KMC
Korea Center for Internationa
Maritime Safety Cooperation

선박 온실가스 감축에 대한 국제해사 정책동향

International Maritime Policy Trends for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Ships

2021.11

KMC 한국해사안전국제협력센터
Korea Center for International Maritime Safety Cooperation

연 구 진

내부연구진	**김민규** 한국해사안전국제협력센터 **이정윤** 한국해사안전국제협력센터 **신미숙** 한국해사안전국제협력센터
외부연구진	**하승만** University of Strathclyde, UK **정병욱** University of Strathclyde, UK
원고 자문	**김종민** 한국선급

Contents

서론 Ⅰ 02
1. 연구 배경 및 목적 04
2. 연구 범위 및 방법 07

선박 온실가스 감축 IMO 정책 개요 Ⅱ 08
1. IMO 주요 논의 및 결정 사항 10
2. 선박 온실가스 감축 15
3. 시장기반조치(MBM) 20

선박 온실가스 감축 IMO 주요 논의내용 Ⅲ 30
1. 신조선 관련 논의 경과 및 결정 사항 32
2. 현존선 관련 논의 경과 및 결정 사항 39
3. 대체연료 관련 논의 경과 48

국내 주요 대응 및 정책 동향 Ⅳ 56
1. 국내 대응 현황 58
2. 국내 정책 동향 63

결론 Ⅴ 68
1. 향후 논의 방향 및 대응 전략 70
2. 결론 및 제언 74

참고문헌 Ⅵ 76

KMC

Korea Center for International
Maritime Safety Cooperation

선박 온실가스 감축에 대한 국제해사 정책동향

Ⅰ 서론



1. 연구 배경 및 목적
2. 연구 범위 및 방법

I. 서론

1 연구 배경 및 목적

현재 인류 역사는 기술 발전과 이에 따른 산업혁명과 환경규제 속에서 빠르게 변화하고 있다. 20세기 후반 이후 인류의 가장 큰 관심사 중 하나는 온실가스 배출로 인한 지구기후변화로 판단된다. 또한 최근 코로나19 팬데믹이 불러온 전 세계적 위기 상황은 국제화와 도시화에 따른 문제점 확인과 함께 새로운 변화를 요구하고 있으며, 유럽과 중국에서 발생한 1,000년 만의 기록적인 폭우, 미국과 캐나다 등 북미 폭염 등의 기상이변으로 온실가스 배출 저감에 대한 전 세계적인 목소리가 한층 커질 것으로 예상된다.

1960년대와 1970년대에는 대기 중 이산화탄소 농도가 증가하고 있다는 증거를 밝힌 과학자들의 노력으로 지구 온난화의 위협에 대한 국제적인 관심과 함께 전 세계적인 행동을 촉구하였다. 이에 따라, 1979년 스위스 제네바에서 최초의 세계기후회의(WCC; World Climate Convention)가 개최되었으며, 1988년 세계기상기구(WMO; World Meteorological)와 유엔환경계획(UNEP; United Nations Environment Programme)의 주관하에 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC; Intergovernmental Panel on Climate Change)가 설립되었다. 본 협의체를 통해 기후변화에 대한 과학적 분석과 예측이 이루어지게 되었고, 1990년에 이에 대한 첫 번째 보고서를 발간하였으며, 1992년 6월에는 비로소 “인류 활동이 기후에 미치는 부정적 영향력 예방을 위한 온실가스 농도 안정화”를 목적으로 한 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, 이하 UNFCCC)이 채택되었다.

또한, 1997년 12월에는 UNFCCC 협약을 시행하기 위하여 온실가스 배출 감축을 위해 37개 선진국과 유럽 공동체에 대한 구속력 있는 목표를 특징으로 한 국제협약 교토의정서(Kyoto Protocol)를 채택하였다. 의정서 이행을 위한 세부 규칙은 2001년 모로코 마라케시에서 열린 UNFCCC 당사국총회(COP; Conference of the Parties) 7차에서 채택되었으며, 최종적으로 교토의정서는 2005년 2월 16일 발효되었다. 교토의정서에서는 항공 및 해운을 포함하여 국제 운송에서 발생하는 온실가스 배출 저감을 위한 조항을 포함하고 있으며, 각각 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, 이하 ICAO) 및 국제해사기구(International Maritime Organization, 이하 IMO)를 통해 국제적 활동을 이행하고 정기적으로 진행 상황을 UNFCCC에 보고하도록 명시하고 있다.

국제 운송은 인위적인 온실가스 배출을 유발하는 주요 원인 중 하나이나, 국제 운송의 특징 상 각국의 온실가스 배출량을 개별적으로 규제하기는 어렵다. 따라서, 항공기 또는 선박의 운송에서 배출되는 온실가스를 저감하기 위하여, ICAO 및 IMO에서는 다양한 국제적 감축 규제를 제정하고 채택하여 온실가스 저감을 위해 노력해오고 있다. 특히, IMO에서는 1997년 9월에 개최된 해양오염방지협약(The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 이하 MARPOL)의 당사국총회에서는 MARPOL에 부속서 Ⅵ[1]를 추가하는 1997년 의정서(Protocol – 부속서 Ⅵ ; 2005년 5월 19일 발효)와 선박으로부터의 이산화탄소 배출 저감을 위한 결의서 8을 채택하였다. 결의서 8에 따라 해양환경보호위원회(Marine Environment Protection Committee, 이하 MEPC)에서는 이산화탄소 배출 감축 전략을 구상하기 시작하였으며, 현재까지 다양한 환경규제가 발효되어 규제 강도가 급격히 강화되고 있다.

이후, 2015년 12월 프랑스 파리에서 열린 COP 21차에서는 2020년 만료 예정인 교토의정서를 대체하여, 2021년 1월부터 적용될 기후변화 대응을 담은 파리기후변화협약(Paris Agreement, 이하 파리협약)을 채택하였다. 파리협약은 종료 시점이 없는 협약으로써 지구의 평균 온도가 산업화 이전과 비교해 2℃ 이상 상승하지 않도록 하고, 1.5℃ 이상 기온 상승을 제한하도록 노력하며, 최종적으로 모든 국가들의 이산화탄소 순 배출량 제로(0)를 목표로 하여 자체적으로 온실가스 배출목표를 정하고 실천하는 협약이다. 선진국만 온실가스 감축 의무가 있었던 교토의정서와는 달리 파리협약은 195개 당사국 모두에게 구속력 있는 보편적인 첫 기후합의라는 점에 의의가 있지만, 각국이 제출한 자발적 감축목표(INDC; Intended Nationally Determined Contributions)의 국제법상 구속력이 없다는 점에 한계가 있다. 동 협약은 2016년 11월 발효되었다.

이러한 국제적 움직임에 발맞춰 EU는 최초의 탄소중립 대륙을 표방한 유럽 그린 딜(European Green Deal)을 시작으로, 세부 분야별 정책대응 계획을 모색하고 있을 뿐만 아니라 탄소 국경세 논의를 본격화하고 있다. EU 이외의 다른 국가들도 탄소배출에 적정한 비용을 책정하여 지속가능한 생산으로의 전환을 가속화하겠다는 입장을 밝혀오고 있으며, 2020년 하반기 중국은 2060년까지, 일본은 2050년까지 탄소중립을 발표하였고, 미국은 대통령 선거공약에서 탄소국경세 도입과 2050년 탄소중립 목표 등 기후변화 대응을 최우선 국정과제로 제시한 바 있다(KIEP, 2020).

우리나라는 2020년 10월 '2050년 탄소중립'을 발표하였으며, 변화하는 환경규제에 국가 발전의 핵심 동력인 해운산업을 강화하기 위해 연구와 정책분야에서 다각적으로 노력해오고 있다. 하지만, 국제

1) MARPOL 부속서 VI (Prevention of Air Pollution from Ship) 에서는 선박에서 발생하는 대기오염원의 배출을 저감하기 위한 국제규정을 다룸

사회의 기후변화에 대한 관심과 대응 노력이 증대하며 국제규제는 향후 보다 강화될 것으로 예상됨에 따라, IMO 온실가스 규제에 대비 및 대응하기 위한 체계적인 전략을 수립하고 산업계를 지원할 수 있는 실질적인 방안을 마련해야 한다.

표 1. 국제적 온실가스 감축을 위한 주요 논의 과정

연도	주요 내용
1979	스위스 제네바에서 개최된 제1차 세계기후회의에서 인간의 활동에 의한 기후변화 가능성과 부정적 영향 방지를 위한 조치 강구 필요성 인정
1988	세계기상기구와 유엔환경계획의 주관으로 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC) 설립
1990	UN 총회 45차 회의에서 유엔기후변화협약(UNFCCC) 제정을 위해 정부간협상위원회(INC; Intergovernmental Negotiating Committee) 설치를 의결하여 그 해 12월 설립
1992	브라질 리우에서 INC를 통해 UNFCCC 체결
1995	독일 베를린에서 COP 1차 회의를 개최함으로써, 기후 현황과 변화, 온실가스 감축 수준과 방식 등을 매년 논의하기로 함
1996	스위스 제네바에서 개최된 COP 2차에서는 베를린 위임사항에 관한 협상을 가속화하고 그 결과를 법적 구속력 있는 문서로 채택하기로 하는 각료선언을 채택
1997	일본 교토에서 개최된 COP 3차에서는 선진 38개국 온실가스 배출량 감축을 위한 교토의정서 채택
2001	모로코 마라케시에서 개최된 COP 7차에서는 교토의정서 세부 규칙을 채택
2005	교토의정서 발효(2005.2.16.) ※ 우리나라는 1998.9.25. 서명, 2002.11.8. 비준서 기탁
2009	덴마크 코펜하겐에서 개최된 COP 15차에서 교토의정서 이후의 체제(Post-2012) 마련 협상 실패
2012	카타르 도하에서 개최된 COP 15차에서 교토의정서 적용을 2020년까지 연장하는 도하개정안 채택(2차 공약기간 2013~2020년)
2015	프랑스 파리에서 개최된 COP 21차에서는 파리기후변화협약을 채택
2016	파리기후변화협약 발효(2016.11.4.) ※ 우리나라는 2016.4.22. 서명, 2016.11.3. 비준서 기탁

2 연구 범위 및 방법

본 연구는 국제해운 온실가스 감축 관련 IMO 주요 논의 경과 및 결정 사항을 분석하고 현존하는 감축 기술 및 시장 기반 조치와 주요 해운국의 정책 동향을 분석하는 데 초점을 두고 있다. 이를 위해 IMO에서 그간 논의된 경과, 배경 등을 조사하고, 세부 규제를 분석하여 향후 규제의 방향을 예측하고 우리나라의 대응 전략을 제시하였다.

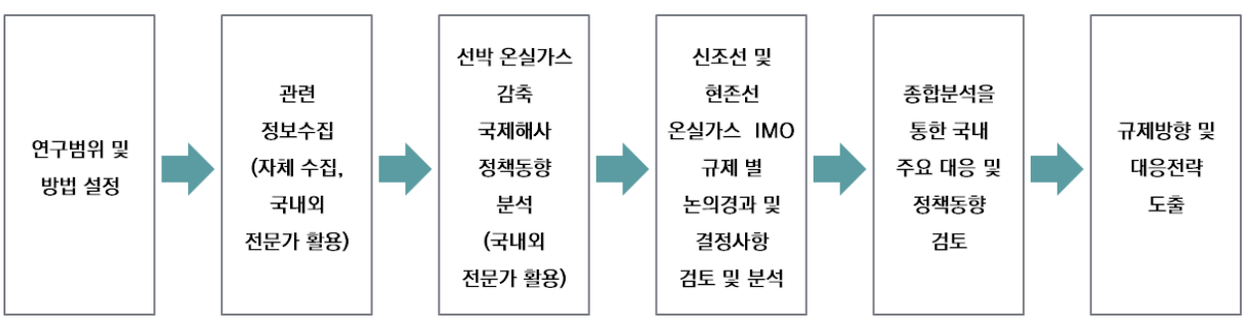
본 연구의 주요 내용은 아래와 같다.

- 선박 온실가스 감축 IMO 정책 개요(제·개정 사항 포함)
- 신조선 및 현존선의 온실가스 규제 별 논의 경과 및 결정사항
- 국내 주요 대응 및 정책 동향
- 향후 온실가스 규제 방향 및 우리나라 대응 전략

주요 연구 내용을 살펴보면 제2장에서는 IMO의 선박 온실가스 감축 개요와 개발 배경으로 IMO 온실가스 감축 초기전략과 시장기반조치(MBM:Market Based Measure)를 설명하였다. 제3장에서는 2장의 내용을 좀 더 심도있게 살펴보기 위해 신조선과 현존선의 IMO 온실가스 감축 규제별 논의 경과와 주요 결정사항을 검토하여 제시하였다. 제4장에서는 검토하고 분석한 결과를 토대로 국내 대응 현황 및 정책 동향을 분석하였으며, 마지막으로 제5장에서는 향후 규제 방향과 대응전략을 결론과 함께 제시하였다.

본 연구 목적을 달성하기 위하여 다음 그림과 같은 연구 방법으로 수행되었다.

그림 1. 연구 수행 방법



KMC

Korea Center for International
Maritime Safety Cooperation

선박 온실가스 감축에 대한
국제해사 정책동향

선박 온실가스 감축 IMO 정책 개요



1. IMO 주요 논의 및 결정 사항
2. 선박 온실가스 감축
3. 시장기반조치(MBM)

II. 선박 온실가스 감축 IMO 정책 개요

1 IMO 주요 논의 및 결정 사항

2003년 12월 IMO 총회 결의서 A.963(23)에 따라, MEPC는 국제해운으로부터의 온실가스 배출 감축을 달성하기 위한 메커니즘을 식별하고 개발해왔으며(표 2), IMO 사무국은 "국제항공·해상운송용 연료로부터의 배출(Emissions from fuel used for international aviation and maritime transport)"이라는 의제 하에 유엔기후변화협약 과학기술자문부속기구(UNFCCC SBSTA)에 해운 부문 온실가스 배출 감축목표 달성을 위한 노력을 지속적으로 보고하고, 국제연합(UN)의 온실가스 저감을 위한 다양한 활동에 참가하고 있다.

표 2. 제23차 IMO 총회 결의서(A.963(23)) 전문 해석본

Resolution A.963(23): IMO POLICIES AND PRACTICES RELATED TO THE REDUCTION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM SHIPS
총회 결의서 963(23): 선박 기인 온실가스 배출 저감과 관련한 IMO 정책과 활동

총회는,

- IMO 협약(IMO Convention) 제15조(j) "선박 기인 해양 오염 방지 및 통제에 관한 규정 및 지침과 해양환경에 미치는 선박의 영향에 관한 기타 문제에 대한 총회의 기능"을 상기하고,
- 추가로, 1982년 해양법에 관한 유엔 협약(UNCLOS) 제212조에 따라 총회 결의서 A.719(17)는 해양환경 보호 위원회(MEPC)에 MARPOL 73/78 협약의 새로운 부속서를 통해 대기오염 저감을 위한 법적 구속력 있는 조치를 개발하도록 요청했음을 상기하고,
- 또한, 1997년 9월 26일 개최된 MARPOL 73/78 당사국 총회(대기오염 회의)가 선박의 대기오염 기여를 줄이기 위해 협약의 새로운 부속서 6장 "선박 기인 대기오염 예방에 대한 규정"을 채택했음을 상기하며,
- 대기오염 회의는 결의 8에 따라 유엔기후변화협약(UNFCCC)과 협력하여 이산화탄소 배출량 국제 인벤토리의 일환으로 선박에서 배출되는 이산화탄소 배출량과 비율을 결정하기 위해 이산화탄소 배출에 대한 연구를 수행할 것을 IMO에 요청한 것에 주목하고,
- 또한, 대기오염 회의는 MEPC가 이산화탄소와 대기 오염 물질(특히, 이산화탄소 감축과 반비례할 수 있는 질소화합물) 사이의 관계를 고려할 때 어떤 이산화탄소 감축 전략이 실현 가능한지 고려하도록 요청했음을 주목하며,
- 이러한 문제와 관련, 대기오염 회의 결의 8에 대한 후속 조치로 국제 해운의 기여에 대한 가장 포괄적인 평가가 2000년 6월에 발간된 선박 온실가스 배출에 관한 IMO 연구(IMO GHG Study)에 포함되어 있음을 인정하고,

- 추가로, 선박 온실가스 배출에 관한 IMO 연구(IMO GHG Study)는 선박이 전 세계 총 이산화탄소 배출량의 약 1.8%를 기여하는 것으로 추산하고 있으며, 일본 선박해양재단에서 실시한 온실가스 연구와 마찬가지로 기술 및 운영적 조치를 통한 배출량 감축이 가능하다고 명시하고 있음을 추가로 인정하며,
- 기후 시스템에서 유해한 인위적 간섭을 방지할 수 있는 수준에서 대기 중 온실가스 농도의 안정화를 달성하는 UNFCCC의 궁극적인 목적을 인지하고
- 또한, 1997년 12월 UNFCCC 당사국 총회에서 채택되어 아직 발효되지 않은 교토 의정서에 따라, UNFCCC 부속서 1에 나열된 국가가 IMO에 의해 관리되는 해양 연료로부터 온실가스 배출 제한 또는 감축을 추구하도록 요구하고 있음을 인지하고 (2.2조),
- 또한, 1997년 12월 UNFCCC 당사국 총회 Decision 2/CP.3에서, 국제 운송에 종사하는 선박에 판매된 연료를 기반으로 한 배출량은 국가 총계에 포함되지 않고 별도로 보고되어야 함이 명시된 "기후변화에 관한 정부간 패널의 국가 온실가스 인벤토리에 대한 1996 개정 지침"을 상기하면서, SBSTA(과학 및 기술 자문을 위한 총회의 보조 기구)에게 UNFCCC 당사국의 전체 인벤토리에 국제 해양 연료 배출을 포함하는 것에 대해 보다 자세히 설명할 것을 촉구했음을 인지하며,
- UNFCCC 당사국 총회는 관련 보고 요건을 채택하고 국제 선박 연료로부터의 배출량을 계산하기 위한 방법론 및 모범 사례 지침에 동의했음에 주목하며,
- 또한, SBSTA는 2002년 6월, 제16차 SBSTA세션에서 제18차 세션에 IMO를 초대하여 국제 운송 선박에 판매된 연료를 기반으로 한 배출량 보고와 관련된 방법론적 측면의 고려에 관한 활동을 보고하도록 초청하였음을 인지하고,
- IMO가 국제 해운을 위한 온실가스 제한 및 감축 전략 및 메커니즘을 개발하는데 앞장서야 하며, 그렇게 함으로써 UNFCCC 당사국 총회와 협력해야 한다는 것을 확신하며,
- 예상되는 기후변화의 악영향은 인위적인 온실가스 배출의 원인 중 하나를 구성하는 국제 해운에서 배출을 제한하거나 줄이기 위한 조치의 이행을 요구한다는 것을 인식하며,

제49차 MEPC의 권고사항을 고려하여,

1. MEPC에 국제 해운에서 발생하는 온실가스 배출량 제한 또는 감축을 달성하기 위해 필요한 메커니즘을 식별 및 개발할 것을 촉구하며, 다음 사항에 우선순위를 부여함:

(a) 온실가스 배출 기준선의 설정;

(b) 해당 선박의 온실가스 배출 계수 측면에서 선박의 온실가스 효율성을 설명하는 방법론의 개발. 온실가스 배출 계수 체계를 위한 방법론을 개발할 때 MEPC는 이산화탄소가 선박에서 배출되는 주요 온실가스임을 인식해야 함;

(c) 온실가스 배출 계수 체계가 실제로 적용될 수 있는 지침의 개발. 지침은 검증 등의 문제 해결을 위함;

(d) 기술적, 운영적 및 시장기반조치의 평가;

2. MEPC에 요구:

(a) 국제운송 선박의 온실가스 배출량 보고와 관련된 방법론적 측면을 고려;

(b) 타임테이블과 작업 계획을 개발;

(c) 이 문제를 계속하여 검토하고, 국제 해운에서 발생하는 온실가스 배출량의 제한 또는 감축과 관련된 IMO 정책 및 활동에 대한 통합 보고서를 준비;

3. IMO 사무국이 UNFCCC 사무국 및 ICAO 사무국과 계속하여 협력할 것을 요청함

IMO에서는 선박의 온실가스 배출량 감축을 위하여 MEPC 62차 회의('11년 7월)에서 국제 해운의 에너지 효율성 개선을 위한 의무 조치인 결의서 MEPC.203(62)를 채택하였다. 동 결의서는 GHG 배출을 다루는 교토의정서 이후 채택된 첫 번째 법적 규제이자 국제 산업계에 적용되는 최초의 의무적인 에너지 효율 기준으로, 본 결의서에 의해 MARPOL 부속서 VI 4장에 "선박 에너지 효율에 관한 규정"이 새롭게 도입되었다.

MARPOL 부속서 VI 4장에 따라, 2013년 1월 1일부터 총 톤수 400톤 이상의 모든 신조 선박은 IMO에서 규정하는 선박에너지효율설계지수(Energy Efficiency Design Index, 이하 EEDI)의 허용범위 내에서 건조되어야 하고, 국제 항해에 종사하는 선박들은 선박 에너지 효율 관리 계획서(Ship Energy Efficiency Management Plan, 이하 SEEMP)를 비치하고 관리하도록 강제화되었다.

한편 MEPC 65차 회의('13년 5월)에서는 결의서 MEPC.229(65)를 채택하여 개발도상국을 대상으로 선박 에너지 효율 향상 기술 이전을 위한 기술협력을 촉진하였으며, 대표적으로 지구 해양에너지 효율 파트너십(GloMEEP) 프로젝트[2]와 글로벌 해양기술 협력센터(MTTC)[3]등이 실시되었다.

MEPC 70차 회의('16년 10월)에서는 결의서 MEPC.278(70)을 통해 국제해운 이산화탄소(CO2) 배출량의 약 85%를 차지하는 총 톤수 5천 톤 이상 국제항해 선박에 대해서 연료유 사용량에 대한 데이터수집시스템 (Data Collection System, 이하 DCS)을 도입하기 위한 MARPOL 부속서 VI 개정안을 채택하였다. 또한, 선박의 온실가스 감축을 위한 '포괄적 IMO 전략(Comprehensive IMO Strategy)' 개발에 대한 로드맵을 승인하고, 선박 온실가스 배출량 감축에 대한 회기간 작업반(Intersessional Working Group on Reduction of GHG Emissions from Ships, 이하 ISWG-GHG) 개설에 합의하여 선박의 온실가스 감축의 초석을 마련하였다.

