박찬, "'면세유 불법유통 차단'…해수부, 선박 연료 정량공급 도입 추진", KBS, 20
   23.12.12., <a href="https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=78396">https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=78396</a>

참고문헌 185

- 오예진, "연료공급선·유조선 겸업 허용한다···"초대형선박 급유 지원", 연합뉴스, 2 020.11.29., "https://www.yna.co.kr/view/AKR20201128039500530"
- 이호진, "HMM 상트페테르부르크호, 국내 최대 8000t 급유", 부산일보, 2020.0 9.09., "https://mobile.busan.com/view/busan/view.php?code=20200 90919120594230"
- O 장진식. "[CEO의 삶과 꿈] 해상급유시스템 왜 문제인가", 부산일보. '17.07.20
- 지승현, "울산항 초대형 컨선에 세계최초 STS방식 메탄올 벙커링 성공", 현대해양, 2023.11.24.
- O 차근호, "부산항 소형 급유선 4척 중 3척은 '세워둔 배', 2022.05.02., <a href="https://www.kossa.net/4-2/?uid=198&mod=document&pageid=1">https://www.kossa.net/4-2/?uid=198&mod=document&pageid=1</a>

#### 4. 웹사이트

- O 법제처, 국가법령정보센터, https://www.law.go.kr/
- O 부산항만공사, https://www.busanpa.com/kor/Main.do
- O 산업통상자원부, https://www.motie.go.kr/
- O 통계정, 국가통계포털, https://kosis.kr/index/index.do
- O 한국LNG벙커링산업협회, https://www.kolbia.org/
- O 한국가스공사, https://www.kogas.or.kr/site/koGas/main
- O 한국석유공사, 페트로넷, https://www.petronet.co.kr/v3/index.jsp
- O 한국선급협회, https://www.krs.co.kr/kor/

- O 한국해사협력센터, https://www.imokorea.org/
- O 한국해양수산개발원, https://www.kmi.re.kr/web/main/main.do?rbsIdx=1
- O 한국해양진흥공사, https://www.kobc.or.kr/ebz/shippinginfo/main.do
- O 한국해운조합, https://www.theksa.or.kr/site/main/home
- O 한국해운협회, https://oneksa.kr/
- O 해양수산부, https://www.mof.go.kr/index.do
- O Clarsons, https://www.clarksons.com/research/
- O DNV, https://www.dnv.com/about/
- O IAE, https://www.iea.org/
- O IMO, https://www.imo.org/
- O Marine and Port Authority of Singapore, https://www.mpa.gov.sg/home

참고문헌 187

#### 부록

### 전문가 설문조사

안녕하십니까? 귀하의 무궁한 발전을 기원합니다.

저희는 부산국제금융진흥원의 의뢰로 "선박연료공급업의 친환경화를 위한 금융지원방안"에 대한 연구를 진행하고 있습니다. 이와 관련하여 전문가 여러분을 대상으로 친환경선박 에너지원과 친환경 벙커링을 위한 정책방안에 대해 설문조사를 실시하고자 합니다.

소수의 전문가 여러분을 대상으로 하는 설문이라 계층화 분석법(AHP)을 활용하여 설문을 구성했습니다. 우리나라 항만의 미래 경쟁력에 영향을 줄 수 있는 의미있는 설문입니다. 바쁘시더라도 설문에 꼭 참여해 주시고 부디 신중히 답변해 주시면 대단히 감사하겠습니다.

응답해 주신 모든 설문의 결과는 통계수치로 변환되어 연구의목적으로만 사용될 것이며, 응답자의 신상에 관한 부분은 절대노출이 없을 것임을 약속드립니다.

귀한 시간을 내 주셔서 감사드립니다.