로드맵의 첫 번째 단계인 IMO 선박 온실가스 감축을 위한 초기 전략(Initial IMO Strategy on reduction of GHG emissions from ships)은 2017년부터 2018년까지 총 3차례의 ISWG-GHG 회의를 거쳐 개발되었으며, MEPC 72차 회의('18년 4월)에서 결의서 MEPC.304(72)로 채택되었다.

2) 국제 해운을 위한 에너지 효율 규제의 수용 및 이행을 지원하기 위한 GEF-UNDP-IMO 프로젝트임
3) 해운업계의 기후변화 완화를 위한 역량 구축을 통해 개발도상국, 특히 선진국과 소규모 섬 개발도상국을 대상으로 기술지원, 역량 강화 기술협력 촉진을 목적으로 하는 프로젝트

표 2. MEPC 주요 논의 및 결정 사항 관련 결의서

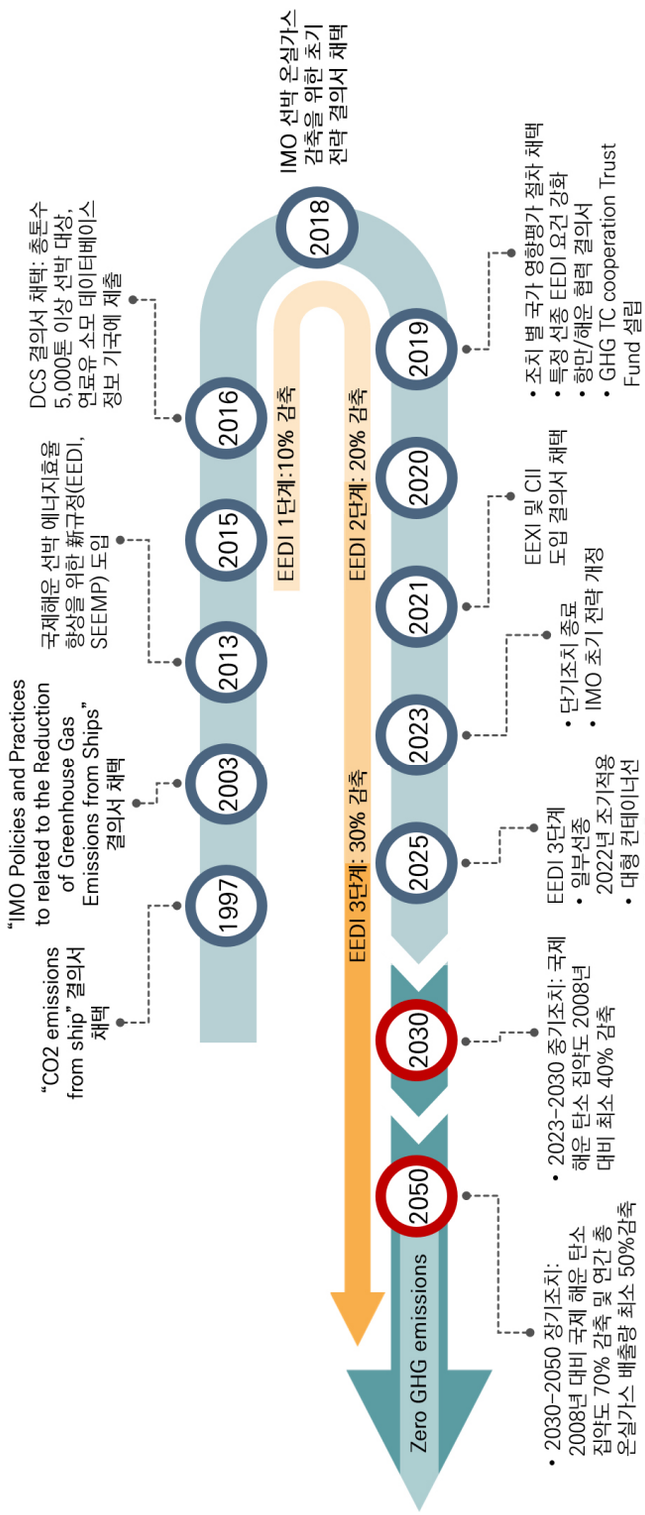
No.	결의서	제목(한글)	제목(영문)
1	MEPC.203 (62)	선박 의무 에너지 효율 기준 도입을 위한 MARPOL 부속서 VI, 4장 신설	MARPOL Annex VI, Chapter 4 – Inclusion of regulations on energy efficiency for ships
2	MEPC.229 (65)	선박 에너지 효율 향상에 관한 기술협력 및 기술이전 추진	Promotion of technical co-operation and transfer of technology relating to the improvement of energy efficiency of ships
3	MEPC.278 (70)	선박 연료유 사용량 데이터 수집 시스템 도입을 위한 MARPOL 부속서 VI 개정안	MARPOL Annex VI, Reg. 22A – Collection and Reporting of Ship Fuel Oil Consumption Data
4	MEPC.304 (72)	IMO 선박 온실가스 감축을 위한 초기전략	Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships

그림 2. IMO의 온실가스 감축 초기전략 결의서 채택(MEPC.304(72)



이후, MEPC 75차 회의('20년 11월)에서는 현존선 에너지 효율 규제 도입을 위한 MARPOL 협약 개정안을 승인하였고, MEPC 76차 회의('21년 6월)에서 MARPOL 협약 개정안 및 EEXI와 CII 이행을 위한 지침이 채택되어, 이로 인해 신조선 및 현존선에 대한 온실가스 규제는 더욱 가속화되었다.

그림 3. IMO 온실가스 감축을 위한 주요 논의 및 결정사항



2 선박 온실가스 감축

(1) IMO 선박 온실가스 감축 초기 전략

선박의 온실가스 감축을 위한 '포괄적 IMO 전략(Comprehensive IMO Strategy)' 개발에 대한 로드맵에는 제4차 IMO 온실가스 연구(IMO GHG Study) 수행을 비롯하여, 2023년까지 선박 에너지효율 개선을 위한 단기/중기/장기 조치 전략을 채택하기 위한 작업 일정이 포함되어 있다. 로드맵의 첫 번째 단계인 IMO 선박 온실가스 감축을 위한 초기전략(Initial IMO Strategy on reduction of GHG emissions from ships, 이하 IMO 초기전략)은 MEPC 72차 회의('18년 4월)에서 결의서 MEPC.304(72)로 채택되었으며, 교토의정서의 후속으로 2015년 12월에 채택된 파리협약(Paris Agreement)을 고려하여 초기전략 비전(Vision)과 함께 전체 국제 해운분야의 총 온실가스 배출량을 감축하기 위한 목표수준(Level of ambition)을 아래와 같이 제시하였다.

표 4. IMO 온실가스 감축을 위한 초기전략 목표수준

No.	감축영역	목표수준
1	신조선 EEDI의 추가 단계 시행을 통한 탄소집약도 저감	개별 선박 종류에 대해 결정된 개별 단계에 대한 감축률로 에너지효율 설계 요구사항을 강화
2	국제해운 탄소집약도 감소	운송업무(Transport Work) 당 이산화탄소(CO2) 배출량을 2008년 대비 최소 2030년까지 40%, 2050년까지 70% 감축
3	국제해운 온실가스 배출량 정점 및 감소	가능한 빠르게 국제해운 온실가스 배출량이 정점에 도달하도록 노력함과 동시에, 2008년 대비 2050년까지 최소한 50%까지 연간 총 온실가스 배출량을 감축, 파리협약의 온도 목표(temperature goals)와 부합하는 이산화탄소 배출량 감축 추이로서 비전에서 언급한 온실가스의 단계적 퇴출을 촉구

초기전략에 포함되는 후보 조치들은 MEPC에서 최종 합의 시점을 기준으로 단기조치(2018년~2023년), 중기조치(2023년~2030년), 장기 조치(2030년 이후)로 추진 일정을 구분하였다. 해당 일정은 기술개발 등 추가 정보에 따라 개정될 수 있으며, 최종 전략(Revised IMO GHG Strategy)에는 추가적인 단/중/장기 조치의 시행 일정이 포함될 예정이다. 단기조치는 기존 선박의 운항 에너지 효율을 개선하는데 초점을 맞추고 선속 최적화, 기상에 따른 운항 경로 지정 및 선대 관리 기술 등이 포함되며, 중기 조치에는 온실가스배출 저감장치의 도입 등과 같은 기술적 개선을 비롯하여 시장기반조치(Market-Based Measure, 이하 MBM)의 도입이 함께 포함되었다. 장기조치에는 에너지 회수 장치(예: 폐열 회

수 시스템) 및 풍력 보조 추진과 함께 바이오 연료, 암모니아 및 수소와 같은 저탄소 또는 무탄소 연료의 사용이 포함되었다.

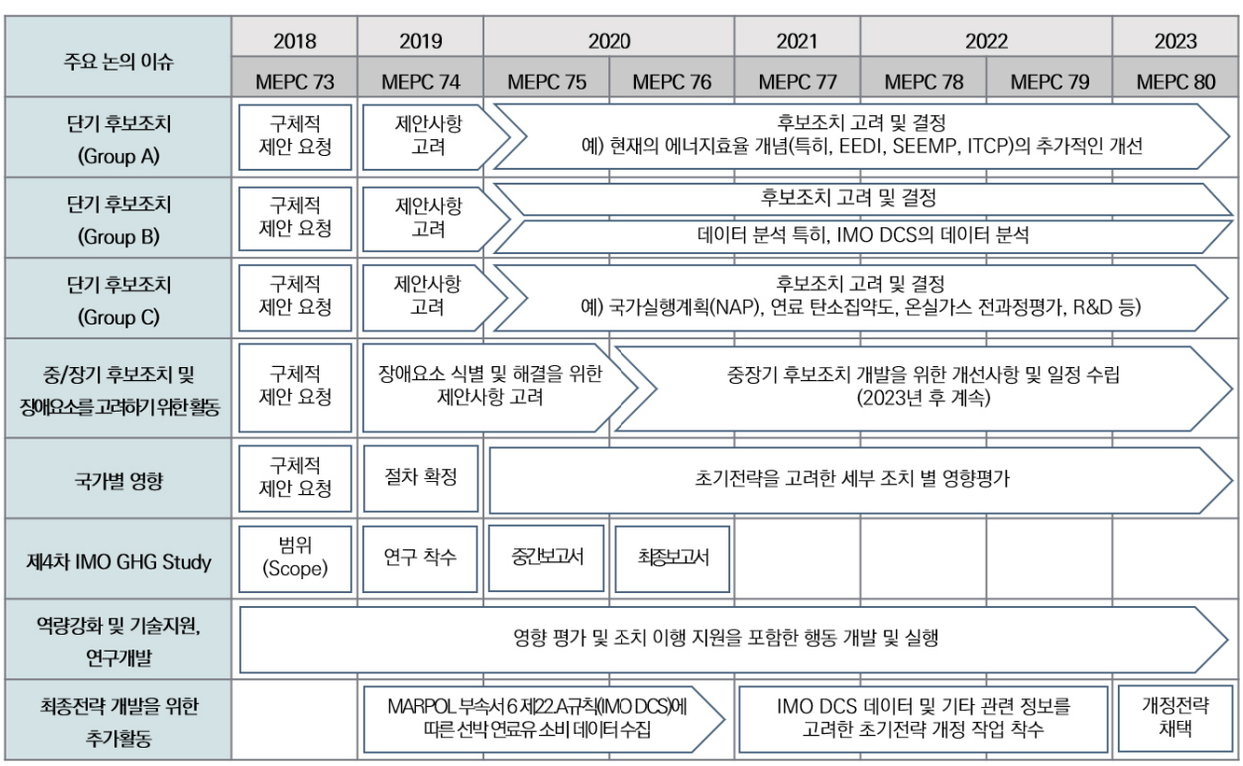
표 5. IMO 온실가스 감축을 위한 단·중·장기 후보조치

초기전략 후보군	주요 조치 사항
단기 조치	• EEDI(에너지 효율 설계지수) 및 SEEMP에 중점을 둔 기존 에너지 효율 체계의 추가적인 개선 • 선박 에너지 효율 성능 측정 및 개선을 위한 3단계 접근법과 연계한 지표의 검토를 포함한 신조선 및 현존선에 대한 기술적/운항적 에너지효율 조치 개발 • 현존선 개선 프로그램 수립 • 운항 안전, 시장 왜곡 및 해운 운송 역량에 대한 영향을 고려하여 속도 최적화 및 감속 사용에 대한 검토 • 메탄(Methane)에 대한 조치 방안 및 휘발성유기화합물(VOCs) 처리 방안 강화 • 국가행동계획 개발 및 최신화를 통하여 IMO 가이드라인에 따라 국제해운 온실가스 배출량 해결에 대한 정책 및 전략 개발 촉진 • ITPC 활동을 활용한 기술협력과 역량강화 지속 및 촉진 • 재생가능 에너지를 통한 선박과 해양/육상 전원 공급, 대체 저탄소와 무탄소 연료 공급을 위한 기반 시설, 물류망과 계획 최적화를 포함한 항만 개발 • 선박추진, 대체 저탄소와 무탄소연료, 선박 에너지효율 개선을 위한 혁신기술 개발에 착수 및 연구개발 지원을 감독하기 위한 국제해사연구위원회(IMRB) 설립 • 신기술 개발 및 채택 선도자에 대한 인센티브 • 모든 연료 종류에 대한 전과정 온실가스 및 탄소 집약도 가이드라인 개발 • 국제 사회에 IMO 차원의 감축 노력 홍보 • 추가적인 온실가스 배출량 연구(GHG Study) 수행 및 한계저감비용곡선(Marginal Abatement Cost Curve), 저탄소 대체 및 무탄소 연료 개선을 포함한 정책 수립 기반을 위한 추가 연구 검토
중기 조치	• 대체 저탄소와 무탄소 연료의 확보를 위한 이행 프로그램 개발 • 3단계 접근법과 연계한 지표를 포함하여 신조선 및 현존선에 대한 운항적 에너지효율 조치 • 온실가스 배출량 감축을 장려하기 위하여 시장기반조치(MBMs)을 포함한 신규/혁신적 배출량 감축 조치 • ITCP(Integrated Technical Cooperation Programme)와 같은 기술협력 및 역량강화 활동의 지속 및 촉진 • 우수사례에 대한 정보교환을 위한 피드백 조치 개발
장기 조치	• 금세기 후반에 탈탄소 평가 및 검토를 위하여 해운분야에 이용 가능한 저탄소 또는 탈화석 연료 개발 추구 • 기타 이용 가능한 신규/혁신적 배출량 감축 조치의 채택 촉진 및 활용

ISWG-GHG 4차 및 MEPC 73차 회의('18년 10월)에서는 IMO 초기전략의 후속활동을 위한 프로그램의 개발과 온실가스 배출 감축 문제를 진전시키기 위한 방법을 중점적으로 논의하여, 초기전략에 대하여 다음과 같은 8가지 후속 활동 및 2023년까지의 일정[그림 4]에 합의하였다.

- 단기후보조치(Group A) : 이미 시행 중인 조치 및 현재 IMO에서 규제하는 단기 후보조치
- 단기후보조치(Group B) : 시행 중이 아닌 조치 및 데이터 분석이 필요한 단기 후보조치
- 단기후보조치(Group C) : 시행 중이 아닌 조치 및 데이터 분석이 불필요한 단기 후보조치
- 중/장기 후보조치 및 식별된 장애요소를 다루기 위한 활동
- 국가별 영향 (Impacts on States)
- 제4차 IMO GHG Study
- 역량강화 및 기술지원, 연구개발
- 최종전략 개발을 위한 추가활동

그림 4. IMO GHG 초기전략에 따른 후속조치 일정



또한, 제4차 IMO GHG Study 결과와 2019년부터 시작된 데이터수집시스템(DCS)의 정보를 바탕으로, 2023년에는 개정된 IMO 온실가스 전략(Revised IMO GHG Strategy)이 마련될 예정이다.

(2) IMO의 신조선 및 현존선 규제

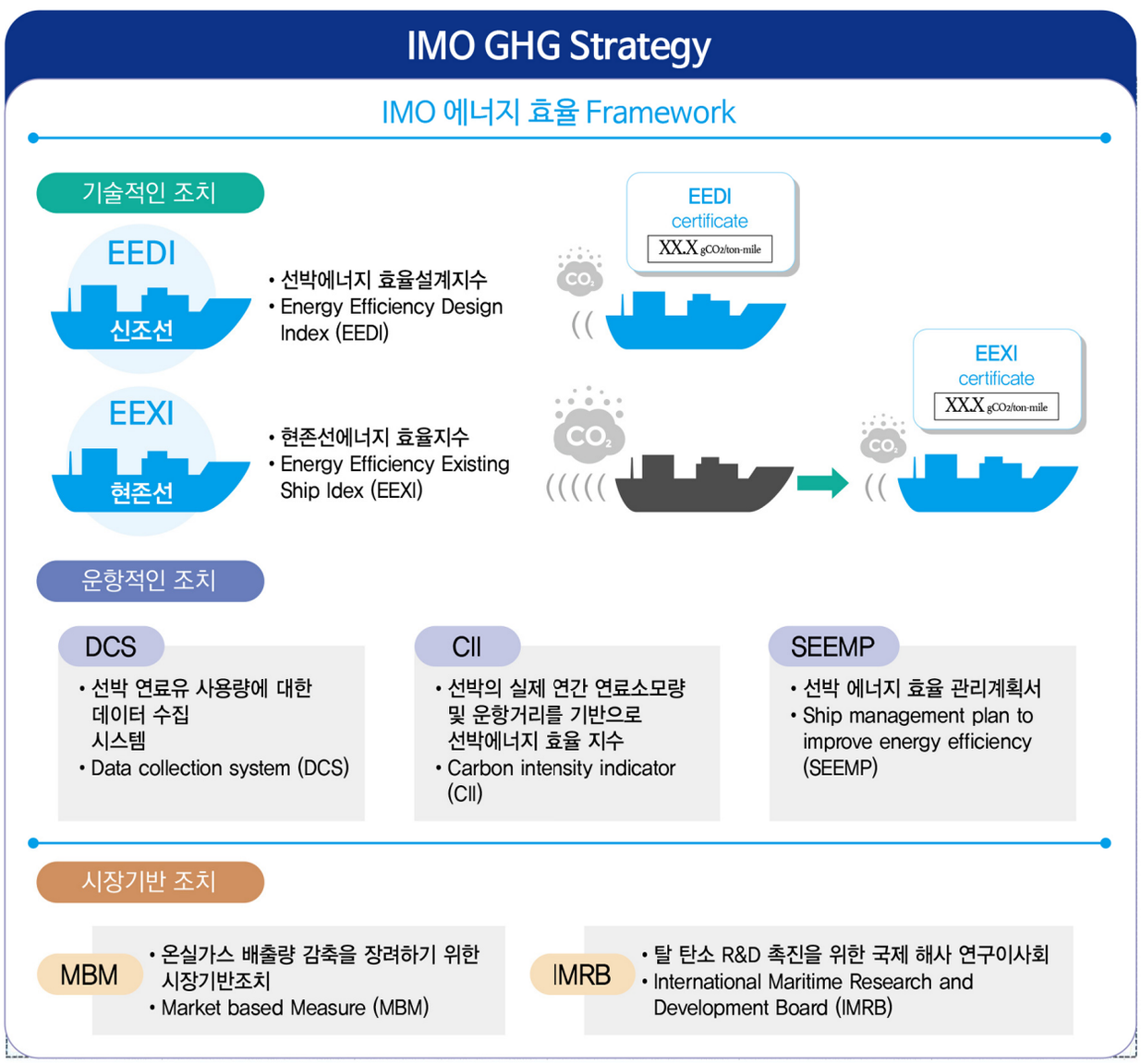
선박에 대한 IMO 규제는 선박의 건조 단계 또는 개조 시에 적용되는 기술적 조치, 운항적 조치, 모니터링 및 관리 조치로 구성되며, 기술적 조치로 신조선에 대한 규제가 선제적으로 적용되었다. MEPC 62차 회의('11년 7월)에서 MARPOL을 개정하여 신조선 에너지 효율지수(EEDI)를 채택하였으며, 2013년 이후 건조되는 신조선에 대해 단계적으로 규제를 강화해왔다.

한편, IMO에서는 국제 항해 선박의 모니터링 및 관리 조치로 에너지 효율 향상을 위한 선박 관리 계획(SEEMP)을 2011년 MEPC.203(62)를 통해 채택하여, 2013년부터 본선에 SEEMP를 비치하고 이에 따라 관리하도록 요구하고 있다. SEEMP는 선박 운영자가 선박의 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 방안을 수립하고 문서화하여 실행하기 위한 목적으로 사용하도록 요구하고 있어 EEDI와 같이 강제화된 기준과 감축률을 제시하지는 않는다.

또한, MEPC 70차 회의('16년 10월)에서는 선박 에너지 효율 진단을 목적으로 선박별 연료유 사용량의 정확한 집계를 위해 데이터수집시스템(DCS)을 도입하여 SEEMP에 포함시켰으며, 현행 SEEMP의 이행과 심사를 강화하였다.

2018년 IMO 초기전략 채택 이후, 신조선의 EEDI 규정 강화에 대한 논의를 진행하는 한편, 2030년까지 2008년 대비 국제해운의 탄소집약도(Carbon Intensity)의 40% 감축 목표를 달성하기 위해 MEPC 75차 회의('20년 11월)에서 새로운 현존선 규제 도입을 위한 MAPROL 협약 개정을 승인하였다. 현존선에 대한 기술적인 조치로 EEDI와 유사한 현존선 에너지 효율지수(Energy Efficiency Existing Ship Index, 이하 EEXI)와 운항 중 배출 감소를 위한 탄소집약도 지수(Carbon Intensity Indicator, 이하 CII)가 도입되었다.

그림 5. IMO 선박의 온실가스 배출감축 전략



3 시장기반조치(MBM)

(1) IMO의 시장기반조치

IMO에서는 기술적인 조치 및 운항적인 조치만으로는 선박에서 발생하는 온실가스의 감축목표 충족이 어렵다고 판단하여, 비용-편익을 고려하여 온실가스 감축효과가 큰 '시장기반조치(MBM)'의 도입을 제안하였다. 시장기반조치의 기본적인 개념은 온실가스를 적게 배출하는 선박에 인센티브를 주고 이와 반대의 경우 페널티를 부여하는 것으로, 선박의 온실가스 배출 증가분을 효과적으로 상쇄(offset)시키고 부가적으로 여기에서 발생되는 기금은 개발도상국의 기후변화 저감 및 적응을 위한 재정적 지원으로 사용하는데 두고 있다.

❶ 논의 동향 (2013년 이전)

1995년 IMO 내에서 처음으로 시장기반조치에 대해 논의가 시작되었지만, 당시 다른 후속 논의와 조치가 즉각적으로 취해지지는 않았다. 2000년대에 들어서며 IMO 1차 GHG Study가 착수되고 이를 통해 선박에서 발생하는 GHG 배출을 감축시키기 위한 시장기반조치의 잠재적 활용 가능성에 대한 평가가 최초로 수행되었다. 그 결과, IMO에서는 총회 결의서 A.963(23)를 통해 각 기국들에게 선박 운항 시 발생하는 GHG 배출 감축 방안을 마련함과 더불어, 시장기반조치들의 도입 필요성을 적극 검토할 것을 촉구하였다. 이에 따라, MEPC 55차 회의('06년 10월)에서 시장기반조치가 집중 논의되었고, 관련 작업 계획이 채택되었다(MEPC 55/23, 부속서 9).

2000년대 중후반에 들어서며 IMO에서는 시장기반조치에 대한 논의가 본격적으로 활기를 띠기 시작했다. MEPC 59차 회의('09년 7월)에서는 전 세계 인구 및 무역량의 꾸준한 증가를 고려하는 경우, 시장기반조치는 GHG 감축 기술 및 운영 조치의 한계를 보완하기 위해 합리적인 솔루션이 될 것으로 전망하였으며(MEPC 59/22), 이에 GHG 감축을 위한 중장기 전략으로 다양한 방식의 시장기반조치들을 논의하였다. 또한, MEPC 60차 회의('10년 3월)에서는 59차에 제안된 방법들의 타당성 조사, 필요성 검토, 영향 평가 등을 수행하기 위한 전문가 그룹(GHG-WG 3)이 구성되었다(MEPC 60/22).

MEPC 60차 회의에 제안된 10가지 시장기반조치의 일부는 전문가 그룹의 조언에 따라 통합 및 개정되어 MEPC 61차 회의('10년 9월) 회의에는 아래 그림6과 같이 7가지로 축소되었다.

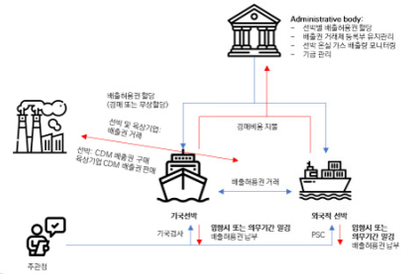
▪ 국제온실가스펀드

- 덴마크, 키프로스, 마셜군도, 나이지리아, IPTA에서 제안 및 지지
- 선박 연료유 톤당 일정 비용을 부과하는 제도



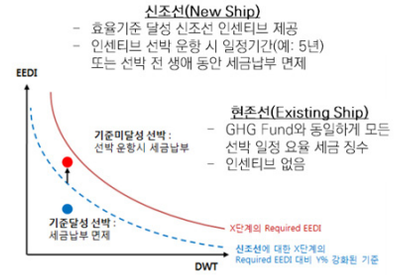
▪ 배출권거래제도

- 노르웨이, 프랑스, 독일, 영국 등에서 제안 및 지지
- 선박의 과거 평균배출량 기반, 감축목표 반영한 배출허용량을 설정
- 배출권을 할당을 받아 할당권 내에서 자유롭게 배출하고, 부족분 및 잉여분은 타 선박 또는 육상기업과 배출권 상호거래 가능



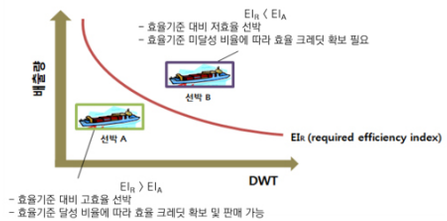
▪ 효율인센티브제도

- 일본과 세계해운위원회(WSC) 등에서 제안
- 신조선과 현존선에 EEDI와 유사한 효율기준을 설정
- 기준미달 선박은 벌금 부과



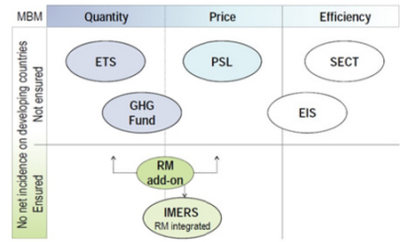
▪ 선박효율크레딧거래제도

- 미국에서 제안 및 지지
- 선박에 EEDI와 유사한 효율기준을 설정하여 기준미달 선박은 미달성 수준에 대한 효율크레딧을 구매
- 기준충족 선박은 달성한 수준만큼 효율크레딧 판매 가능



▪ 환불제도

- 세계자연보호기금(WWF)과 세계자연보전연맹(IUCN)이 제안한 시장기반조치 대안
- 국제해사기구에서 채택된 시장기반규제에 접목 또는 별도의 제도 개발을 통해 개발도상국의 경제적 부담의 보상을 목적



▪ 바하마 제안

- 바하마가 제안한 시장기반조치는 현존선의 선령별 온실가스 감축목표를 설정
- 강제적으로 온실가스 배출량을 규제하는 제도

선령	15년 미만	15-20년	20-25년	25년 이상
감축목표	20%	15%	10%	5%

▪ 항만세

- 자메이카에서 제안 및 지지
- 선박이 항만에 입항시 항해기간 동안 배출량에 비례하는 세금을 항만당국에 납부
- 웹기반 시스템을 통하여 선박별 베이스라인 배출량을 설정
- 각 선박은 항구 입항시 실제 사용한 연료사용량 측정(flowmeter 또는 tank sounding) 하여 실제 배출량을 계산

출처: KMI(2012), 저자 재구성

- 국제온실가스펀드(GHG Fund, International GHG Compensation Fund),
- 배출권거래제도(ETS:Emission Trading System),
- 효율인센티브제도(EIS: Efficienty Incentive Sscheme),
- 선박효율크레딧거래제도(SECT: Ship Efficiency Credit Trading System),
- 항만세(PSL: Port State Levy),
- 환불제도(RM: Rebate Mechanism),
- 바하마 제안

상기 시장기반조치들은 기존의 선박 온실가스 감축을 위한 기술적 및 운항적 조치들과는 내용과 성격 면에서 상이하여, MARPOL 부속서 VI 추가 편입이 아닌 별도의 협약으로 추진하고자 하는 것이 IMO 회원국들의 공통된 입장이었다. 반면, 회원국들은 상기 제안된 7가지 시장기반조치들 중 하나를 선택해야 하는 입장이었지만, 중국, 브라질 등의 개발도상국을 비롯하여 일부 해운단체 및 해운회사들은 시장기반조치의 도입 자체를 강하게 반대하였다.

이에 전문가 그룹은 상기 사항을 기반으로 시장기반조치의 장단점 및 관련 국제 협약과의 관계, 그리고 해운산업에 미칠 긍정적/부정적 영향 등에 대한 분석보고서를 MEPC 63차 회의('12년 3월) 회의에 제출하였다(MEPC 63/21). 해당 보고서에서는 국제 해운의 시장기반조치 이행이 상당한 경제적 이점이 있고 자금 확보가 용이하다고 평가하면서 자금의 사용 용도에 대하여 다음과 같이 제시하였다.

- 에너지 효율을 개선하기 위해 선박에 대한 인센티브 제공;
- 허가된 배출 감축 공제권(크레딧) 구매;
- 개발 도상국에 보상금 제공;
- 개발 도상국의 적응 및 감축 활동을 위한 자금 조달;
- 개발 도상국의 해상 운송 인프라 구축을 위한 자금 조달;
- 국제 해운의 에너지 효율을 개선하기 위한 R & D 지원;
- IMO의 통합 기술 협력 프로그램(ITCP) 지원

MEPC 및 관련 작업반의 노력에도 불구하고, 국제해운은 시장기반조치들이 개발 도상국의 산업에 미

칠 수 있는 악영향을 무시할 수 없다고 판단하였으며, 이를 해결하기 위하여 보다 포괄적이고 체계적인 연구 및 영향 평가가 선행되어야 한다는 것을 인식하였다. 그 결과, MEPC 64차 회의('12년 10월)에서 추가 논의하여 기존에 제안된 시장기반조치들의 추가검토 및 이행을 보류하기로 결정하였으며, MEPC 65차 회의('13년 6월)에서는 시장기반조치 및 관련 문제에 대한 논의를 잠정 중단하기로 합의하였다.

❷ 논의 동향(2013년 이후)

중단된 시장기반조치에 대한 논의는 MEPC 72차 회의('18년 4월) 회의에 IMO 초기전략이 채택되면서 다시 한번 점화되었다.

중기조치로서 시장기반 조치를 이행하기 위해 IMO에서는 다양한 논의가 다시 이루어지기 시작하였다. 2018년 프랑스는 시장기반조치가 저탄소/무탄소 연료의 기술 개발 및 선박 적용에 대한 경제적 이점을 제공할 수 있다고 주장하였다. 프랑스는 제안서에서 선박이 배출하는 탄소의 양에 따라 누진적으로 탄소 가격이 증가하도록 제안하였다. 해당 조치는 저탄소/무탄소 연료 사용자에게는 경제적 혜택이 되는 동시에, 반대의 경우 경제적 부담을 주어, 저탄소/무탄소 기술 발전을 촉진할 것으로 전망되었다.

또한 안티구아와 버뮤다 외(Antigua and Barbuda et al.)[4]는 시장기반조치를 통해 다양한 재정적 인센티브, R&D 투자 및 관련 규제 재정을 촉구하는 제안서를 제출하였다. 특히, 연료유에 탄소세를 부과하는 것에 대해 지지하며, 시장기반조치를 통해 마련된 수익들은 군소도서국(Small Island Developing States; SIDS) 및 최빈국(Least Developed Countries; LDC)의 산업에 미치는 영향을 보상할 수 있도록 사용되어야 한다고 주장하였다.

2019년 노르웨이는[5] 탄소 및 GHG 감축 요구 사항을 충족하기 위한 유연한 대응방안에 대해 제안서를 제출하였다. 제안서에 따르면, 보수적인 관점에서의 시장 성장 시나리오를 기준으로 볼 때 저탄소/무탄소 연료의 도입은 2050년 목표를 달성할 가능성이 있으나, 기존 선박이 현재의 목표를 달성하는 것은 어려울 것으로 전망하였다. 따라서, 해당 목표를 충족하지 못하는 선박들의 경우, "선대 평균, 연간 회계, 부문 외 기금 또는 부문 내 기금(fleet averages, annual accounting, out-of-sector fund or in-sector fund)"을 활용하여 배출량을 충족하기 위해 기금을 부과할 것을 제안하였다.

4) ISWG-GHG 4/2/3; Action Plan for Implementing the IMO GHG Strategy and Candidate Measures Submitted by Antigua and Barbuda, Kenya, Marshall Islands, Palau, Solomon Islands, Tonga, Tuvalu IMO: London, UK, 2018.
5) The Need for a Flexible Compliance Mechanism Submitted by Norway; IMO doc. ISWG-GHG 6/7; IMO: London, UK, 2019.

2020년에는 ICS와 BIMCO[6] 등이 시장기반조치의 일환으로 해운 선사가 선박 연료유 구매 시 1톤당 특정 세금을 의무적으로 지불하도록 '의무 기여 기금(Mandatory Contribution Fund)'의 설립을 제안하였다. 제안서에 따르면, 연간 수익은 50억 달러로 추산되며, 본 기금을 통해 저탄소/무탄소 연료에 대한 R&D를 강화하고 2030년대 초까지 상업적으로 실행 가능한 무탄소 선박의 개발을 촉진할 수 있을 것으로 전망하였다.

MEPC 75차 회의('20년 12월)에서는 제4차 IMO GHG Study 결과를 인용하여, 일부 국가(유럽 및 군소도서국 등)에서 국제해운 온실가스 배출량 증가를 막기 위해 시장기반조치를 포함한 중·장기조치 논의와 목표목표 수준을 상향시킨 개정전략(Revised Strategy)에 대한 논의가 MEPC 76차 이전에 착수되어야 한다고 주장하였다. 이에 따라 위원회는 제4차 IMO GHG Study의 결과에 대한 작업계획으로서 MEPC 76차 이전에 시장기반조치에 대한 작업반 회의를 진행하고 MEPC 76차에는 초기전략 개정작업 착수에 대한 제안서 제출을 제안하였다.

MEPC 76차 회의('21년 6월)에서는 시장기반조치의 도입을 위한 더욱 다양하고 심도 있는 논의가 진행되었다. 특히, 마샬 및 솔로몬(MEPC 76/7/12)에서는 GHG 부과금(levy) 제도의 채택을 제안하면서 국제법 원칙을 고려한 국제해운 시장기반조치 채택 가능성, GHG 부과금 채택 시 초기 영향 평가 및 국제해운의 1.5℃ 온도 저감 목표 달성을 위해 필요한 탄소 가격 등의 다양한 연구 결과를 제시하였다. 또한, ICS를 비롯한 선주단체에서도 시장기반조치의 도입 시 필요한 고려사항들을 식별하고 제안하였다.

(2) 유럽연합의 시장기반조치(EU-ETS)

시장기반조치의 주요 대안은 앞서 살펴본, GHG Fund, ETS, 그리고 EIS 등으로 볼 수 있다. 특히, ETS는 영국, 독일, 프랑스, 노르웨이 등 유럽연합 국가들의 강력한 지지를 받고 있다. 유럽연합의 경우, 이미 2005년부터 육상 부문에서 EU-ETS를 시작하였고, 탄소 거래제에 대한 경험 및 노하우와 탄소 거래제 전문 인력 등이 확보되어 있어 이 제도에 매우 유리한 입장에 있다.

6) Proposal to Establish an International Maritime Research and Development Board (IMRB) by ICS, Bimco, Clia, Intercargo, Interferry, Intertanko; IPTA, and WSC MEPC 75/7/4; IMO: London, UK, 2020.

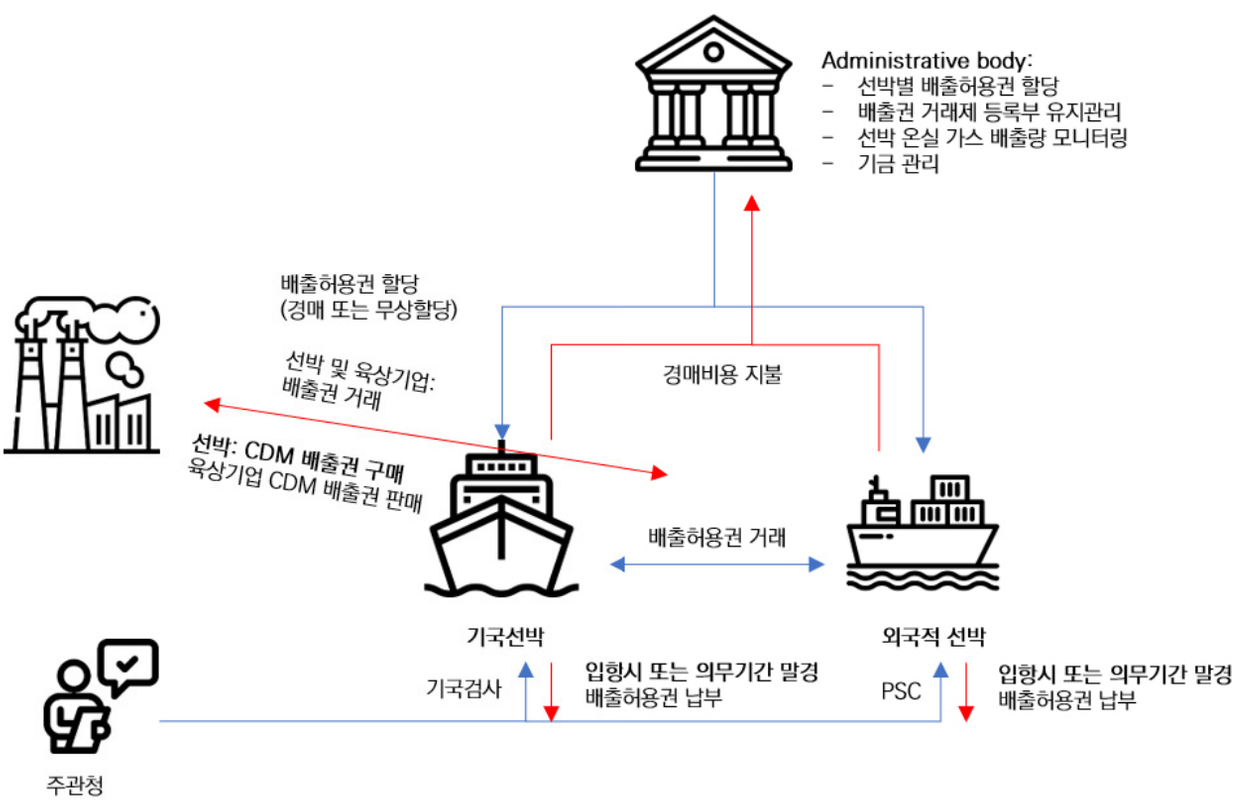
❶ EU-ETS 기본 개념

EU-ETS는 감축목표에 대해 선박의 과거 평균 배출량을 기반으로 배출 허용량을 설정하고 배출권(emission allowance)을 할당하여 할당권 내에서 자유롭게 해운 활동을 할 수 있도록 보장하는 개념이다. 또한, 배출권의 잉여 및 부족분은 타 선박 또는 육상 부문과의 상호거래가 가능하게 설계되어, 유연성을 가지고 있다.

적용 대상 선박들은 입항 시 항해기간 동안 배출한 온실가스 양에 상응하는 배출권을 제출해야 하고, 해당 배출권을 제출하지 못한 경우에는 출항 정지 등의 제재가 가해질 수 있다. 배출권 거래를 통해 발생한 공제권(크레딧)은 온실가스 감축목표 달성을 위해 재투자 되도록 제안되었다.

시장기반조치는 중기 후보 조치에 포함되었으나, 구체적인 사항에 대해서는 충분한 논의가 필요하다. 시장기반조치들을 초기에 배출량 감소를 유도할 수 있지만, 완전한 탈탄소화를 구현하기 위한 선박 추진 방식 전환을 촉진할 수 있도록 적절히 설계되어야 비로소 장기 전략으로서 효과적일 것으로 전망된다.

그림 7. EU-ETS의 기본 설계 개념



모든 규제 대상 선박은 ETS 관리기구의 등록부(ETS Registry)에 등록해야 하며, 과거 배출량(2~3년)을 관리기구에 제출하도록 요구받는다. ETS 관리기구는 해운 부문 전체의 감축목표를 고려하여 개발 선박의 감축목표를 과거 평균 배출량 대비 일정 비율(예: 5%)로 설정할 수 있고, 개별선박에 배출총량을 할당한다. 규제 의무기간이 끝나는 시점에 선박별로 부여된 배출 감축목표 달성 여부를 검토한 후, 달성하지 못한 선박에는 일정 수준의 벌금을 부과하는 방식이다.

배출권거래제도의 거래방식은 경제 주체들에게 배출허용 총량(Cap)을 설정하여 정해진 배출허용범위 내에서만 온실가스를 배출할 수 있는 총량 거래방식(Cap and Trade System)과 온실가스 저감사업을 통해 기준배출량(Baseline)을 기준으로 발생한 저감량에 대하여 검증 및 인증과정을 거쳐 크레딧을 발급받는 기준배출량/크레딧방식(baseline and credit) 중 총량 거래방식으로 제안되었으며, 배출량 할당 방식은 과거 배출량에 따라 할당량이 정해지는 그랜드파더링(Grand Farthering), 활동량을 기반으로 할당하는 벤치마크(Bench Mark), 배출권을 100% 유상으로 경매하는 경매(Auction)이 제안되었다.

❷ 논의 동향

2017년 유럽의회(European Paliament, EP)는 IMO가 2021년까지 시장기반조치의 국제규제를 도입하지 않을 경우에 대비하여, 2023년까지 유럽 내의 규정으로써 시장기반조치인 EU 배출권 거래제(EU-ETS)의 실시를 의결하였다. 그러나, 상기 결정은 ECSA(European Community Ship-owners Associations), ICS (International Chamber of Shipping) 및 다양한 국가의 선주 기업과 동종 업계 이해 당사자들의 반대에 직면하였다.

EU-ETS는 2005년부터 시행되어 지금까지 항공뿐만 아니라 11,000개 이상의 에너지 사용 설비(발전소 및 산업 플랜트) 분야에 적용되고 있다. 그러나 해운 및 항공 부문과 같이 범 국가적으로 운영되는 국제 부문을 지역 계획에 포함하는 것은 EU 내부 무역 역효과 등 현실적 어려움을 유발할 수 있기 때문에, 유럽연합에서는 해당 부문을 ETS 논의 대상에서 완전히 배제하지는 않은 상태로 IMO의 시장기반조치 논의 추이를 지켜보며 대응하기로 결정하였다.

2013년, 유럽집행위원회(European Commission, EC)가 실시한 영향 평가에서 EU-ETS를 해운에 적용하는 것에 대한 타당성이 제시되었다. 본 기술 보고서의 내용을 토대로 해운분야의 ETS 적용이 재점화 되었다. 2019년 12월, 신임 EC 의장인 Ursula von der Leyen은 스페인 마드리드에서 열린 COP-25 기후 회의에서 “유럽 그린 딜 (European Green Deal)”을 도입하여 2050년까지 유럽을 첫

번째 기후 중립 대륙으로 만들겠다는 의지를 표명하였다. 이를 실현하기 위해서는 무엇보다도 EU-ETS의 해운 분야 적용이 시급하다고 강조하였다.