2024년 5월



국립한국해양대학교 해양금융대학원 연구진

※ 본 설문은 AHP(Analytic Hierarchy Process: 계층화 분석법) 기법 적용을 위해 설계되었습니다. AHP 기법은 평가에서 고려되는 평가항 목들을 계층화한 다음, 평가 항목 간 상대적 중요도를 측정하여 대안 들의 우선순위를 종합적으로 판단하는 분석 기법입니다. 따라서 모든 대안들의 상대적 중요도가 평가되어야 하며, 대안들의 평가에 일관성 이 유지되어야 합니다. 응답의 일관성이 낮은 경우 설문조사를 다시 실시하게 되오니 다음 사항에 유의하셔서 신중하게 응답해 주시기 바랍니다.

#### - AHP 설문 응답 시 유의사항 -

#### 1) 응답 사례

예) 대안 간의 평가기준에서 판단할 때 <u>항목 A 가 항목 B 보다 매우 중요하다고1</u>) 생각하시면 아래와 같이 "⑦ (매우중요)"에 기입하면 됩니다. 만약 항목 A 가 항목 B 에 비해 중요와 매우중요 사이의 값이라고 판단할 때에는 "⑥"에 기입하면 됩니다.

평가항목	절 대 중 요		매우중요		중 요		약 간 중 요		같 다		약 간 중 요		KH G		매 우 중 요		절 대 중 요	<u>평가항목</u>
<u>항목 A</u>	9	8	<b>②</b>	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	<u>항목 B</u>

¹⁾ 본 설문서의 경우 선택 대안의 중요도를 쌍대비교 방법으로 평가하며 2개의 응답 대안에 대한 중요도를 체크하도록 하고 있습니다. 만약 중요도가 "같다"고 응답하는 경우 항목A와 항목B 투자안에 같은 금액(비중)을 투자해야 한다고 생각하는 경우입니다. 항목B에 비해 항목A에 보다 많은 투자 비중을 요구한다면 그 비중의 크기가 클수록항목A 부분의 "약간중요" 〈 "중요" 〈 "매우중요" 〈 "절대중요" 순서로 응답을 해야 합니다.

#### 2) 응답 일관도

□ AHP 분석에서는 응답의 신뢰성을 확인하기위해 <u>비일관도지수</u>가 생성됩니다. 비일관도 지수가 0.15 이상이 될 경우 응답결과를 신뢰할 수 없다고 판단되어 **다시 설문을 요청**하게 됩니다.

응답의 일관성 여부는 다음 예와 같이 판단됩니다. 예)

#### [일관성이 있는 경우]

1. A > B : A 가 B 보다 중요

2. B > C : B 가 C 보다 중요

3. A > C : A 가 C 보다 중요

#### [일관성이 **없는** 경우]

1. A > B : A 가 B 보다 중요

2. B > C : B 가 C 보다 중요

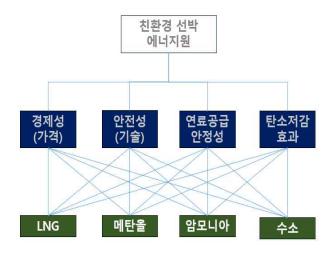
3. A < C : C 가 A 보다 중요

# 1. 미래 친환경 선박 에너지원 선택의 고려요인 및 대안의 선정

※ 이 질문에서는 친환경 선박연료별 선택 대안을 선정하기 위하여 고려되어야 할 주요 요인과 요인별 에너지원 선호도를 계층 구조화 하였습니다.

고려해야할 요인은 경제성, 안전성, 공급안정성, 탄소저감효과로 정리했고, 선택대안은 LNG, 메탄올, 암모니아, 수소로 한정했습니다.

### [친환경 선박 에너지원 선택을 위한 AHP 계층구조]



고려요인	정의
경제성(가격)	대안의 공급 가격
안전성(기술)	대안의 위험도와 취급기술 성숙도
연료공급안정성	대안연료의 공급 안정성
탄소저감효과	대안연료의 탄소저감효과

#### □ 미래 친환경 선박 에너지원 선정의 요인

[설문 1] 친환경 선박 에너지원의 선정 시 고려할 요인별로 <mark>상대적</mark> 중요도를 표시하여 주십시오.