2021년 7월 EU의 새로운 2030년 기후목표인 1990년 대비 최소 55% 감축 달성을 위해 필요한 법률의 제·개정안을 담은 Fit for 55% 패키지의 일환으로 온실가스 배출권 거래제(ETS) 지침의 강화와 해운 부문 확대 적용, FuelEU Maritime Initiative 제안을 발표하였다. 이로써, 5천 톤을 초과하는 대형선박은 EU 역내 항해 시 발생하는 이산화탄소에 대해 ETS가 적용되며, 선사는 이산화탄소 배출에 대한 ETS 배출권을 구매하여 행정 당국에 제출해야 한다. 또한, EU 항만 선박에서 사용되는 에너지의 온실가스 집약도를 제한하는 규정을 제정하여, 2020년 대비 2025년까지 2%, 2030년까지 6%, 2040년까지 27%, 2045년까지 27%, 2050년까지 75%를 줄여야 한다.

이러한 활발한 국제적·지역적 논의에 따라, IMO 내 시장조치 적용 필요성이 더욱 강조되었으며, EU 내에서는 EU-ETS 배출권의 총량, 경매를 통한 할당 방법 및 제도를 집행할 EU 회원국에 대한 다양한 특별 조항 합의가 머지않아 이루어질 것으로 예측된다.

(3) 국제해사연구이사회(International Maritime Research and Development Board; IMRB)

2020년, IMO 초기전략의 단기조치 일환이며 국제해운 탈탄소를 촉진하기 위한 R&D 필요성 및 시급성 등을 고려하여, 국제해사연구이사회(IMRB)에 대한 논의가 시작하였다. IMRB는 시장기반조치와는 별도의 제안이기는 하나, 저탄소 해운을 위한 부과금 및 기금 조성 등을 제안한다는 점에서 시장기반조치와 유사한 맥락을 가진다.

MEPC 75차 회의('20년 12월)에서 ICS 외 7개 선주단체(MEPC75/7/4)에서는 청정연료 및 기술 관련 R&D를 촉진하는 국제해사연구이사회(IMRB)의 설립을 제안하였으며, 이른 시일 내에 중장기 조치에 대한 논의를 시작해야 한다고 강조하였다. 이와 마찬가지로, 네덜란드(MEPC 75/7/11), 바누아투(MEPC 75/7/12), 솔로몬 군도, 통가(MEPC 75/7/13) 및 OCED(MEPC 75/7/14)에서도 IMRB 설립과 관련한 다양한 의견들을 담은 문서를 제출하였다.

ICS 등이 제출한 MEPC 75/7/4 문서에서는 해운회사에서 연료유 1톤 당 일정한 기금(2달러)을 부과하여 연구개발 및 국제해사연구이사회(IMRB)의 설립/운용에 사용하는 방안을 제안하였다. 해당 기금의 목표 자금은 10년간 약 50억 달러(한화 5조 8000억 원[7])으로, 2030년까지 해운 분야에 무탄소 선박(Zero Emission Vessel, ZEV)의 출현을 성공적으로 달성할 수 있을 것으로 전망하였으며, 국제

해사연구이사회(IMRB)는 연구개발 프로그램에 금융지원을 하는 국제해사연구기금(IMRF)과 이를 감독하는 IMO 감독기관을 구성하여 IMO MEPC에 보고하는 절차를 제안하였다.

대부분의 회원국은 원칙적으로 국제해운 탈탄소를 촉진하기 위한 R&D 필요성 및 시급성에 따라 제안된 IMRB 설립 배경과 목적에 동의하였으나, 기금 마련 방법(연료유 톤당 부과금 2달러 또는 GT 톤당 0.5달러), IMRB 투명성 확보 방안, 관리 측면에서의 주관청 행정 부담 등 많은 우려를 표명하였다. 특히, IMRB 설립을 제안한 선주단체들은 이 제안이 시장기반조치(MBM)가 아니라고 강조하였으나, 대부분의 국가는 이 제안이 Fuel levy 성격을 지닌 시장기반조치의 초기형태로 인식하였다.

유럽 국가는 IMRB 논의와 함께 MBM을 포함한 중·장기조치에 대한 논의가 착수되어야 한다고 강조하였으며, 개발도상국(남미 등)은 IMRB 설립 제안에 대한 영향 평가가 실시되지 않았으므로 해당 제안에 대해 논의할 수 없다는 입장을 고수하였다. 또한, 군소도서국은 IMRB를 통해 마련된 기금 일부가 SIDS 및 LDCs를 위하여 사용되어야 한다고 주장하였다.

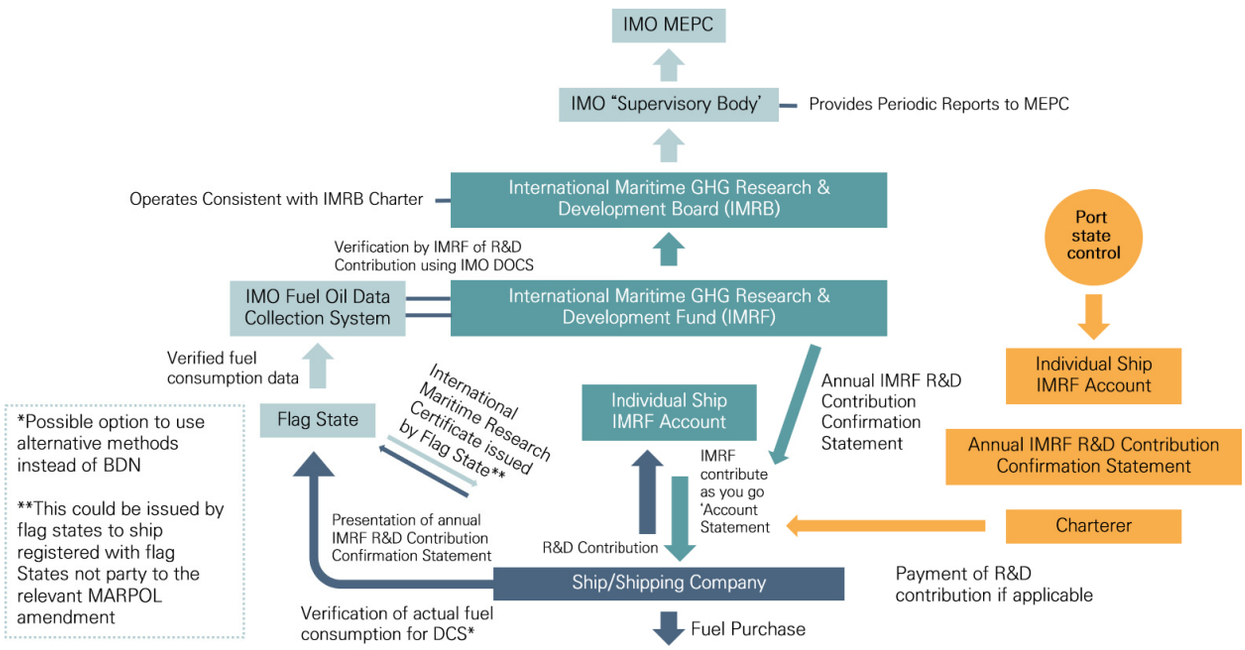
반면, 우리나라는 SIDS 및 LDCs 기술협력 및 지원을 위한 파트너십은 IMO에서 다루어져야 한다는 입장을 표명하였으며, 우리나라와 IMO가 최근 설립한 GHG SMART Programme을 소개하고 이를 주목하여 줄 것을 요청하였다.

MEPC 74차 회의('19년 5월)에서 승인한 영향 평가 절차에 따르면, 감축조치를 제안하는 경우 반드시 초기영향평가를 제출해야 하므로, IMRB 제안과 관련한 초기영향평가를 MEPC 76차에 제출하고 이 제안을 구체적으로 논의하기로 하기로 하였다.

MEPC 76차 회의('21년 6월)에서는 IMRB 설립과 관련하여 다양한 논의가 이루어졌다. 특히, 덴마크 등 10개 회원국, ICS 등 9개 선주단체(MEPC 76/7/7-8)들은 IMRB 설립에 대한 MARPOL 부속서 VI의 개정안 및 초기영향평가 결과를 제시하였다. 또한, 아르헨티나 외 10개국(MEPC 76/7/20)에서는 IMRB 설립 제안에 대한 다양한 의견을 제시하였고, 또한, ICS 등 9개의 선주단체(MEPC 76/7/45), 마샬과 솔로몬(MEPC 76/7/49), 터키(MEPC 76/7/57-58)에서도 관련 문서를 제출하여 의견을 공유하였다.

7) 국제운송의 총 연료유 소비량이 연간 최소 2 억 5 천만 톤 이상일 것이라는 가정을 바탕으로, 연료유 1 톤당 2 달러로 책정

그림 8. IMRB의 개념 및 주요 흐름도



또한, ICS 등이 제출한 문서에서는 연료의 CF값(IPCC 지침에 따른 연료의 Carbon Factor)에 따라 온실가스 배출량이 달라지는 점을 고려하여, 아래의 표와 같이 해운회사의 부과금을 이산화탄소 톤을 기준(0.624 $/ton)으로 연료별 톤당 부과금을 차별적으로 책정할 것을 제안하였다.

표 6. IMRB설립시 제안된 연료별 톤당 온실가스 배출 기여금

	액체연료	LPG	LNG	메탄올	에탄올
부과금(톤당)	$ 2.0	$ 1.89	$ 1.72	$ 0.86	$ 1.19

Note: 이중연료(Dual Fuel) 엔진이 탑재된 선박의 경우 사용한 모든 연료에 대한 자료를 IMRF에 보고 하여야 함. 용선 계약된 선박의 연료유 구입에 대한 권한이 용선자에게 있는 경우, 용선자가 부과금 납부의 책임을 가짐

IMRB가 설립될 경우, 전 세계적으로 사용될 수 있는 저탄소 및 무탄소 연료 기술, 연료의 성공적인 개발을 위해 필요한 정책 및 자금 등의 기반을 제공하고, IMO 초기전략의 비전과 목표 달성에 필요한 연구 및 개발 작업의 가속화에 도움이 될 것으로 사료된다. 본 제안의 핵심은, 해운 전체의 탈탄소화에 대한 책임은 해운회사의 단독 책임이 아니며 궁극적으로 광범위한 이해 관계자들과 함께 져야한다고 강조했다는 점이다.

KMC
Korea Center for International
Maritime Safety Cooperation

선박 온실가스 감축에 대한
국제해사 정책동향

Ⅲ

선박 온실가스 감축 IMO 주요 논의 내용



1. 신조선 관련 논의 경과 및 결정 사항
2. 현존선 관련 논의 경과 및 결정 사항
3. 대체연료 관련 논의 경과

III. 선박 온실가스 감축 IMO 주요 논의 내용

1 신조선 관련 논의 경과 및 결정 사항

(1) EEDI의 채택과 발효

2003년 12월, IMO 제23차 총회에서는 선박의 온실가스 배출 감축과 관련된 IMO 정책 및 실행방안에 대한 결의서결의서 A.963(23)을 채택하여 MEPC가 이에 필요한 메커니즘을 식별하고 개발할 것을 촉구했다. 결의서에 따라, MEPC는 (a) 선박으로부터 배출되는 온실가스의 기준선(Baseline) 설정, (b) 온실가스 배출지수를 통한 선박의 온실가스 배출 효율성을 측정할 수 있는 방법 개발, (c) 개발된 배출지수의 실용적인 이행을 위한 지침서 개발 및 (d) 기술적·운항적 그리고 시장기반조치의 해결방안에 대한 개발을 위임하고 있다(이윤철 등, 2011).

이에 따라, MEPC는 선박으로부터 배출되는 이산화탄소를 감축시키기 위한 작업에 착수하였으며, 주로 선박 설계 및 건조 시 적용할 수 있는 기술적인 방안과 선박의 운항적인 방안에 대한 개발 노력에 집중하여, MEPC 53차 회의('05년 7월)에서 자발적인 선박의 이산화탄소 배출지수 측정을 위한 임시지침을 채택하였다. 그리고 2006년 10월에는 국제해운 분야에서의 GHG 이슈를 다루기 위한 작업계획이 최종 승인되어, (a) 선박 기술적 사항(신조선 대상), (b) 운항적 사항(모든 선박 대상), (c) 시장기반조치에 관련된 사항을 논의하기로 하였다. 이후 다년간의 논의 끝에 MEPC 62차 회의('11년 7월)에서 신조선에 대한 에너지효율 설계지수(EEDI) 및 모든 선박에 대한 선박 에너지효율 관리 계획서(SEEMP)를 강제화하기 위하여 MARPOL 부속서 6장에 Chapter 4를 신설한 개정안(MEPC.203(62))을 채택하였다. 이는 GHG 배출 감축에 대한 교토의정서 이후 최초로 채택된 법적 구속력 있는 문서이자, 국제 산업 부문에 대한 최초의 의무적인 국제 GHG 감축 규제이다.

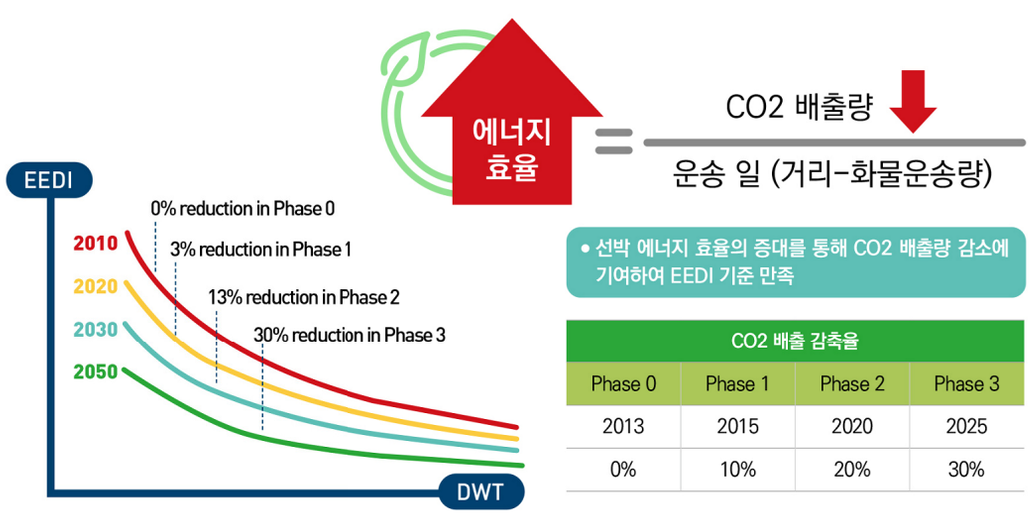
표 7. IMO 신조선 온실가스 감축 규제 도입을 위한 주요 논의 과정

연도	주요 내용
2003	제23차 IMO 총회, 선박의 온실가스 배출 감축을 위한 IMO 정책 및 실행방안에 대한 결의서결의서 채택(A.963(23))
2005	“현존선의 자발적 이산화탄소 배출량 지수에 대한 잠정지침서” 채택 (MEPC/Circ.471)
2008	MEPC 58차, 덴마크는 환경 비용과 사회 편익에 대한 분석을 통해 신조선의 이산화탄소 배출량 계산식을 제안
2011	MEPC 62차, MARPOL 부속서 Ⅵ 개정을 통해 EEDI 계산식 최종 채택(MEPC.203(62))
2013	2013년 1월 1일부터 신조선(총 톤수 400톤 이상) 에 대해 EEDI 강제화(이후 단계적으로 강화된 감축율 적용)

(2) EEDI 이행과 감축률

2013년 이후 건조된 총 톤수 400 톤 이상의 국제항해에 종사하는 신조선에는 EEDI 규제가 적용되며, 추후 규제에 추가될 선종을 고려하면 국제 운송에서 발생하는 배출량의 약 85%를 규제하게 된다. EEDI는 선박이 1톤의 화물을 1해리 (Nautical mile) 운송할 때 배출되는 이산화탄소의 양을 의미하며, 선박 건조 시 EEDI를 계산하여 허용값 내에서 설계 및 건조해야 함. EEDI 규제는 2025년에 건조된 선박이 2008년에 건조된 선박 대비 최소 30%의 에너지효율이 개선되도록 최종 목표를 설정하여, 2013년부터 2015년까지 1단계(10% 감축), 2015년부터 2020년까지 2단계(20% 감축), 2020년부터 2025년까지 3단계(30% 감축)에 걸쳐 적용된다.

그림 9. EEDI 개념과 단계별 감축률



CO2 배출 감축율			
Phase 0	Phase 1	Phase 2	Phase 3
2013	2015	2020	2025
0%	10%	20%	30%

2013년 이후 건조되는 신조선은 건조 연도에 해당하는 감축률이 적용된 EEDI 요구값(Required EEDI)보다 낮은 EEDI 확보값(Attained EEDI)을 획득해야 한다. EEDI 요구값은 과거 10년(1995-2004년) 동안 이산화탄소 배출량을 선종별로 연구한 결과에서 사용된 수식에서 회귀분석을 적용하여 도출한 기준선에 규제에 따른 감축 비율을 곱하여 계산할 수 있다. 또한, EEDI 확보값은 추진 및 기타 에너지 소비로 인한 이산화탄소 발생량에서 에너지 재활용 및 저감장치에 의해 감축된 이산화탄소를 제하여 계산한 총 이산화탄소 배출량에서 선박 크기, 거리, 속도 및 특정 설계 요소에 대한 보정계수를 반영하여 계산한다.

그림 10. EEDI 계산식

$$EEDI = \frac{(\prod_{j=1}^{M} f_j)(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)}) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}) + (\prod_{j=1}^{M} f_j \cdot \sum_{i=1}^{nME} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{AEeff(i)}) C_{FAE} \cdot SFC_{AE} - (\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME})}{Capacity \cdot f_i \cdot V_{ref} \cdot f_w}$$

$\prod_{j=1}^{M} f_j$	쇄빙 등 특수 경우의 CO_2 발생량	$\sum_{i=1}^{nME}$	여러 대의 기관을 모두 더한 값
P	주기관(ME) 또는 보조기관(*AE*)의 출력을 나타냄	Capacity	운송화물중량(Ton)
P_p	엔진 출력	SFC	기관의 검증된 연료소모량
P_{AE}	선박이 V_{ref} 상태에서 추진 시 선내 필요전력 및 보조기관의 출력	C_F	연료에 대한 Carbon Factor
P_{AEeff}	P_{ME}에서 측정된 값, 혁신적인 전기적 에너지효율 기술에 의해 감소된 보조기관의 출력	f_j	출력 보조계수
P_{eff}	기관 출력 75%에서 혁신적인 기계적 에너지 효율 기술의 출력, 하지만 V_{ref} 반영됨(축에 직결)	f_i	운송능력보정계수
P_{PTI}	축 전동기에서 발생하는 전력의 출력	f_w	선박 에너지효율 설계 지수로 선종에 따른 선속 저감계수(해상상태, 파고, 파진동수, 풍속 등 고려)
V_{ref}	연속최대출력(MCR)에서의 최대속력	f_{eff}	선박 에너지 효율향상을 위한 혁신 기술의 가동률

EEDI는 조선소의 기본설계 단계에서 작성 및 계산되며, 근거 문서와 함께 검증기관인 선급에 제출되며, 선급의 사전확인서 발급 후 선박 건조가 시작되고 최종 시운전을 통해 EEDI가 검증 및 확정된다. 규제에 맞게 EEDI 달성이 검증되면 국제에너지효율증서(IEEC; international energy efficiency certificate)가 교부되며, 부적합 판정을 받으면 선박 인도 및 운항이 금지된다. 이러한 요건은 특정 선박 설계에 적용할 기술을 산업계가 일임하는 비규범적인 성능 기반의 메커니즘으로, 필요한 에너지 효

율 수준에 도달하기만 하면 조선소는 규정을 만족하는데 가장 경제적인 기술을 자유롭게 사용할 수 있다. 따라서, 선박의 에너지 효율에 영향을 미치는 기술 요소의 혁신을 장려하고 지속적인 개발을 촉진하는 역할을 한다. 더불어 선박의 에너지 효율 기준에 대한 강제 규정을 충족하게 함으로써 에너지 효율 개선을 위한 친환경 기술의 도입을 촉진하고 에너지 효율이 낮은 선박의 시장경쟁력을 약화시켜 선박의 세대교체를 유도하는 것이 또 다른 목적이기도 하다.

MEPC 65차 회의('13년 5월)에서는 EEDI 개정작업에 몇 가지 추가 선종을 포함하는 데 동의했으며, 에너지 효율 규정의 일관성 확보를 위하여 추가 지침이 마련되거나, 또는 기존 지침들이 개정되었다. 또한, MEPC 66차 회의('14년 4월)에서는 기존 EEDI 요구 사항에 포함되지 않았던 선종(LNG 운반선, 크루즈 여객선), 선박의 크기 및 추진 시스템에 EEDI 규정을 적용하기 위한 협약 개정안이 채택(MEPC.251(66))되었다.

선박의 에너지 효율에 대한 필수 규정의 이행을 지원하기 위해 채택된 지침은 표 8과 같다.

표 8. EEDI 요건 이행을 위한 지침서

No.	결의서	제목(한글)	제목(영문)
1	MEPC.212(63) & MEPC.245(66)	신조선 Attained EEDI 계산방법에 관한 지침	2012 Guidelines on the Method of Calculation of the Attained Energy Efficiency Design Index (EEDI) for New Ships
2	MEPC.214(63)	EEDI 검사 및 증서에 관한 지침	2012 Guidelines on survey and certification of the energy efficiency design index (EEDI)
3	MEPC.231(65)	EEDI 기준선 계산에 관한 지침	2013 Guidelines for calculation of reference lines for use with the Energy Efficiency Design Index (EEDI)
4	MEPC.232(65)	황천시 조종성능 유지를 위한 최소 추진출력 결정 관련 잠정지침	2013 Interim Guidelines for Determining Minimum Propulsion Power to Maintain the Manoeuvrability of Ships in Adverse Conditions
5	MEPC.233(65)	비전통 추진을 가진 여객선의 EEDI 기준선 계산 지침	2013 Guidelines for Calculation of Reference Lines for Use with the Energy Efficiency Design Index (EEDI) for Cruise Passenger Ships Having Non-Conventional Propulsion

MEPC 67차 회의('14년 10월)에서는 MARPOL 부속서 6장 21.6 규칙에 따라, EEDI 2단계 이행 및 관련된 기술 개발 상태에 관한 검토과정(Review Process)을 진행하기 위한 통신작업반을 구성하

였고, MEPC 70차 회의('16년 10월)에서는 EEDI 검토과정과 관련된 최종보고서를 제출하였다. 또한, 동 회의에서 EEDI 검토에 대한 통신작업반의 보고서를 기반으로, Ro-Ro Cargo Ship과 Ro-Ro Passenger Ship을 제외한 선종은 기존 협약의 EEDI 2단계 기준선에 대한 기간과 감축률을 기존과 동일하게 유지하는 것에 동의하였다.

MEPC 71차 회의('17년 3월)에서는 EEDI 2단계 이후 EEDI 규칙 이행을 위한 관련 기술 개발현황 및 검토를 위한 통신작업반을 구성하였고, MEPC 73차 회의('18년 10월)에서 통신작업반의 논의 결과를 바탕으로 일부 선종(벌크선, 탱커, 컨테이너선 등) EEDI 2단계 및 3단계 감축률과 이행시기를 합의하였다. MEPC 74차 회의('19년 5월)에서는 나머지 선종의 EEDI 3단계 이행시기와 기준선 개정안은 추가적으로 논의하여, 컨테이너선, 가스 운반선, 일반 화물선 및 LNG 운반선을 포함한 여러 선종에 대해 EEDI 3단계를 기존 2025년에서 2022년으로 조기 이행하고 감축률을 큰 폭으로 인상하는 제안을 승인하였다. MEPC 75차 회의('20년 10월)에서 채택된 단계별 및 선종별 EEDI 최종 감축률은 표 9와 같다.

표 9. EEDI 단계별 선종별 감축률

선종	크기(DWT)	0단계	1단계	2단계		3단계	
		2013.1.1–2014.12.31	2015.1.1–2019.12.31	2020.1.1–2022.3.31	2020.1.1–2024.12.31	2022.4.1. 이후	2025.1.1. 이후
산적화물선	20,000 이상	0	10		20		30
	10,000–20,000	n/a	0–10*		0–20*		0–30*
가스운반선	15,000 이상	0	10	20		30	
	10,000–15,000	0	10		20		30
	2,000–10,000	n/a	0–10*		0–20*		0–30*
유조선	20,000 이상	0	10		20		30
	4,000–20,000	n/a	0–10*		0–20*		0–30*
컨테이너선	200,000 이상	0	10	20		50	
	120,000–200,000	0	10	20		45	
	80,000–120,000	0	10	20		40	
	40,000–80,000	0	10	20		35	
	15,000–40,000	0	10	20		30	
	10,000–15,000	n/a	0–10*	0–20*		15–30*	
일반 화물선	15,000 이상	0	10	15		30	
	3,000–15,000	n/a	0–10*	0–15*		0–30*	
냉동운반선	5,000 이상	0	10		15		30
	3,000–5,000	n/a	0–10*		0–15*		0–30*
겸용선	20,000 이상	0	10		20		30
	4,000–20,000	n/a	0–10*		0–20*		0–30*
LNG 운반선	10,000 이상	n/a	10**	20		30	
로로 화물선 (차량 운반선)***	10,000 이상	n/a	5**		15		30
로로 화물선***	2,000 이상	n/a	5**		20		30
	1,000–2,000	n/a	0–5*,**		0–20*		0–30*
로로 여객선***	1,000 이상	n/a	5**		20		30
	250–1,000	n/a	0–5*,**		0–20*		0–30*
비전통방식을 가진 크루즈여객선(GT)	85,000 이상	n/a	5**	20		30	
	25,000–85,000	n/a	0–5*,**	0–20*		0–30*	

* 선박 크기에 따라 두 값 사이의 감축계수를 선형적으로 삽입해야 한다. 선박의 크기가 작을수록 낮은 감축계수값을 적용해야 한다.

** 해당 선박의 1단계 적용일은 2015년 9월 1일로 한다.

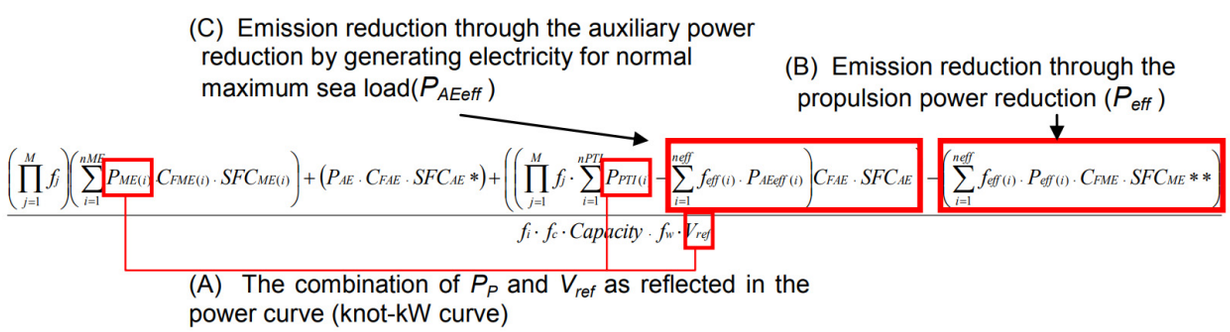
*** 제2.43 규칙에 따라 감축계수는 2019년 9월 1일 이후 인도되는 해당 선박에 적용된다.

Note : "n/a"는 에너지효율설계지수(EEDI) 허용값이 적용되지 않음을 의미

(3) EEDI 요건 충족 방안

단계별로 강화되는 EEDI 요건을 충족하기 위해서, 전 세계적으로 혁신적인 에너지 저감 기술 및 장치가 개발되고 있으며, 이에 따라 해당 기술 또는 장치의 객관적 계산 방법 및 검증 절차가 주요 이슈로 부상하고 있다. IMO는 "2013년 EEDI 달성값 산정 및 검증을 위한 혁신적 에너지 효율 기술 처리 지침"을 채택하여 에너지 저감 기술을 세 가지 범주(카테고리 A, B, C)로 분류하였으며, 아래 그림과 같다(MEPC.1/Circ.815, 2013).

그림 11. 2013년 EEDI 달성값 산정 및 검증을 위한 혁신적 에너지 효율 기술 처리 지침



카테고리 A는 엔진 출력 커브에 영향을 주는 엔진 출력 및 선박 속도의 감축 기술, 카테고리 B는 엔진 출력을 감축시키는 신기술 및 연료의 도입, 카테고리 C는 보조에너지를 발생시켜 엔진 출력을 지원하는 전력 생산 기술을 포함한다.

동 회람문서에서는 해당 기술의 예시, 계산 및 검증 방법을 제공하고 있으며, 대표적인 기술은 공기 윤활 시스템, 풍력 추진 시스템, 폐열 회수 시스템 및 광전지가 있다. 해당 기술들은 카테고리 B와 C로 분류되어 EEDI 계산식의 분자 항목에서 음의 값을 갖는 요소로 이산화탄소 배출량을 감축시킬 수 있다. 이처럼 EEDI를 중심으로 한 선박의 에너지효율 이슈는 선박 성능을 개선하기 위한 다양한 혁신 기술의 개발과 제품수요로 이어질 전망이며, 특히 실 해역 상태의 선박 성능 향상, 검증 및 선박 안전 연계 이슈들이 논의의 중심이 될 것으로 예상된다(김성현, 2016).

하지만, 최근에는 해당 지침이 EEDI에만 국한되며 최신의 혁신 기술을 적절히 반영하지 못하여 기술적 장벽으로 작용하고 있는 점을 지적하며, 혁신 기술 반영을 위한 요구가 증가하고 있다.

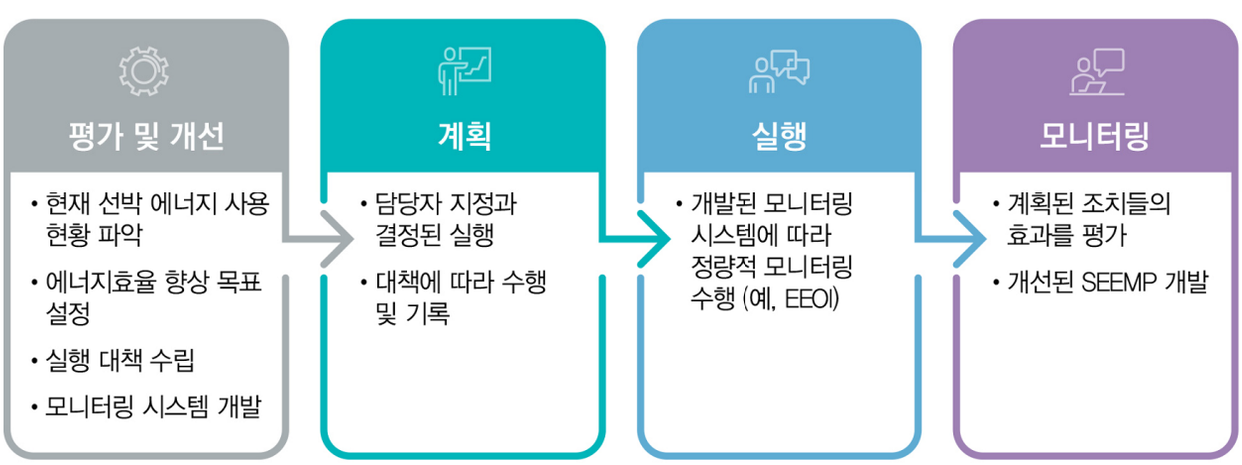
2 현존선 관련 논의 경과 및 결정 사항

(1) SEEMP

❶ SEEMP Part I : 에너지 효율 향상을 위한 선박 관리 계획
(Ship management plan to improve energy efficiency)

운항적 조치로서 IMO는 MEPC 62차 결의서(MEPC.203(62))에 따라 선박 운영자가 선박의 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 방안을 수립하고 문서화하기 위한 목적으로 SEEMP를 채택하였다. 이에 따라, 2013년 1월 1일부터 국제 항해하는 총 톤수 400톤 이상의 모든 선박은 SEEMP를 본선에 비치하고 계획에 따라 관리해야 한다. EEDI와 같이 강제화된 기준과 감축률이 제시되지는 않았지만, 규제에 따라 선사는 선박의 SEEMP 비치 여부를 확인하고 주관청은 SEEMP 승인과 함께 적합확인서(CoC; Confirmation of Compliance)를 발급해야 한다. SEEMP는 '계획-실행-모니터링-평가 및 개선'이라는 4단계를 순환 시행하여 선대 운항에 대한 연료 효율성을 높이고자 하며(그림 13), 모니터링 도구로써 에너지 효율 운항지수(Energy Efficiency Operational Indicator; 이하 EEOI) 사용을 권장하고 있다.

그림 12. SEEMP의 구성



EEOI는 현재 운항 중인 선박의 단위 마일 및 화물당 선박의 이산화탄소 발생량을 모니터링하는 지수로 SEEMP의 검증 지표로서 활용되며, 선종 및 크기별로 선박 간 에너지 효율성을 비교하는 기준점 역

할을 한다. 선주는 EEOI를 계산하여 항해 계획을 개선하거나 프로펠러 청소 빈도를 조절할 수 있으며, 폐열 회수 시스템이나 새로운 프로펠러와 같은 기술적 방안 도입 등의 조치가 미치는 영향을 분석할 수 있다.

그림 13. EEOI 계산식

$$EEOI = \frac{\sum^{j} FC \times LSUB_j C_{Fj}}{m_{cargo} \times D}$$ (각 항해) 또는, $$Average\ EEOI = \frac{\sum^{i}\sum^{j}(FC \times LSUBij\, C_{Fj})}{\sum^{i}(m_{cargo} \times D_i)}$$ (여러 항해 평균)

연료소비량 (FC)	소각로와 보일러를 포함하여 주기관 및 보조기관이 항해 또는 항구/바다에서 소비하고 있는 모든 연료		
이산화탄소 환산계수(C_F)	탄소 함유량에 근거, 이산화탄소배출과 연료소비량 사이의 무차원(단위와 관계없는) 요인 – 연료소비량, 항해한 거리, 운반화물은 벙커 배달 인수증, 기름 기록 장부, 선박 항해일지 등 선택 가능		
j	연료 종류	C_{Fj}	연료(j)에 대한 CO2 환산계수
i	항해 번호	m_{cargo}	운송 화물량(톤), 작업량(TEU 또는 승객수), 여객선에 대한 총톤수
F_{Cij}	항해 i에 소모한 연료 j의 질량	D	운송된 화물 또는 작업량에 대한 항해 거리

❷ SEEMP Part II : 선박 연료 소모량 데이터 수집 계획(Ship fuel oil consumption data collection plan)

이와 관련하여, MEPC 70차 회의('16년 10월)에서는 국제 항해 선박이 연료유 소비를 의무적으로 기록하고 보고하도록 MARPOL 부속서 6장 22A 규칙 "선박 연료유 소비량 데이터 보고 및 수집"을 신설하도록 하는 MARPOL 개정안을 채택하였다. 개정안은 2018년 3월 1일부터 발효되었고, 해당 규칙의 도입 및 이행을 위해 표 10의 관련 결의서를 채택하였다.

표 10. DCS 도입 및 이행을 위한 MEPC 결의서

No.	결의서	제목(한글)	제목(영문)
1	MEPC.278 (70)	선박 연료유 사용량 데이터 수집 시스템 도입을 위한 MARPOL 부속서 VI 개정안	MARPOL Annex VI, Reg. 22A – Collection and Reporting of Ship Fuel Oil Consumption Data
2	MEPC.282 (70)	선박 에너지 효율 관리 계획(SEEMP) 개발에 대한 지침	2016 Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP)
3	MEPC.292 (71)	선박 연료유 사용량에 대한 데이터 검증에 대한 지침	2017 Guidelines for administration verification of the ship fuel oil consumption data

결의서결의서 MEPC 278(70)에 따라, 2019년 1월 1일부터 총 톤수 5,000 톤 이상의 국제항해에 종사하는 선박은 DCS를 활용하여 연료유 사용량과 운항거리, 운항시간, 선박 정보 및 제원 등의 데이터를 매년 수집하고 있다. 매년 1월부터 12월까지 수집한 정보를 다음 연도 1월에서 3월 기간 내에 주관청 또는 주관청이 지정한 대행기관(Recognized Organization, 이하 RO)에 보고하며, 해당 기관은 제출된 데이터를 검증하여 5월 말까지 IMO에 제출해야 한다. IMO는 모든 회원국에서 제출한 데이터를 취합하여 연례보고서를 작성하며, 제출된 연료유 사용량 정보를 관리·분석하기 위한 데이터베이스를 구축하고, 매년 분석보고서를 발간하여 선박 온실가스 배출현황을 공유해야 한다.

최근, MEPC 75차 회의('20년 11월)에서는 CII를 포함하기 위한 SEEMP Part III 추가 등 현행 SEEMP 지침서 최신화를 위해 통신작업반 개설에 동의하였으며(MEPC.282(70)), 작업반에서는 SEEMP 지침서를 포함하여 현존 가이드라인, 절차 및 지침서 개정, 신규 지침서 개발에 대한 추가 논의 중에 있다.

(2) IMO 온실가스 감축 초기전략의 단기조치로서 EEXI와 CII

IMO 초기전략의 단기 후보 조치로서, MEPC 76차 회의('21년 6월)에서 국제 항해하는 현존선의 온실가스 배출 규제를 위한 MARPOL 협약 개정안이 결의서 MEPC.328(76)로 채택되면서, 기술적 조치인 현존선 에너지 효율 지수(EEXI)와 운항적 조치인 탄소집약도 지수(CII)가 도입되었다. 협약 개정안은 2022년 1월 1일 발효될 예정으로, EEDI와 관계없이 모든 현존선박은 EEXI 및 CII 요구값을 만족해야 한다.

❶ EEXI(현존선 에너지효율 지수, Energy Efficiency Existing Index)

MEPC 74차 회의('19년 5월) 및 ISWG GHG 5차('19년 5월), 6차('19년 11월)에서 IMO 선박 온실가스 초기전략 달성을 위해 EEDI를 적용받지 않는 현존선의 에너지 효율 개선 필요성이 대두되었다. 이와 관련하여 일본 및 노르웨이에서는 현존선 에너지 효율지수인 EEXI 도입을 제안하며, 2022년을 기준으로 EEDI 수준과 동일하게 EEXI 수준을 설정하도록 제시하였다(MEPC 74/7/2, ISWG-GHG 5/4 및 ISWG-GHG 6/2/3). 동 제안은 현존선의 EEXI 요구값을 신조선의 EEDI와 동일하게 설정함으로써, 새로운 혁신적인 기술이 도입된 선박으로의 교체를 유도하여 중장기 온실가스 배출 감축 목표 달성을 촉진할 수 있다. 현존선이 EEXI 요구값을 만족하지 못하는 경우에는, 선박 에너지 효율 개선이 요구되며 엔진출력제한, 연료의 변경, 에너지 개선 장치 도입 또는 신조선 대체 등과 같은 다양한 방법이 고려될 수 있다.

EEXI 요구값 및 달성값에 대한 새로운 규정들은 EEDI 적용대상 선박(여객선 제외, 400톤 이상)과 동일한 선종에게 적용되며, 개별 선박은 2023년 1월 1일 이후 첫 번째 연차, 중간 또는 정기검사 중 가장 먼저 도래하는 검사 이전에 EEXI 달성값 최초 검증을 완료해야 한다. 선종 및 크기에 따른 감축률은 원칙상 EEDI 감축률 2단계(20%)에 기반하지만, 유조선 및 벌크선에 대해서는 대형선박 범위(20,000 DWT 이상)를 추가하여, 해당 선박들에 대하여 기존 규제보다 각 5%씩 완화된 EEXI 감축률을 적용하였고, 소형 컨테이너 선박 및 Ro-Ro 선박들에 대해서는 EEXI 감축률을 하향 조정하였다(표 11).

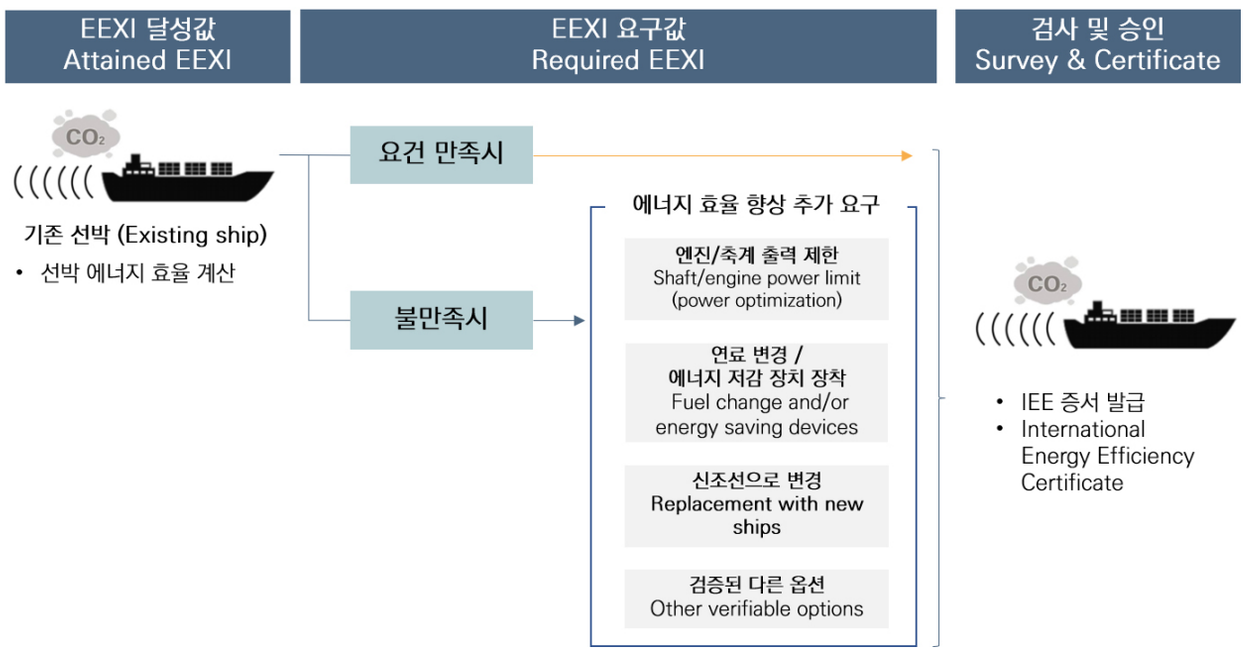
표 11. EEXI 단계별 선종별 감축률

선종	크기(DWT)	감축률	선종	크기(DWT)	감축률
산적화물선	200,000 이상	15	일반화물선	15,000 이상	30
	20,000 이상	20		3,000-15,000	0-30*
	10,000-20,000	0-20*	냉동운반선	5,000 이상	15
가스운반선	15,000 이상	30		3,000-5,000	0-15*
	10,000-15,000	20	겸용선	20,000 이상	20
	2,000-10,000	0-20*		4,000-20,000	0-20*
탱커	200,000 이상	15	LNG 운반선	10,000 이상	30
	20,000 이상	20	로로 화물선 (차량 운반선)	10,000 이상	15
	4,000-20,000	0-20*	로로 화물선	2,000 이상	5
컨테이너선	200,000 이상	50		1,000-2,000	0-5*
	120,000-200,000	45	로로 여객선	1,000 이상	5
	80,000-120,000	35		250-1,000	0-5*
	40,000-80,000	30	비전통방식을 가진 크루즈여객선(GT)	85,000 이상	30
	15,000-40,000	20		25,000-85,000	0-30*
	10,000-15,000	0-20*			

* 선박 크기에 따라 두 값 사이의 감축 계수를 선형적으로 계산해야 한다. 선박의 크기가 작을수록 낮은 감축계수 값을 적용해야 한다.

EEXI의 기준선 및 계산방식은 EEDI와 동일하며, 대상선박은 EEXI 요구값(Required EEXI)보다 낮은 EEXI 달성값(Attained EEXI)을 획득해야 한다. 하지만 단계적 감축률이 제시된 EEDI와 달리 1회성 감축률을 적용하며, 관련 규제에서 요구하는 EEXI 달성을 검증한 후, 선박 검사 완료 시 국제 에너지 효율증서(IEEC)가 교부된다.