<u>평가항목</u>	절 대 중 요		매 우 중 요		중 요		약 간 중 요		같 다		약 간 중 요		중 요		매 우 중 요		제 대 % 여	<u>평가항목</u>
경제성	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	안전성
경제성	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	공급안정성
경제성	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	탄소저감효과
안전성	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	공급안정성
안전성	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	탄소저감효과
공급안정성	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	탄소저감효과

□ 미래 친환경 선박 에너지원 선택 대안에 대한 상대적 선호도

※ [설문 1]의 요인별로 대안이 되는 에너지원의 <mark>상대적 선호</mark>를 파악하기 위한 질문입니다.

[설문 1.1] <mark>경제성(가격</mark>)을 기준으로 선박 에너지원별 선호도를 표시하여 주십시오.

평가항목	절 대 선 호		매 우 선 호		선 호		약 간 선 호		같 다		약 간 선 호		선 호		매 우 선 호		절 대 선 호	<u>평가항목</u>
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	메탄올
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	암모니아
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소
메탄올	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	암모니아
메탄올	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소
암모니아	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소

# [설문 1.2] <mark>안전성(기술)</mark>을 기준으로 선박 에너지원별 선호도를 표시하여 주십시오.

평가항목	절 대 선 호		매 우 선 호		선 호		약 간 선 호		같 다		약 간 선 호		선 호		매 우 선 호		절 대 선 호	<u>평가항목</u>
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	메탄올
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	암모니아
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소
메탄올	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	암모니아
메탄올	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소
암모니아	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소

## [설문 1.3] <mark>공급안정성</mark>을 기준으로 선박 에너지원별 선호도를 표시하 여 주십시오.

평가항목	절 대 선 호		매 우 선 호		선 호		약 간 선 호		같 다		약 간 선 호		선 호		매 우 선 호		절 대 선 호	<u>평가항목</u>
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	메탄올
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	암모니아
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소
메탄올	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	암모니아
메탄올	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소
암모니아	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소

[설문 1.4] <mark>탄소저감효과</mark>를 기준으로 선박 에너지원별 선호도를 표시 하여 주십시오.

평가항목	절 대 선 호		매 우 선 호		선 호		약 간 선 호		같 다		약 간 선 호		선 호		매 우 친 호		절 대 선 호	<u>평가항목</u>
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	메탄올
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	암모니아
LNG	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소
메탄올	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	암모니아
메탄올	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	수소
암모니아	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	수소

#### 2. 미래 친환경 벙커링산업 국제경쟁력 확보

※ 이 질문에서는 미래 친환경 벙커링산업 국제경쟁력 확보를 위한 정책 대안의 중요도를 파악하기 위해 경쟁력의 주요 요인과 정책대 안을 계층 구조화했습니다.

경쟁력의 주요 요인은 공급인프라, 가격경쟁력, 서비스경쟁력, 안전관리역량으로 정리했고, 선택대안은 각 요인별로 3가지씩 설정했습니다.

#### [미래 친환경 벙커링산업 국제경쟁력 AHP 계층구조]



주요요인	정의
공급인프라 확충	항만내 저장시설, 육상공급 (PTS),
이 바 킨 ㅡ 억 ㅎ	해상공급(STS) 등 기반 설비 확충
	유통체계 개선, 선박대형화, 보조금,
가격경쟁력 확보	세금감면 등을 통한 국제적 가격경쟁력
	확보
서비스거래된 하다	정량공급, 품질인증, 연료다양성 확보
서비스경쟁력 확보	등을 통한 국제적 서비스경쟁력 확보
이기 키 기 어리	안전지침강화, 절차표준화, 사고대응능력
안전관리 역량	등을 통한 안전관리능력 강화