그림 14. EEXI의 구조



출처: ISWG-GHG 6/2/3, 저자 재구성

❷ CII(탄소집약도 지수, Carbon Intensity Indicator)

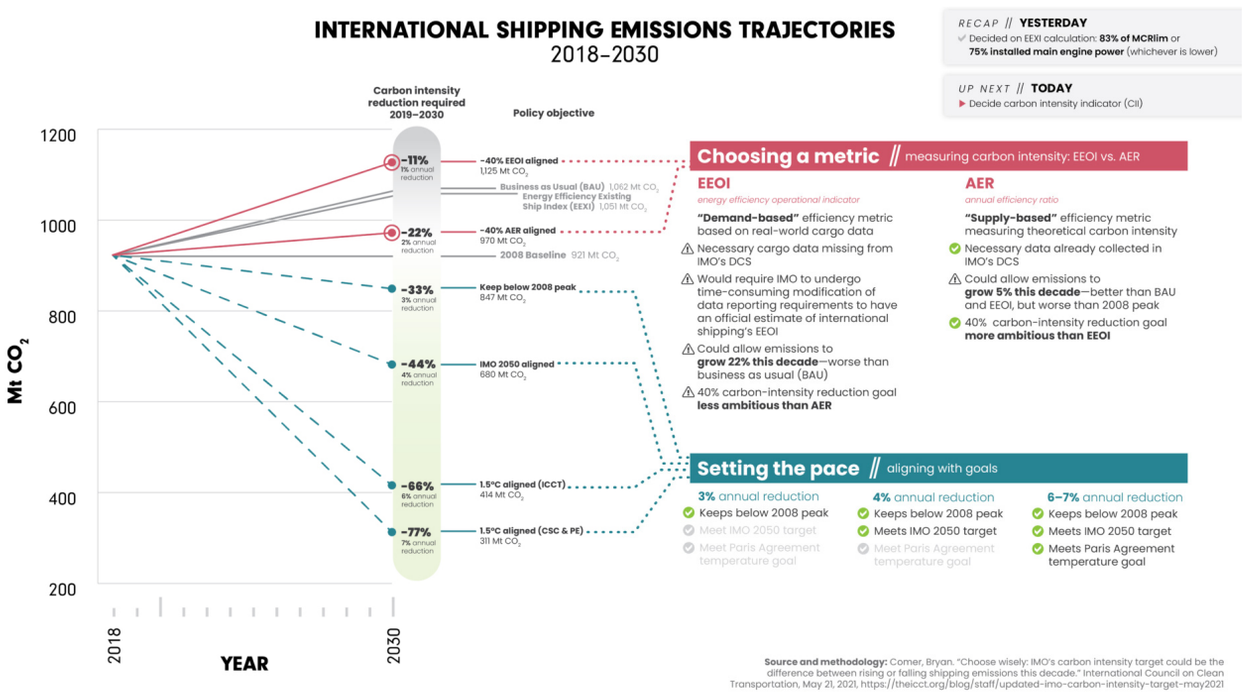
현존선의 에너지 효율을 위한 기술적 규제인 EEXI 논의와 동시에 운항적 규제인 CII에 대해서도 활발한 논의가 진행 중에 있다. ISWG GHG 6차('19년 11월) 및 7차 회의('20년 3월)에서 덴마크, 프랑스, 독일(ISWG-GHG 7/2/27)과 중국(ISWG-GHG 7/2/21 및 7/2/30)은 AER(Annual Efficiency Ratio) 또는 EEOI와 같은 지표를 활용하여 CII를 단계적으로 강화하는 동시에 CII 등급제를 도입하는 메커니즘을 제안하였다. 해당 논의는 ISWG GHG 8차 및 MEPC 76차 회의('21년 6월)를 거쳐 EEXI 및 CII 요건의 이행을 지원하기 위한 표 12의 7가지 지침서 채택으로 이어졌다.

표 12. EEXI 및 CII 요건 이행을 위한 7가지 지침서

No.	결의서	제목(한글)	제목(영문)
1	MEPC.332(76)	Attained EEXI 계산방법에 관한 2021 지침서	Guidelines on the method of calculation of the attained Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI)
2	MEPC.333(76)	Attained EEXI의 검사 및 증서발급에 관한 2021 지침서	Guidelines on survey and certification of the Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI)
3	MEPC.334(76)	보존출력 사용 및 EEXI 요건의 만족을 위한 축/기관 출력제한 시스템에 관한 2021 지침서	Guidelines on the shaft/engine power limitation system to comply with the EEXI requirements and use of a power reserve
4	MEPC.335(76)	운항적 탄소집약도 지표 및 계산방법에 관한 2021 지침서	Guidelines on operational carbon intensity indicators and the calculation methods (CII Guidelines, G1)
5	MEPC.336(76)	운항적 탄소집약도 지표의 사용에 대한 기준선 2021 지침서	Guidelines on the reference lines for use with operational carbon intensity indicators (CII reference lines guidelines, G2)
6	MEPC.337(76)	기준선 대비 운항적 탄소집약도 감축률에 대한 2021 지침서	Guidelines on the operational carbon intensity reduction factors relative to reference lines (CII reduction factor guidelines, G3)
7	MEPC.338(76)	선박의 운항적 탄소집약도 등급에 대한 2021 지침서	Guidelines on the operational carbon intensity rating of ships (CII rating guidelines, G4)

ISWG-GHG 8차 회의('21년 6월)에서는 2008년의 선박 운항 데이터가 제한적인 점을 고려하여, DCS로 수집된 2019년 선종별 데이터를 바탕으로 2019년 기준선을 개발하였으며, 2019년부터 2030년까지의 추가 온실가스 감축률 및 개별선박에 대한 CII 연간 감축률을 결정하였다. 우리나라와 주요 해운 국가는 산업계의 부정적인 영향을 우려하여 낮은 감축률(10%)을 지지하였으나, 유럽 및 군소 도서 국가 등 많은 회원국은 지구온난화 속도와 파리협약의 충실한 이행을 위해 제출된 의제 문서의 감축률(AER 기준 18%, 또는 EEOI 기준 8.2%)보다 훨씬 강화된 50% 이상의 추가 개선을 주장하였다(그림 15). 결과적으로 의장의 중재에 따라 개별선박 CII 감축률은 2026년까지 총 11%로, 2020년부터 2022년까지 연간 1%, 2023년부터 2026년까지 연간 2%, 2027년부터 2030년까지의 개선율은 IMO 단기조치(CII 및 EEXI)의 효과적 이행이 검토되는 2026년 이후 논의하여 결정하기로 하였으나, 해당 논의 결과에 대해 높은 감축률을 주장하는 국가들의 강력한 반발로 2027년부터 적용될 감축률은 지금보다 강화할 것(be further strengthened)이라는 내용이 결의서에 명시되었다(MEPC.337(76)).

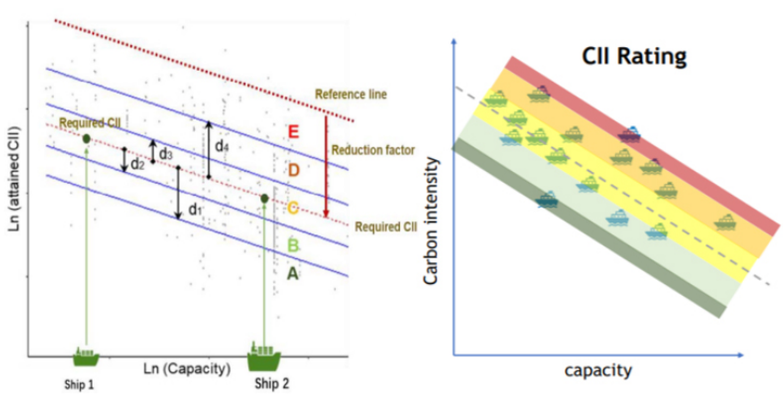
그림 15. 국제 해운 배출 감축률에 대한 다양한 제안



출처: Comer, Bryan 등, 2021

이에 따라, CII 규제가 2023년부터 적용되는 경우, 각 선박들은 2023년에 2019년 대비 5%의 운항 효율을 개선해야 하는 어려움이 있을 것으로 판단된다.

그림 16. 탄소 집약도지수 기준선과 감축율



Year	감축율 (2019년 대비)
2023	5%
2024	7%
2025	9%
2026	11%
2027	-(TBD)
2028	-(TBD)
2029	-(TBD)
2030	-(TBD)

매 역년(calendar year)이 끝난 후, 운항 중인 총 톤수 5,000 톤 이상의 선박은 해당 역년의 1월 1일에서 12월 31일까지의 12개월에 대한 연간운항 CII 확보값을 계산해야 한다. 따라서, 선주는 MARPOL 부속서 6장, 21A 규칙(연료소모량 데이터에 관한 수집 및 보고)에 따라 제출된 DCS 데이터를 활용하여 CII 확보값을 계산하고 주관청에 제출해야 하며, 주관청은 연간 운항에 대한 CII 확보값을 검증한 후 A부터 E까지의 등급을 결정하여 적합확인서(SoC; Statement of Compliance)를 발급해야 한다. 이에 따라, 3년 연속 D 등급 또는 단년도 E 등급을 받은 선박은 시정조치(Corrective actions) 수립을 요구받는다.

또한, CII 규제는 SEEMP에 반영되어, 2023년 1월 1일 이전까지 SEEMP에는 연간 운항 CII 확보값 계산 방법, 향후 3년간 CII 달성 방안에 대한 이행 계획서 및 자기평가(Self-evaluation) 및 개선 절차가 포함되어야 한다. 또한, 향후 3년 연속 D 등급 또는 단년도 E 등급을 받은 선박들은 연간 운항 CII 달성값 확보를 위한 시정조치를 포함하여 SEEMP를 개정하고 주관청에 다시 제출해야 하며, 주관청은 적합확인서(CoC)를 재발급해야 한다. 하지만, 이러한 경우에도 해당 년도에 받은 등급은 변경되지 않는다.

따라서, 신조선 및 현존선 온실가스 관련 규제의 타임라인은 다음 그림과 같다. EEXI 및 CII가 적용되는 2023년 이전에 선주는 SEEMP를 작성 및 제출하여 CoC를, 선박검사를 통해 IEEC를 각각 발급받아야 하며, 2023년 1년간 DCS 데이터를 수집하여 CII 달성값을 계산 및 보고해야 한다. 또한, 주관청은 2023년 이전에 선주로부터 제출받은 SEEMP를 승인하고 CoC를 발급하고, 2024년 5월 말까지 CII 달성값을 검증하고 A에서 E까지의 등급을 산정하여 선주에게 SoC를 발급해야 하며, IMO에 수집한 선박별 DCS 데이터를 제출해야 한다.

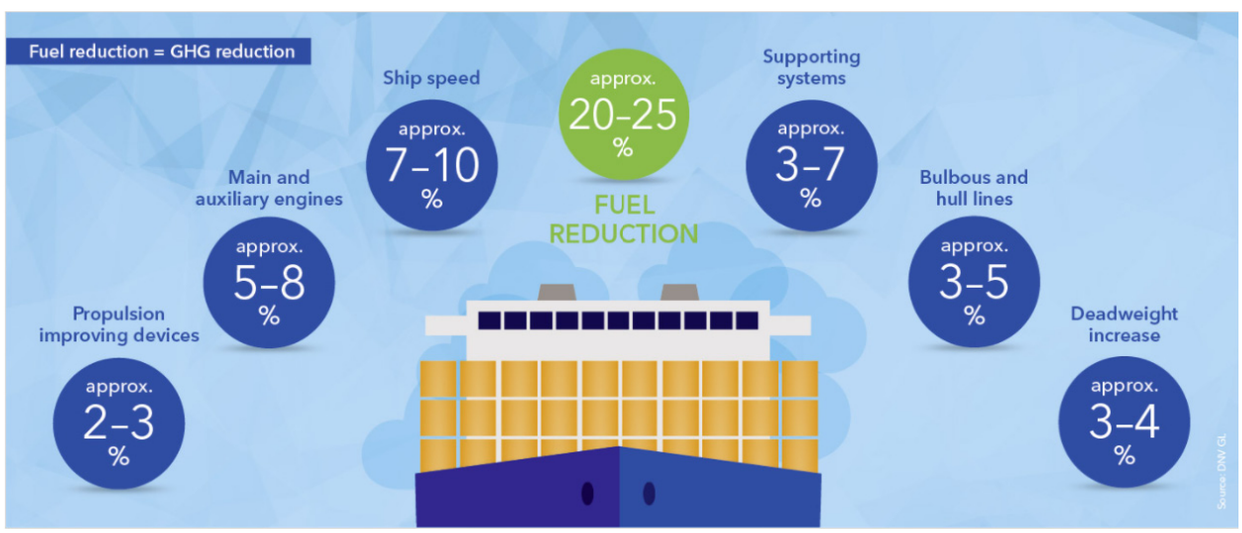
그림 17. 선박 온실가스 규제 타임라인



3 대체 연료 관련 논의 경과

선박으로부터 배출되는 탄소 배출량을 저감하기 위해서 해운업계는 주로 선박 대형화, 선형 및 추진 장치 효율화와 같은 기술적 조치와 저속 운항을 통해 대응해 왔다. 특히, 선박의 연료 소모량은 선박의 운항 속도가 증가함에 따라 급격히 증가하므로, 저속 운항은 가장 대표적인 이산화탄소 저감 수단 중 하나이다. 강화되는 환경규제에 따라 선박에 대한 이러한 기술적 및 운항적 조치는 계속해서 적용될 것으로 판단되나, 이미 많은 기술적 조치들이 적용되고 있으며 지나친 저속 운항은 투자 비용 증가 및 엔진 부하에 따른 악영향으로 추후 더 이상의 선박 온실가스 저감 기대량은 높지 않다(CCC 7/INF. 7).

그림 18. 탄소배출량 저감 기술별 감축량 추정



출처: DNV GL, 2020

따라서, IMO 선박 온실가스 감축을 위한 초기전략에 포함된 목표 수준을 만족하기 위해서는 이산화탄소 배출량이 적은 저탄소 및 무탄소 대체 연료의 도입은 필수적이다. IMO에서는 온실가스 감축 초기 전략의 단기·중기·장기조치에서 저탄소 및 무탄소 대체연료 공급 기반을 구축하고, 혁신 연구개발을 독려하며, 다양한 이행 프로그램을 개발하여 금세기 후반 해운의 탈탄소화를 위해 탈화석 연료 개발을 추진하고 있다. 대표적으로, IMO는 2021년 2월 저탄소 및 무탄소 대체연료 심포지엄을 시작으로, NextGEN 프로젝트[8], IMO-UNEP 무·저탄소 혁신 포럼, 글로벌 해양기술협력센터 네트워크(GMN

8) 싱가폴과 IMO의 협력 프로그램으로, 해운 부문 탈탄소 이니셔티브 촉진을 목표로, 글로벌 해운 커뮤니티와 해양 가치 사슬 전반에 걸쳐 다양한 탈탄소화 이니셔티브에 관한 정보 공유를 용이하게 하여 협업과 격차 해소를 촉진

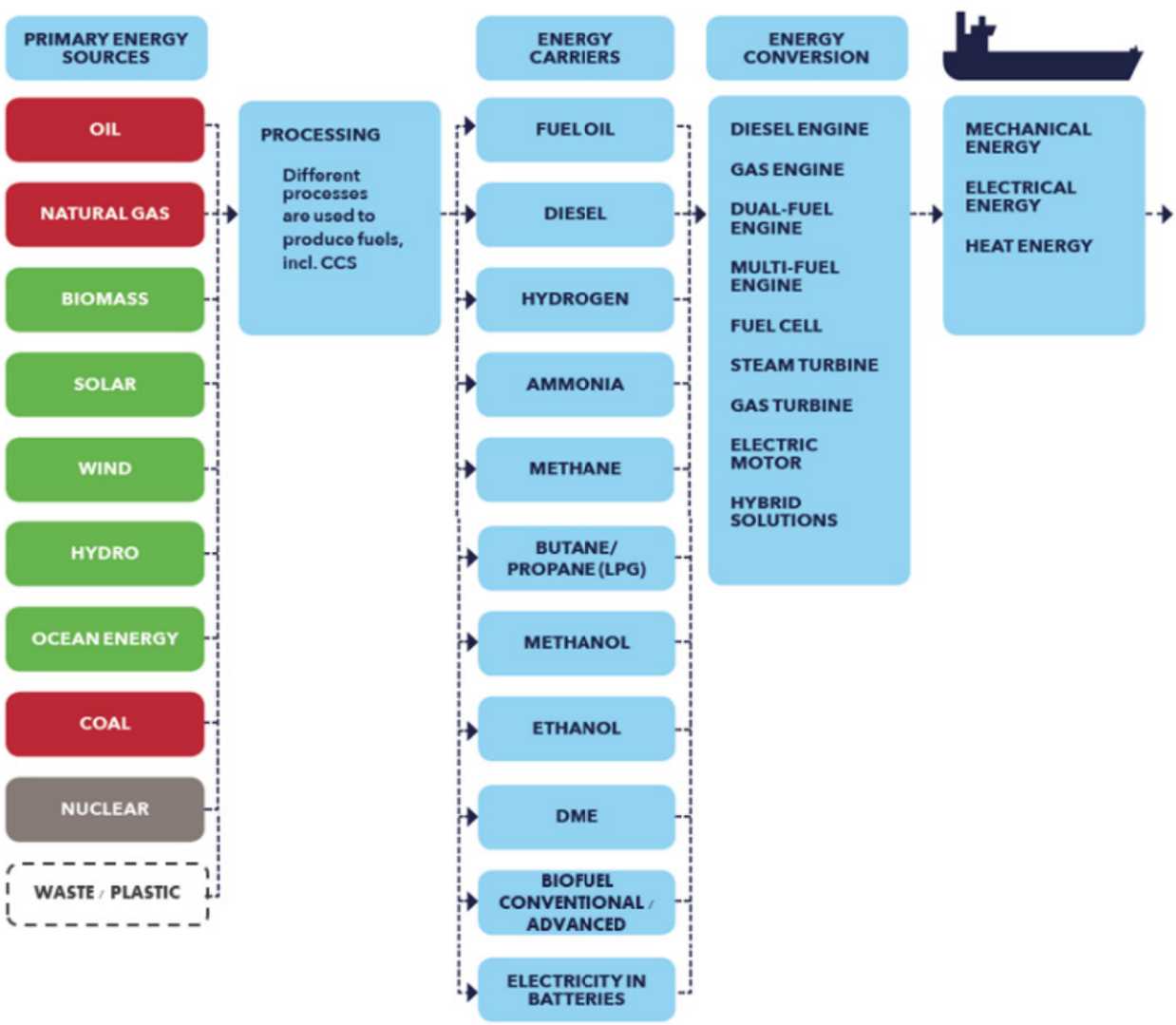
MTCC) 프로젝트[9], 저탄소 해운을 지원하는 글로벌 산업 연합(GIA; Global Industry Alliance)[10], GreenVoyage2050 프로젝트[11] 등을 실시하고 있다.

또한, 단기조치로서 제안된 연료의 메탄 및 휘발성 유기화합물(VOCs; Volatile Organic Compounds)에 대한 규제 착수와 전과정 평가(LCA; Life Cycle Assessment)의 도입은 ISWG-GHG 9차 회의('21년 9월)에서 주요 의제로 다뤄질 예정으로, 이를 통해 이산화탄소 외의 온실가스 물질 감축과 규제, 연료의 생산부터 소비단계를 고려한 친환경적 연료 사용을 독려할 수 있다.

대체 연료 소개에 앞서, 다양한 에너지원과 운반체 및 추진 시스템(에너지 변환기)을 구분해야 한다. 에너지원에는 기존 화석연료, 바이오매스(Biomass), 태양열·풍력·수력·파력 등의 재생에너지, 원자력, 폐기물이 있으며, 적절한 가공과 처리를 거쳐 우리가 흔히 알고 있는 연료유와 디젤, 저탄소·무탄소 연료로 구분되는 수소, 암모니아, 메탄, 메탄올, 배터리의 전기 등이 생성된다. 이들은 추진 시스템에 작용할 수 있는 에너지 운반체로 구분되며, 운동·전기·열 에너지로 변환되어 선박에 활용된다. 추진 시스템의 종류에는 스팀 터빈, 연소 엔진, 연료전지, 전기 모터 등이 있다.

9) 해운업계의 기후변화 완화를 위한 역량 구축을 통해 개발도상국 및 군소도서국을 대상으로 기술지원, 역량강화 및 기술협력을 촉진
10) GEF-UNDP-IMO GloMEEP 프로젝트 아래 공공-민간 파트너쉽 이니셔티브를 통해, 업계 리더들과 논의하여 에너지효율기술 및 운영조치의 수행에 대한 일반적인 장벽을 공동으로 식별 및 개발하여 저탄소 해상 운송 시스템을 지원
11) 노르웨이와 IMO간 파트너십 프로젝트로, 해운산업을 저탄소 미래로 변화시키는 것을 목표로 하여, 군소도서국 및 최빈국의 IMO GHG 초기전략 이행을 지원

그림 19. 연료의 에너지원, 에너지 운반체 및 추진 시스템의 구성



출처: DNV GL, 2019

(1) 대체 연료

현재의 기술 성숙도에서 무탄소 연료로의 즉각적인 교체는 불가능하기 때문에, 2020년 황산화물(SOX) 규제 대응과 미세먼지 및 이산화탄소 저감이 가능한 저탄소 연료인 LNG(Liquefied Natural Gas)가 과도기적 연료로 주목받고 있다. LNG 연료는 LNG 추진선 또는 운반선에 이미 사용하고 있어 관련 경험 축적과 함께 기술 성숙도가 높으며, 전 세계적 매장량이 풍부하고 벙커링 인프라 시설이 점차 증가하는 추세로 안정적인 공급이 가능하다는 장점이 있다(CCC 7/INF. 7). 하지만, LNG는 본질적으

로 화석연료이며 이산화탄소 발생량은 적지만 지구온난화 지수(GWP; Global Warming Potential)가 이산화탄소 대비 28배인 메탄이 배출됨으로써 온실가스 감축 효과를 일부 상쇄할 수 있어 향후 IMO 차원의 메탄 규제가 예상된다.

반면, 메탄올(Methanol)은 그간 생산단가가 높고 질소산화물(NOX)을 배출한다는 이유로 선박 연료로 주목받지 못했으나, 오늘날 메탄올의 주원료인 천연가스 생산량이 증대되고 질소산화물 감축 기술이 개발되면서 LNG 연료를 이을 차세대 선박 연료로 떠오르고 있다. 특히, 높은 압력과 극저온이 요구되는 LNG와 비교해 상온 및 상압에서도 저장과 운송이 용이하고 기존 인프라 활용이 가능하여 경제적인 장점이 있으며, 메탄올 운송의 오랜 역사로 취급 및 운영에 익숙하고, 해양에 배출되더라도 물에 빠르게 녹아 해양 오염을 유발하지 않는다(해양수산부, 2021). 최근 IMO에서는 향후 수요에 대비하여 2020년 12월 "메탄올·에탄올 연료 추진 선박 임시 안전 지침"을 마련하였으며, 국제적으로 메탄올 선박 발주가 증가하고 있다.

무탄소 연료, 또는 탄소 중립 연료는 연료 생산 및 소비 과정에서의 탄소 배출총량이 '0'인 연료를 의미하며, 대표적으로 차세대 바이오 연료, 수소 및 암모니아가 알려져 있다.

바이오 연료는 목재, 농작물 및 폐자재와 같은 물질에서 추출되는 고체, 가스 또는 액체 형태의 연료로 이산화탄소 배출량이 매우 적다. 바이오 연료는 기존 연료유 또는 LNG 추진방식과 호환이 가능하며, 기존 연료유와 혼합하여 사용 가능하기 때문에, 공급단가 등 경제성이 확보될 경우 기술적으로 즉시 사용 가능한 연료이다. 하지만, 지금까지의 바이오 연료는 야자, 대두 및 유채와 같은 식물성 연료로 식량 부족, 곡물 가격 상승 초래, 농지개간 및 산림파괴 문제 등 식량 안보 문제를 가지고 있어 지속가능성 관점에서 바람직하지 않다. 차세대 바이오 연료의 원료로 바이오매스 및 폐기물 같은 비식용 작물 또는 해양 조류와 같은 생물을 이용하는 연구가 진행 중이지만, 아직 개발단계로 실선 적용에 다소 시간이 소요될 것으로 예상된다(ITF, 2018).

수소는 메탄 개질, 부생 수소, 물 전기분해 및 천연가스와 이산화탄소 포집 시설 활용 등 다양한 방법으로 생산 가능하며, 연료전지, 기존 디젤연료와 혼합, 직접 연소 등 다양한 기법으로 사용할 수 있다. 특히, 태양광, 풍력 및 수력 등 재생 가능한 전력을 사용하여 전기분해로 수소를 생성한 경우, 중유와 비교하여 약 10배 가량 이산화탄소 발생을 줄일 수 있으며, 수소와 중유를 혼합하여 사용할 경우, 이산화탄소 배출량을 1톤당 최대 43%까지 절감할 수 있다(ITF, 2018). 수소의 장점은 질량 당 에너지 밀도가 높은 것 이지만, 체적 당 에너지 밀도가 낮고 액화 시 극저온 저장이 필요하여 운송 효율과 기술적 한계를 극복하기 위한 연구개발에 박차를 가하고 있다.

암모니아는 연료전지 또는 직접 연소로 사용할 수 있는 수소 운반체로, 탄소 원자를 포함하지 않는다. 암모니아는 수소와 비교하여 액화 시 부피가 작으며 극저온 저장이 요구되지 않아 운송 및 저장이 효과적인 경제적 이점이 있다. Bicer(2018)의 전과정 평가 연구에 따르면, 암모니아를 디젤연료와 이중연료로 사용할 경우 이산화탄소 배출량을 27% 감축할 수 있으며, 풍력에너지를 통해 생산된 암모니아와 디젤연료를 1:1 혼합한 경우 최대 34.5%까지 감축시킬 수 있다. 특히, 암모니아의 장점은 고온과 촉매를 사용하여 수소와 질소를 변환하는 하버-보슈법으로 대량생산이 용이하고, 전 세계적으로 거래량이 많아 이미 상당한 운송 인프라가 구축되어 있는 점이다(ITF, 2018).

하지만, 이러한 모든 대체 연료들은 기존의 디젤연료와 비교하면 상대적으로 큰 탱크 크기가 요구되며, 가장 작은 탱크가 요구되는 메탄올의 경우 2.3배에서 수소는 7.6배에 달해, 컨테이너선 등에서는 적용 시 경제성에 대한 검토가 필요하다.

이외에도, 충전된 전기를 이용하는 배터리 전기추진 시스템은 기존 내연기관과 비교하여 육상의 값싼 전력을 사용하고 추진 시스템이 간단하여 연료비 및 유지 보수비 절감 효과가 있으며, 온실가스도 감축시킬 수 있다. 또한, 주기관 배제로 기관실 용적이 감소하여 화물적재량이 증가하며 저진동, 저소음의 효과가 있다. 하지만, 정박 중 배터리를 충전하기 위해 육상용 전원충전설비를 반드시 설치해야 하고, 배터리 및 기타 선박 건조에 필요한 초기 투자비용이 높으며, 배터리 용량과 크기 문제로 장거리 운항이 불가능한 단점이 있다. 따라서, 전기추진은 연안 및 단거리 운항에서 주로 사용되며, 배터리와 발전기를 복합 동력원으로 사용하는 하이브리드 형태의 연구 개발이 활발히 이루어지고 있다(김종립, 2019).

표 13. 국제해운에서 사용가능한 대체연료 특성

연료	LNG	메탄올	바이오 연료	수소	암모니아
온실가스 감축효과	20.4%	0-100%, 연료 생산과정에 따라 감축량이 결정			
생산	천연가스, 유기성 물질의 메탄가스	천연가스와 촉매반응	목재, 농작물 및 폐자재에서 추출(기존 연료와 혼합 사용)	메탄 개질, 부생 수소 및 재생에너지 이용한 수전해	수소로 합성 가능
수급	전 세계적으로 매장량 풍부	전 세계적으로 매장량 풍부	식량 부족, 곡물 가격 상승 초래 및 농지개간 또는 산림파괴 문제	우주 질량의 75%	대량생산 용이 (하버-보슈법)

저장/운송	-162도에서 액화하지만, 저장 및 운송 기술 확보 (BOG 활용 방안 등)	상온, 상압 보관 가능	상온·상압 보관 연료 계통 시스템 및 저장 탱크 기존과 거의 동일	저장 및 운송 과정 에너지 손실 과다	저장 및 운송 용이/경제적
질량당 에너지 (MGO=42.8)	55.6	19.9	42.2	120	18.6
부피당 에너지 (MGO=36.6)	25	15.8	33	8.5	12.7
액화 (보관)온도	-162도	65도	315도	-253도 (에너지 소모 심각)	-34도(압력 1) 20도(압력10)
연료탱크 규모 (MGO=1)	2.3배	2.3배	1배	액화 시 7.6배	액화 시 4.1배
선박에서의 사용	상용화 완료	상용화 완료	상용화 완료	연구개발 필요	연구개발 필요
경제성	기존 LNG 인프라 사용	생산공정에 필요한 이산화탄소 포집시 과도한 비용	초기 투자 적고, 현재 선박의 기존 엔진 사용 가능	운송과정에서 과도한 비용	타 탄소중립연료 대비 우수

(2) 대체연료의 전과정 평가(LCA)

LCA(Life Cycle Assessment, 전과정평가)란 제품 또는 시스템의 전과정 즉, 원료 생산 및 가공, 제조, 수송, 유통, 사용, 재활용, 폐기물 관리 과정 동안에 소모되고 배출되는 에너지 및 물질의 양을 정량화하여, 이와 관련된 잠재적 환경영향을 총체적으로 평가하는 환경영향 평가기법이다. 해당 기법은 ISO 14040 시리즈[12]에 기술적 근간을 두고 국제적으로 표준화되어 있으며, 목적 및 범위 정의, 목록 분석, 영향 평가 및 해석의 4단계로 구성된다. 이러한 전과정평가 기법은 전 세계적으로 다양한 산업계에서 친환경 제품개발 및 환경 비용 절감에 활용되고 있다.

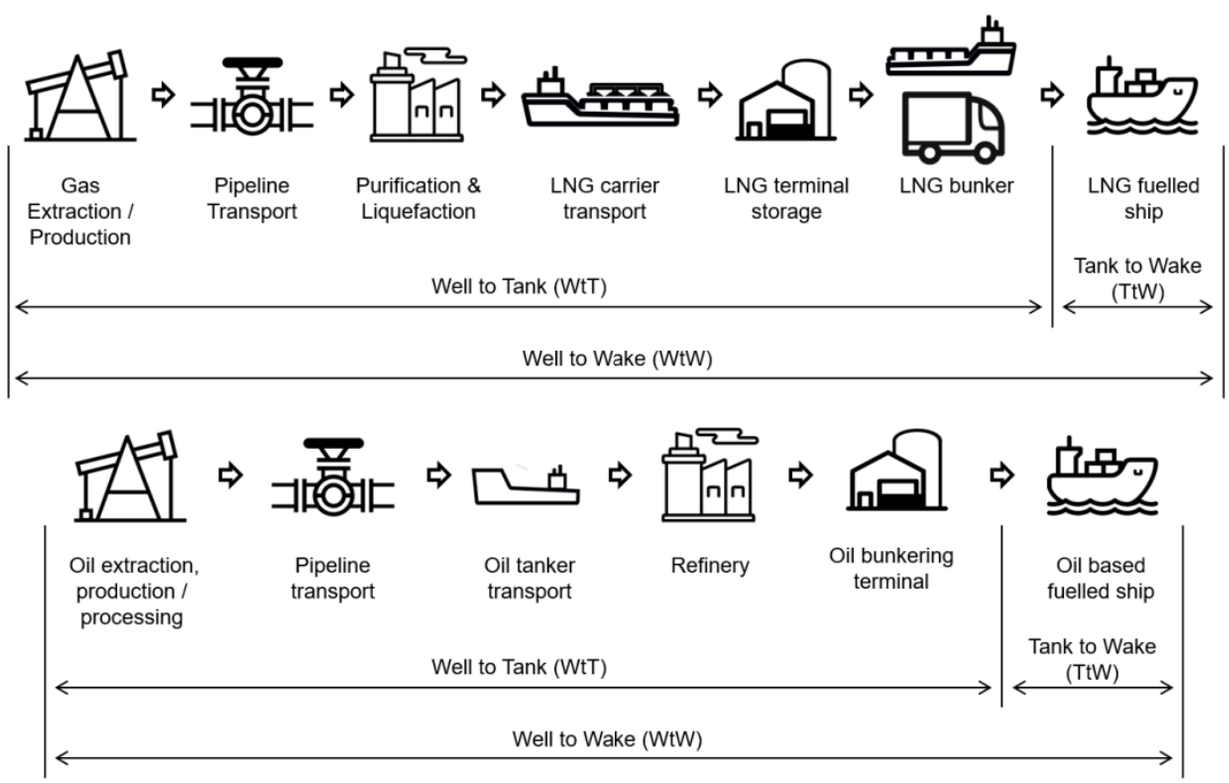
최근 IMO에서는 대체연료의 도입을 촉진하고 각 연료의 생산과정을 고려하여 온실가스 감축효과를 결정하기 위해 선박 연료에 전과정 분석 기법을 도입하는 방안을 논의하고 있으며, MEPC 3차 회의('18년 10월)에서 IMO 초기전략의 단기조치 '선박 연료 GHG/탄소집약도 전과정 지침서 개발'이 채택되며 해당 논의가 본격화되었다. 이어 ISWG-GHG 5차 회의('19년 5월)에서는 전과정 지침서 개발 시 고려해야 할 사항에 대한 문서들이 제출되었으나 세부 사항에 대해 논의하지 않았으며, MEPC 74차 회

12) 국제표준화기구(ISO)의 제207 기술위원회(TC 207)이 검토하는 환경관리 관련 표준군으로, ISO 14041(목적 및 범위 정의, 전과정 목록방법), 14042(전과정 영향 평가 방법), 14043(전과정 해석방법), 14044(환경관리)로 구성됨

의('19년 5월)에서는 저탄소 및 무탄소 연료 활용을 권장하기 위한 구체적 제안 고려를 ISWG-GHG 6과 7차의 작업사항(Terms of Reference, ToR)로 위임하였다.

해당 기법이 선박 연료유에 적용되는 경우, 연료유의 추출, 정제, 수송단계를 포괄하는 "Well to Tank", 선박의 연료탱크에서 사용까지를 포함하는 "Tank to Wake"의 두 가지 단계로 구분된다(그림 20). 기존 IMO에서 "Tank to Wake"에서 발생하는 이산화탄소만을 규제했다면, 최근에는 생산 및 운송단계에서 발생하는 이산화탄소 뿐만 아니라, 아산화질소, 메탄 등의 온실가스를 규제 대상으로 논의하고 있으며, 탄소중립 연료들의 연료 생산과정을 고려한 온실가스 감축효과를 논의할 것으로 보인다. 이를 통해 연료의 전과정 관점에서 온실가스 배출 감축에 도움이 되지 않는 연료를 식별하는 것은 물론이며, 이해 당사자에게 연료의 온실가스 배출 및 탄소집약도에 대한 명확한 이해를 제공할 수 있다.

그림 20. 선박 연료유(LNG & Oil)의 전과정평가 단계



출처: 황상수 등, 2019

ISWG-GHG 6차 회의('19년 11월)에서는 IPCC 지침 및 원칙을 고려해야 함과 동시에 LCA의 우선순위가 "Tank to Wake" 임에 다수 회원국이 지지하였으나, 대체연료의 지속가능성을 평가하기 위해

"Well to Wake" 배출량을 고려해야 한다는 것에 공감대를 형성하였다. 또한, 전과정평가 지침 개발을 위해 별도의 작업 필요성에 공감하여 작업계획으로 "Tank to Wake" 계수 개발, 육상과의 중복 산정, "Well to Wake"의 평가 방안 등이 논의되었으며, 전과정 GHG/탄소집약도 지침 초안을 차기 회의에 제출할 것을 요청하였다. ISWG-GHG 7차 회의('20년 10월)에서는 우리나라, 노르웨이 등에서 공동 제출한 지침서 초안(ISWG-GHG 7/5/8)을 포함하여 다수의 관련 문서들이 제출되었으나, 코로나19로 인한 원격회의 전환과 한정된 회의시간으로 해당 의제를 논의하지 못했다. 이에 따라, MEPC 76차 회의('21년 6월)에서 ISWG-GHG 9차('21년 9월 예정)의 ToR로 "선박 연료 전과정평가 가이드라인"과 "메탄슬립(Methane Slip) 및 VOCs 저감 논의"를 위임하였으며, 회기간 작업반에서 본격적으로 지침서와 규제방안이 논의될 것으로 예상된다.

KMC
Korea Center for International
Maritime Safety Cooperation

선박 온실가스 감축에 대한
국제해사 정책동향

Ⅳ

국내 주요 대응 및 정책 동향



1. 국내 대응 현황
2. 국내 정책 동향

IV. 국내 주요 대응 및 정책 동향

1 국내 대응 현황

우리나라는 1962년 IMO에 가입한 후, 1984년 7월 MARPOL 협약을 비준하였으며, 1991년 지역을 대표하는 C그룹 이사국에 진출하여 5회 연임하였고, 이를 바탕으로 2001년에는 IMO의 주요 정책을 결정하는 최상위 A그룹 이사국으로 선출되어 10회 연임하여 활동해 오고 있다. 또한, 2021년 8월에는 선박 온실가스 감축, 자율운항선박 도입 등 급변하는 조선·해양 패러다임에 대응하기 위해 주영국 한국대사관에 IMO 대표부(주영국 대한민국대사관 겸 국제해사기구 대한민국대표부)를 신설하였다.

우리나라에서는 매년 약 20-30여 명의 대표단(정부 및 민간자문단)이 MEPC 회의에 참여하고 있으며, 매 회의마다 다양한 의제에 대한 문서를 제출하며 적극적인 IMO 대응 활동을 수행하고 있다. 특히, 선박으로부터의 온실가스에 대한 규제 EEDI가 시작된 2012년을 전후로 조선 강국의 기술력을 바탕으로 EEDI 계산식 개선, LNG 운반선의 메탄 배출, CCS 기술 등에 대해 다양한 의제를 제출해왔으며(표 13), 최근에는 ISWG-GHG 회의에서 LCA와 관련한 가이드라인 초안을 공동 제출하고, 지속적으로 LCA의 “Well to Tank” 계수 산정에 대한 문서와 의견을 피력해왔다.

MEPC 회의 외에도, 대체연료 운송을 위한 IGC 코드[13], 대체연료를 사용하기 위한 IGF 코드[14]가 화물 및 컨테이너운송 전문위원회(CCC; Sub-Committee on Carriage of Cargoes and Containers) 및 해사안전위원회(MSC; Maritime Safety Committee)에서 논의되고 있다. 특히, 우리나라 국내기업에서 독자 개발한 선박 LNG 탱크용 신소재 ‘극저온용 고망간강’은 대체연료 운송과 관련한 주요 성과 중 하나로, CCC 2차 회의(’15년 9월)에서 우리나라가 IGC 코드 개정을 직접 제안하였으며, MSC 100차 회의(’18년 12월)에서 잠정지침이 승인된 데 이어, 2022년 IGC 코드 개정에 반영을 위해 CCC 및 MSC 회의에서 적극적으로 대응하고 있다(KMC, 2020). 현재 ‘극저온용 고망간강’은 자재 다변화 및 암모니아, 수소를 포괄해서 사용하도록 강재 개발 연구가 이어지고 있으며, 국내 유수 기술을 국제화한 우수사례로 참고되고 있다.

13) 액화 가스 산적 운반선의 건조 및 설비에 관한 국제코드로 1983년 6월 채택되어 1986년 7월 1일 발효됨
14) 가스 또는 저인화점 연료를 사용하는 선박에 관한 국제코드로 2015년 6월 채택되어 2017년 1월 1일 발효됨

또한, 대체연료로서 LPG를 사용하기 위해 우리나라는 CCC 6차 회의('19년 9월)에서 LPG 추진 선박의 안전규정 초안 및 작업계획 개발을 최초로 제안하였으며, 이에 대한 잠정지침을 개발하기 위해 CCC 7차 회의('21년 9월)에서 논의가 이어질 예정이다. 친환경 연료에 대한 산업계의 관심이 높아짐에 따라 새로운 연료 개발에 대한 기대감 또한 증가하였으며, 향후 IGC/IGF 코드에 있어 더 많은 개정이 이루어 질 것으로 예상된다(KMC, 2020).

표 14. 지난 10년간 MEPC 및 ISWG-GHG에 대한민국이 제출한 GHG 관련 의제문서 (2010-2020)

회의 차수	의제 번호	의제 제목	문서 제목
MEPC 60 (2010)	60/4/18	PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS	EEDI calculation method for LNG carriers with diesel-electric propulsion systems
MEPC 62 (2011)	62/5/24	REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS	Proposal to modify the definition of capacity of container ships for EEDI calculation
	62/5/26		Proposal on the correction factor for power (f_j) and capacity (f_i) for ice-classed ships
	62/INF.8	PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS	Reduction of time for Engine Shop Test and the subsequent economic and environmental effects
MEPC 65 (2013)	65/5/3	REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS	Comments on further impact assessment of the proposed Market-Based Measures for international shipping
	65/4/12	AIR POLLUTION AND ENERGY EFFICIENCY	EEDI calculation for LNG carriers with hybrid propulsion system
	65/4/15		Consideration on ship speed verification method of EEDI
MEPC 67 (2014)	67/INF.12	AIR POLLUTION AND ENERGY EFFICIENCY	Synchronization and Identification of Ship Shaft Power and Speed for Energy Efficiency Design Index Value
	67/5/3	FURTHER TECHNICAL AND OPERATIONAL MEASURES FOR ENHANCING ENERGY EFFICIENCY OF INTERNATIONAL SHIPPING	Proposal for the application of monitoring methods for fuel consumption and CO_2 emissions from international shipping
	67/INF.19		Greenhouse gas emissions monitoring system of Korea Shipowners' Association
MEPC 68 (2015)	68/3/10	AIR POLLUTION AND ENERGY EFFICIENCY	Conditions for exemption from SEEMP requirement in chapter 4 of MARPOL Annex VI
	8/INF.40	REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS	Introduction to the Greenhouse Gas Mitigation Scheme for Ships (Target Management Scheme)

회의 차수	의제 번호	의제 제목	문서 제목
MEPC 70 (2016)	70/5/12	AIR POLLUTION AND ENERGY EFFICIENCY	Draft amendments to chapter 4 of MARPOL Annex VI and draft Exemption Certificate
	70/5/10		Proposal for the review of reduction factors for existing ships which have undergone major conversion
	70/INF.27		Case studies on the reduction rate of EEDI for phase 2 of ro-ro cargo ships
	70/5/26	AIR POLLUTION AND ENERGY EFFICIENCY	Comment on the review of fuel oil availability as required by regulation 14.8 of MARPOL Annex VI – Final report
	70/6/2	FURTHER TECHNICAL AND OPERATIONAL MEASURES FOR ENHANCING THE ENERGY EFFICIENCY OF INTERNATIONAL SHIPPING	Comments on the report of the Correspondence Group on the data collection system for fuel consumption
MEPC 71 (2017)	71/5/11	AIR POLLUTION AND ENERGY EFFICIENCY	Proposal for a review of EEDI reduction factors and case studies on the energy efficiency improvement of existing ships
	71/INF.23	REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS	Methane emission from LNG carriers
	71/7/2		Developing the guiding principles for the comprehensive IMO strategy on reducing GHG emission from ships
MEPC 72 (2018)	72/6/3	FURTHER TECHNICAL AND OPERATIONAL MEASURES FOR ENHANCING THE ENERGY EFFICIENCY OF INTERNATIONAL SHIPPING	Consideration of early submission of SEEMP Part II for assessment
	72/5/10	AIR POLLUTION AND ENERGY EFFICIENCY	Proposal for issuing of an MEPC circular on voluntary early implementation of the amendment to required EEDI for RO-RO cargo and RO-RO passenger ships
MEPC 76 (2021)	76/7/17	REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS	Proposal to reflect onboard CO_2 capture (CO_2 removal) in the EEDI and EEXI frameworks
	76/7/44		Comments on document MEPC 76/7/5
	76/INF.40	ENERGY EFFICIENCY OF SHIPS	Outcome of the research regarding the Interim Guidelines for the calculation of the coefficient f_W for decrease in ship speed in a representative sea condition for trial use
	76/9/3	POLLUTION PREVENTION AND RESPONSE	Proposed modification of the technical requirements for the PAHphe analysis wavelengths of washwater discharge from exhaust gas cleaning systems
	76/5/4	AIR POLLUTION PREVENTION	Comments on document MEPC 76/5/1

회의 차수	의제 번호	의제 제목	문서 제목
ISWG-GHG 3 (2018)	3/2/3	FINALIZATION OF THE DRAFT INITIAL IMO STRATEGY ON REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS	Comments on document ISWG-GHG 3/2 on Indicative suggestions to assist the ISWG in finalizing the draft initial IMO GHG Strategy
ISWG-GHG 5 (2019)	5/4/5	CONSIDERATION OF CONCRETE PROPOSALS ON CANDIDATE SHORT-TERM MEASURES	Consideration on development of the life cycle GHG/carbon intensity guidelines for all types of fuels
	5/4/6		Short-term measures to reduce GHG emissions from ships
ISWG-GHG 6 (2019)	6/5/1	FURTHER CONSIDERATION OF CONCRETE PROPOSALS TO ENCOURAGE THE UPTAKE OF ALTERNATIVE LOW-CARBON AND ZERO-CARBON FUELS, INCLUDING THE DEVELOPMENT OF LIFE CYCLE GHG/CARBON INTENSITY GUIDELINES FOR ALL RELEVANT TYPES OF FUELS AND INCENTIVE SCHEMES, AS APPROPRIATE	Further consideration on development of the lifecycle GHG/carbon intensity guidelines for all types of fuels
ISWG-GHG 7 (2020)	7/5/3		Approaches to be considered in future work on "well-to-propeller" emission information
	7/2/22	FURTHER CONSIDERATION OF CONCRETE PROPOSALS TO IMPROVE THE OPERATIONAL ENERGY EFFICIENCY OF EXISTING SHIPS, WITH A VIEW TO DEVELOPING DRAFT AMENDMENTS TO CHAPTER 4 OF MARPOL ANNEX VI AND ASSOCIATED GUIDELINES, AS APPROPRIATE	Comments on document ISWG-GHG 7/2 on possible regulatory framework on a mandatory goal-based measure to reduce the carbon intensity of international shipping

국내에서는 IMO 등 해사분야 국제활동을 지원하고, 우리나라에 유리한 논의 방향 및 규제 적용을 위해 산업계, 학계, 연구기관 및 정부 부처에서 다양한 연구개발 및 용역 과제를 수행하고 있다. 2012년 선박안전기술공단(現 한국해양교통안전공단)을 IMO 전략대응연구 주관기관으로 선정하였으며, 2014년에는 산재되어 있는 IMO 업무를 통합하여 효율적이고 체계적으로 대응하기 위해 한국해사안전국제협력센터 (KMC; Korea Center for International Maritime Safety Cooperation)를 설립하였다. 또한, 매년 해양수산부에서는 IMO 전략대응 연구용역을 통해 의제문서 개발 및 전략적 회의 대응에 힘쓰고 있으며, 강화되는 선박기인 온실가스 배출규제에 따라, 중장기 로드맵 수립, 정책방향 연구 등 다양한 정책 연구가 수행되고 있다.