#### □ 미래 친환경 벙커링산업 국제경쟁력의 주요 요인

## [설문 2] 미래 벙커링산업 국제경쟁력 확보를 위한 요인별로 <mark>상대적</mark> 중요도를 표시하여 주십시오.

평가항목	절 대 중 요		매 우 중 요		중 요		약 간 중 요		같 다		약 간 중 요		중 요		매 우 중 요		절 대 중 요	<u>평가항목</u>
공급인프라	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	가격경쟁력
공급인프라	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	서비스경쟁력
공급인프라	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	안전관리역량
가격경쟁력	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	서비스경쟁력
가격경쟁력	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	안전관리역량
서비스경쟁력	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	안전관리역량

#### □ 미래 친환경 벙커링산업 국제경쟁력 강화를 위한 정책 대안

※ [설문 2]의 요인별로 정책대안의 <mark>상대적 중요도</mark>를 파악하기 위한 질문 입니다.

[설문 2.1] <mark>공급인프라</mark> 확충을 위한 정책대안의 상대적 중요도를 표시 하여 주십시오.

평가항목	절 대 중 요		매 우 중 요		중 요		약 간 중 요		같 다		약 간 중 요		중 요		매 우 중 요		절 대 중 요	<u>평가항목</u>
항만저장능력 확충	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	육상공급시설 확충
항만저장능력 확충	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	벙커링선대 촥충
육상공급시설 확충	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	벙커링선대 촥충

### [설문 2.2] <mark>가격경쟁력</mark> 확보를 위한 정책대안의 상대적 중요도를 표 시하여 주십시오.

평가항목	절 대 중 요		매 우 중 요		중 요		약 간 중 요		같 다		약 간 중 요		중 요		매 우 중 요		절 대 중 요	<u>평가항목</u>
연료유통체계 개선	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	벙커링선박 대형화
연료유통체계 개선	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보조금/ 세금감면
벙커링선박 대형화	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보조금/ 세금감면

[설문 2.3] <mark>서비스경쟁력</mark> 확보를 위한 정책대안의 상대적 중요도를 표 시하여 주십시오.

평가항목	절 대 중 요		매 우 중 요		중 요		약 간 중 요		같 다		약 간 중 요		중 요		매 우 중 요		절 대 중 요	<u>평가항목</u>
정량공급체계 확보	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	품질인증제 도입
정량공급체계 확보	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	연료다양성 확보
품질인증제 도입	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	연료다양성 확보

#### [설문 2.4] <mark>안전관리역량</mark> 강화를 위한 정책대안의 상대적 중요도를 표 시하여 주십시오.

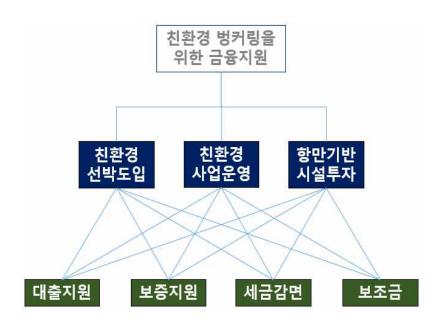
평가항목	절 대 중 요		매 우 중 요		중 요		약 간 중 요		같 다		약 간 중 요		<b>版</b> 요		매 우 중 요		절 대 중 요	<u>평가항목</u>
안전관리지침 강화	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	벙커링절차 표준화
안전관리지침 강화	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	사고대응능력 강화
벙커링절차 표준화	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	사고대응능력 강화

#### 3. 친환경 벙커링을 위한 금융지원 방안

※ 이 질문에서는 친환경 벙커링을 위한 금융지원 방안의 선정과 각 수단의 선호도를 파악하기 위해 지원대상과 지원수단을 계층 구조화 했습니다.

지원대상으로는 친환경 선박대체 지원, 친환경 사업운영 지원, 관련 항만기반시설 투자 지원으로 구분했고, 지원수단은 대출지원, 보증지 원, 세금감면, 보조금으로 설정했습니다.

#### [친환경 벙커링을 위한 금융지원방안 AHP 계층구조]



지원대상	정의
친환경 선박도입	친환경 벙커링 선박의 구매와 건조 지원
친환경 사업운영	친환경 벙커링서비스 제공기업 운영 지원
항만기반시설투자	친환경 벙커링을 위한 항만기반시설 투자 지원

#### □ 친환경 벙커링을 위한 금융지원 대상 선정

[설문 3] 친환경 벙커링을 위한 금융지원 대상별로 <mark>상대적 중요도</mark>를 표시하여 주십시오.

평가항목	절 대 중 요		매 우 중 요		중 요		약 간 중 요		같 다		약 간 중 요		중 요		매 우 중 요		절 대 중 요	<u>평가항목</u>
친환경 선박도입	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	친환경 사업운영
친환경 선박도입	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	항만기반 시설투자
친환경 사업운영	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	항만기반 시설투자

□ 친환경 벙커링을 위한 금융지원 대상별 지원수단 선정

※ [설문 3]의 대상별로 금융지원수단의 <mark>상대적</mark> 중요도를 파악하기 위한 질문입니다.

[설문 3.1] <mark>친환경 선박도입을</mark> 위한 금융지원수단별 중요도를 표시하여 주십시오.

평가항목	절 대 선 호		매 우 선 호		선 호		약 간 선 호		같 다		약 간 선 호		선 호		매 우 선 호		절 대 선 호	<u>평가항목</u>
대출지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보증지원
대출지원	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	세금감면
대출지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보조금
보증지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	세금감면
보증지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보조금
세금감면	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보조금

## [설문 3.2] <mark>친환경 사업운영</mark>을 위한 금융지원수단별 중요도를 표시하여 주십시오.

평가항목	절 대 선 호		매 우 선 호		선 호		약 간 선 호		같 다		약 간 선 호		선 호		매 우 선 호		절 대 선 호	<u>평가항목</u>
대출지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보증지원
대출지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	세금감면
대출지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보조금
보증지원	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	세금감면
보증지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보조금
세금감면	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보조금

[설문 3.3] <mark>항만기반시설 투자</mark>를 위한 금융지원수단별 중요도를 표시 하여 주십시오.

평가항목	절 대 선 호		매 우 선 호		선 호		약 간 선 호		같 다		약 간 선 호		선 호		매 우 선 호		절 대 선 호	평가항목
대출지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보증지원
대출지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	세금감면
대출지원	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보조금
보증지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	세금감면
보증지원	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보조금
세금감면	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	보조금

### 4. 미래 친환경 선박 에너지원의 중장기적 전망과 대책

[설문 4-1] 친환경 선박 에너지원별 구성의 향후 전망에 대한 의견을 각 연도별 %로 표시해 주십시오. (2023년 비율은 싱가포르항의 선박연료 판매 구성비입니다)

연료 구분	2023년(현재)	2030년	2040년	2050년
① OIL	(99.99)%	( )%	( )%	( )%
2 LNG	( 0.00 )%	( )%	( )%	( )%
③ 메탄올	( 0.00 )%	( )%	( )%	( )%
④ 암모니아	( 0.00 )%	( )%	( )%	( )%
<u></u> ⑤ 수소	( 0.00 )%	( )%	( )%	( )%
⑥ 기타	( 0.01 )%	( )%	( )%	( )%
합계	100%	100%	100%	100%

[설문 4-2				회의에서   대해서는		Net-zero 니까?
[설문 4-3	-					전환하기 '하십니까?
[설문 4-3	위해	서는	어떤			
[설문 4-3	위해	서는	어떤	정책이		
[설문 4-3	위해	서는	어떤	정책이		
[설문 4-3	위해	서는	어떤	정책이		

[설문 4-4]		책과	금융지	원방안에	대한	의견을	자유롭게
※ 응 답 자							
■ 성 명	:				_		
■소 속	:				_		
■ 부 서 (직	위) :			<del> </del>	_		
■ 직무경력	:		<del> </del>		년		
■ 연 락 처	:	<del> </del>			_		

◈ 설문에 충실히 응답해 주셔서 감사합니다. ◈