우리나라는 우수한 기술력을 바탕으로 2013년 에너지효율 기술 처리 지침(MEPC.1/Circ.815)을 개정하는 의제 문서를 준비하고 있다. 해당 지침에 반영된 기술은 EEDI, EEXI 및 CII 등 기존 IMO 규제

에 반영될 수 있는 근거가 되기 때문에, 우리나라의 신기술 및 혁신 기술을 반영하여 해당 지침이 개정될 경우, 선상 이산화탄소 포집 및 저장(CCS; Carbon capture and storage) 기술 또는 실제로 감축률에 적용되지 못한 우리나라의 기술들이 국제적으로 인정받고 진출할 수 있게 된다. 또한, 대체 연료의 LCA 분석, 암모니아 및 수소 등 대체연료를 안전하게 사용할 수 있는 강재 및 연료 탱크 개발, LPG 운반선 및 연료 공급 시스템 설계, 혼소 연료 관련 기술, LNG 메탄슬립 저감 연구 등 국제 규제를 주도하기 위한 적극적인 연구 개발이 이어지고 있다.

2 국내 정책 동향

(1) 한국판 뉴딜 프로젝트와 탄소 중립 선언

대한민국 정부는 2019년 6월 에너지 전환을 통한 지속 가능한 성장과 국민의 삶의 질 제고를 비전으로 한 제3차 에너지기본계획을 발표하였다. 이를 통해 탄소경제에서 수소경제로의 패러다임 전환을 기반으로, 재생에너지, 수소, 효율연계 산업 등 미래 에너지 산업 육성을 통해 에너지 산업의 글로벌 경쟁력을 강화하고 에너지를 전환하기 위한 기반 확충 과제를 제시하였다(산업통상자원부, 2019).

2020년 7월에는 한국판 뉴딜 프로젝트의 방향이 발표되면서 디지털과 그린의 융복합을 통해 추격형 경제에서 선도형 경제로, 탄소의존 경제에서 저탄소 경제로의 비전이 제시되었으며, 10대 대표과제로 그린 에너지와 친환경 미래 모빌리티가 선정되었다.

이어, 같은 해 10월에는 유럽연합 및 전 세계 70여 개 국가의 탄소 중립[15] 선언과 발맞추어 대한민국은 '2050년 탄소중립'을 선언하였다. 동 선언에서는 '경제구조의 저탄소화', '신유망 저탄소 산업 생태계 조성' 및 '탄소 중립 사회로의 공정전환' 등 3대 정책 방향에 '탄소중립 제도적 기반 강화'를 더한 3+1 전략과, 이에 따른 10대 과제로 '에너지 전환 가속화', '고탄소 산업구조 혁신', '미래모빌리티로 전환', '도시·국토 저탄소화', '신유망산업 육성', '혁신 생태계 저변 구축', '순환경제 활성화', '취약산업·계층 보호', '지역중심의 탄소중립 실현', '탄소중립 사회에 대한 국민인식 제고' 등이 제시되었다(그림 21). 또한, 동 과제를 이행하기 위해 2021년 3월, 탄소중립 기술혁신 추진전략을 확정하여 다음의 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 개발 전략을 제시하였다(표 15).

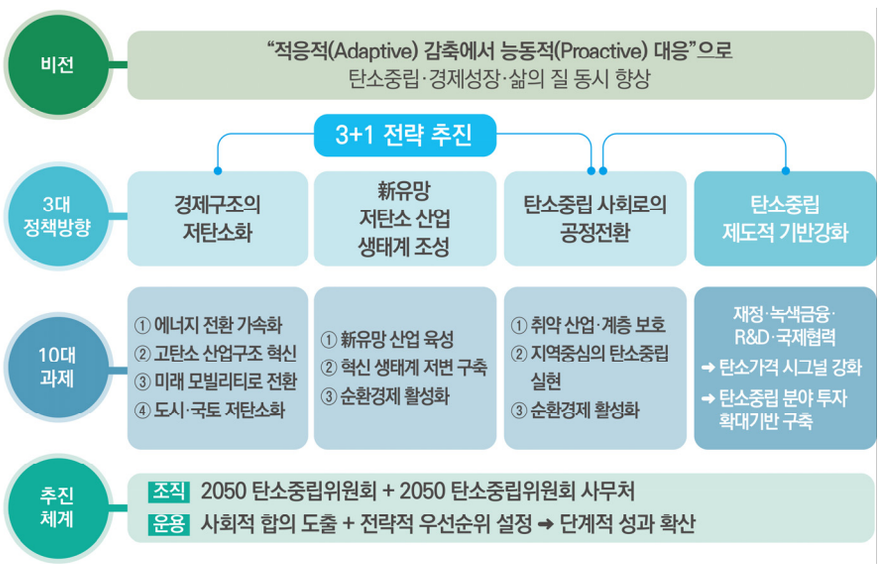
탄소 중립 선언의 추진체계에 제시된 대로, 탄소 중립 정책의 컨트롤 타워 역할을 담당하는 대통령 직속 기구인 2050 탄소중립위원회가 2021년 5월 공식 출범했다. 위원회는 탄소중립에 대한 국가 비전 및 국가 정책, 탄소중립 사회로의 전환을 위한 이행 계획 수립, 탄소중립 이행 계획의 이행 점검 및 실태조사 · 평가에 관한 사항 등을 심의하는 역할을 맡는다.

또한, 지난 2015년 12월 파리협약 채택 이전 UN에 제출한 국가온실가스감축목표(NDC)를 2021년 파리협약의 본격 이행을 앞두고 갱신하자는 합의에 따라, '2030 국가 온실가스 감축 수정 로드맵('18년 7월)', '저탄소 녹색성장 기본법 시행령('19년 12월) 등의 감축 목표 이행을 위한 노력을 바탕으로 국가

15) 인간의 활동에 의한 온실가스 배출을 최대한 줄이고, 남은 온실가스는 흡수(산림 등), 제거(이산화탄소 포집, 저장, 활용 기술)해서 실질적인 배출량이 0(Zero)가 되는 개념

온실가스 감축목표 갱신안을 마련하였다. 이전에 제출한 2030년 배출전망치(BAU) 대비 37% 감축 목표에서 보다 신뢰성이 높고 투명한 관리가 가능한 절대량 방식으로 전환하여 2017년 배출량 대비 24.4% 감축을 2030년 국가 온실가스 감축목표로 확정하였다(환경부, 2020).

그림 21. 2050년 탄소 중립 선언



출처: 환경부, 저자 재구성

표 15. 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 개발 전략

No.	개발 전략	세부 내용
1	탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 개발 전략 제시	• 탄소중립에 핵심적 기여가 가능한 10대 핵심기술 전략적 개발 (① 태양광 및 풍력, ② 수소, ③ 바이오에너지, ④ 철강·시멘트, ⑤ 석유화학, ⑥ 산업공정 고도화, ⑦ 수송 효율, ⑧ 건물 효율, ⑨ 디지털화, ⑩ CCUS)
2	범부처 탄소중립 기술혁신 R&D사업 기획·착수	• 시급한 산업수요 기반 '현장 특화 R&D'와 미래 대비 '중장기 혁신 원천 R&D'의 2-Track으로 '숟주기 함께 달리기' R&D 추진
3	新산업 창출로 이어지는 집중지원 체계 마련	• 출연(연) 100대 사업화 유망기술 지원 및 특구를 통한 신기술 실증 가속화 • 창업 지원 → 공공수요 구매연계 → 녹색 벤처·보증 등 탄소중립 기술기업 숟주기 성장지원 강화
4	민간이 주체가 되는 저탄소화 기술혁신 촉진	• 상용화 촉진 인센티브 발굴 및 표준·인증, 기술규제 적기 마련 • 탄소중립R&D 세액공제 확대 검토 및 기업참여 부담 완화방안 강구
5	기술혁신이 지속되는 연구역량·기반 강화	• 탄소중립 전문인력 양성 강화 및 교육·전시 등을 통한 문화확산 • 기후기술개발촉진법, 기후대응기금 신설 등 안정적 추진기반 마련

(2) 법률 제정 및 추진 과제

친환경선박 패러다임 변화에 대응하기 위해 2018년 12월 '환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률(약칭 친환경선박법)'이 제정되었으며, 2020년 1월부터 시행되고 있다. 친환경선박법은 친환경 선박의 개발 및 보급을 촉진하기 위한 종합적인 계획 및 시책을 수립하고 추진함으로써 조선·해운 산업의 지속적인 발전과 깨끗한 해양환경 조성을 도모하여 국가 경제에 이바지하는 것을 목적으로 하며, 국가 기본·시행 계획 수립, 정책협의회 운영, 기술개발 지원시책, 친환경 연료 생산 및 친환경 선박 전환 지원, 관공선 친환경 의무화 등이 포함된다.

동 법 제3조 제1항에 따라, 산업통상자원부와 해양수산부는 친환경 선박의 개발 및 보급을 촉진하기 위해 5년마다 기본계획을 공동 수립해야 하며, 이에 따라, 제1차 기본계획은 그린뉴딜과 연계한 선박배출 온실가스 감축, 미래 친환경선박 세계 선도 기술 확보 및 친환경 신시장 창출을 목표로 다음의 중점 추진과제 이행에 착수하였다(표 16)(비상경제 중앙대책본부, 2020).

표 16. 친환경선박 개발 및 보급 제1차 기본계획(2030 그린쉽-K)의 중점 추진과제

No.	개발 전략	세부 내용
1	미래 친환경선박 세계선도 기술개발	• LNG, 전기, 하이브리드 추진기술 고도화 및 기자재 기술 개발 • 혼합연료 추진 등 저탄소 선박 기술 개발 • 수소, 암모니아 등 무탄소 선박 기술 단계적 확보
2	친환경선박 신기술 확산을 위한 시험 기반 구축	• 신기술 검증을 위한 시험, 평가 기반 구축 • 시험, 검사 기준의 선제적 마련 추진
3	한국형 친환경선박 실증 프로젝트(그린쉽-K)	• 그린쉽-K 실증 프로젝트 추진 • 기자재 실증을 위한 해상 테스트 베드 기반구축
4	친환경 연료 공급 인프라 확충	• LNG 선박연료 공급능력 단계적 확대 • 기타 친환경 연료공급 인프라 구축
5	친환경선박 보급 확대를 통한 그린 모빌리티 촉진	• 공공부문의 선제적 도입 • 민간부문 지원제도 확대를 통한 보급 확산
6	국제 표준 선도 및 통계기반 정책 관리	• 국내 신기술 인증, 표준화를 통한 국제표준 선도 • 통계 기반 정책 관리 및 친환경선박 모니터링 체계 마련

또한, 산업통상자원부와 해수부, 양부처는 2020년 12월, '제1차 친환경선박 개발·보급 기본계획(2021~2030)'에 따라 '2021년 친환경선박 보급 시행계획'을 수립하여 2021년의 시행계획을 1월 고

시하였다. 시행계획에 따르면, LNG 및 친환경 연료 공급 인프라 확충, 친환경선박 보급 촉진 및 친환경 선박시장 주도 생태계 조성과 관련된 24개 사업에 예산을 투입하기로 결정하였으며, 공공선박 23척과 민간선박 16척 등 총 39척을 친환경선박으로 전환하도록 지원할 계획을 수립하였다.

표 17. 제1차 친환경선박 개발 및 보급 기본계획(2021~2030) 추진 과제

No.	주제	주요 추진 과제
1	LNG 및 친환경 연료 공급 인프라 확충	• LNG 벙커링선박 건조 지원사업(산업부, 60억원) • LNG 벙커링 핵심기술개발 및 체계구축 사업(해수부, 39억원) • 전기추진 차도선 및 이동식 전원공급시스템 개발(해수부, 72억원) • 친환경선박 혼합연료 기술개발 및 실증(2,100마력급 LNG-암모니아 혼소엔진 개발)(해수부, 13억원) • 수소선박 안전기준 개발(해수부, 79억원)
2	친환경선박 보급 촉진	• 관공선 건조 및 운영(해수부, 7억원) • IMO 선박 국제규제 선도기술개발(규제선도형 자유공모)(해수부, 8억원) • 친환경선박 보급촉진(친환경선박 보급 및 운영지원)(해수부, 40억원) • 친환경 고효율 선박 확보지원(해수부, 191억원) • 친환경설비 개량 이차보전(해수부, 95억원)
3	친환경 선박시장 주도 생태계 조성	• 친환경선박 보급촉진(친환경선박 법정계획 수립, 친환경선박 상용화 기반 구축)(해수부, 9.3억원) • 해상안전 국제협력(해수부, 59억원) • 선박배출 오염예방(선박대기오염물질관리)(해수부, 7억원) • 해양수산산업 핵심 기자재 국산화 및 표준화 기술 개발(해양수산 핵심 기자재 개발)(해수부, 6억원)

이외에도 우리나라에서는 해양수산부와 산업통상자원부의 다양한 연구사업을 통해 친환경 대체연료 추진 시스템 연구 개발, 보급 및 확산을 위한 여건을 마련하고 있다. 정부에서는 2016년부터 대형·고급 상선 및 친환경·스마트 선박에 집중 투자하는 조선산업 경쟁력 강화방안을 도출하였으며, 친환경 전환을 위한 선제적 시장 창출 및 보급 확대 관련 법제도 기반 등을 구축해왔다. 특히, 2019년 LNG 연료 추진선 관련 법령 개정과 2020년 친환경 선박법 시행을 통해 친환경 연료의 기반을 마련하였다. 해양수산부는 2020년에 '2030 친환경 관공선 전환계획'을 통해 소속 관공선 140척을 2030년까지 친환경 선박으로 전환하기 위한 계획을 수립하여 이를 기반으로 친환경 선박의 안전기준을 마련하여 국제 환경규제에 대해 적극적으로 대응할 계획이다. 또한, 산업통상자원부는 2015년 수송용 연료에 일정 비율 이상의 신재생에너지 연료를 혼합하여 공급하는 제도 시행을 시작으로 수소 경제 활성화 로드맵을 발표하였으며, 2020년에는 글로벌 선박 핵심 기술개발사업을 통해 최적 선형, 추진 시스템, 경량 구조 및 핵심 기자재를 핵심 과제로 하여 10년 장기 연구개발 사업을 추진 중이다.

표 18. 관련 국내 정책 및 주요 연구과제

연도	연구 과제	세부 내용
2015	신재생 에너지 연료 혼합 의무화 제도	• 수송용 연료에 일정비율 이상의 신재생에너지연료를 혼합하여 공급하는 제도 시행 ('07년 0.5%, '08년 1.0%, '09년 1.5%, '10~'15년 2.0%)
2016	조선산업 경쟁력 강화방안	• 경쟁우위 부문인 대형·고급상선 및 친환경·스마트 선박에 집중 투자
2018	조선산업 발전 전략	• 친환경 기술 및 자율운항 등의 신기술 개발·실증, LNG 연관 선박 중심의 친환경 전환을 위한 선제적 시장 창출 등의 추진전략 발표
	조선산업 활력 제고 방안	• 친환경선박 보급 확대 과년 법·제도 기반 마련과 친환경 선박 시장 창출 등 추진
	LNG 추진선박 연관 산업 활성화 방안	• LNG 추진선박 산업을 선도하는 친환경 해양 국가로의 도약을 달성하기 위한 활성화 방안을 발표
2019	2030 친환경 관공선 전환계획	• 2019년 소속 관공선 140척을 2030년까지 친환경 선박으로 전환하기 위한 계획을 수립
	수소경제 활성화 로드맵	• 2019년 수소경제를 혁신성장의 새로운 성장 동력이자, 친환경 에너지의 원동력으로 인식, 2040년까지 수소경제 활성화를 위한 중장기 로드맵 발표
	LNG 연료 추진선 관련 법정 개정	• 친환경선박 개발·보급 확대, LNG 벙커링 기반 마련, 국제규범에 적합한 환경규제 마련
	수소선박 안전기준개발 사업	• 수소선박(수소추진선박, 수소운송선박) 안전기준개발 및 검증체계 마련을 위한 신사업 발굴 및 기술개발 전략 제시
2020	글로벌 선박 핵심 기술개발사업	• 친환경 선박 핵심 기술 개발을 위해 10년 장기 연구개발 사업 추진
	친환경선박 법 시행	• 친환경 선박의 개발과 보급에 관한 종합계획 마련, 해운 및 조선·해양 기자재 산업 경쟁력 향상 목표
	친환경 고효율 선박 확보지원(1차)	• 에너지효율이 낮고 온실가스 배출이 높은 노후선박에 대해 보조금을 지급하여 조기폐선 후 친환경 고효율 선박으로 전환

출처: 해양수산부, 산업통상자원부

KMC
Korea Center for International
Maritime Safety Cooperation

선박 온실가스 감축에 대한
국제해사 정책동향

Ⅴ

결론



1. 향후 논의 방향 및 대응 전략
2. 결론 및 제언

V. 결론

1 향후 논의 방향 및 대응 전략

(1) 향후 논의 방향

UN 기후변화협약에 따른 글로벌 감축 목표 보고서에서는 현재 각국의 탄소 배출 목표치를 감안하면 2030년 탄소 배출량은 2010년에 비해 16% 증가하며, 지구 온도는 산업화 이전 수준보다 2.7℃ 상승할 것이라 경고하며, 이미 현재의 지구 온도가 2010년 대비 1.2℃ 상승했음을 지적했다(UNFCCC, 2021). 이어, 2021년 10월 베이징에서 개최된 제2회 UN 글로벌 지속가능한 운송회의(United Nations Global Sustainable Transport Conference)에서 UN Antonio Guterres 사무총장은 IMO의 기후목표가 지구 평균 온도 3℃ 상승과 일치함을 지적하며, 국제 해운 부문 기후 목표를 근본적으로 강화할 것을 촉구했다(Climate Home News, 2021). 이러한 UN의 움직임에 따라 IMO와 IMO 회원국은 다가오는 2023년 IMO 초기전략 개정에서 보다 강한 감축 목표를 재설정할 것으로 예상되며, CII 강제이행 코드, 시장기반조치, 대체연료의 LCA 등의 논의와 규제 수준이 강화될 것으로 사료된다.

더불어, 변화하는 국제 동향 및 정세에 따라 시장과 산업계는 즉각적으로 대응책을 마련하며 적극적으로 온실가스 저감 조치에 대한 참여 의지를 표명하고 있다. 2019년 시작된 포세이돈 원칙(Poseidon Principles)은[16] 글로벌 금융회사와 해운 산업 관련 기업들이 IMO의 친환경 정책 목표를 이행하기 위해 자발적으로 정립한 협약으로, 최근 해당 원칙에 서명하는 기업이 증가하고 있으며 투자 자산이 1,850억 달러를 돌파했다. 또한, 국제해운회의소(ICS; International Chamber of Shipping)와 국제건화물선주협회 (INTERCARGO)는 해상 운송 분야 온실가스 배출 감축을 위한 글로벌 과세 방안과 납부된 기여금은 글로벌 기후기금(Global Climate Fund, GCF)에 편입하여 전 세계 항만의 수소 및 암모

16) 포세이돈 원칙: 평가(Assessment), 신뢰성(Accountability), 이행(Enforcement), 투명성(Transparency) 등 4가지 원칙으로 구성됨
- 평가 원칙에 따라 은행들은 탄소집약도 측정을 기반으로 매년 해운업 포트폴리오의 기후 연계성 정도를 평가해야 하고, IMO에 의해 인증받은 데이터, 소스 및 서비스만을 사용함으로써 신뢰성 원칙을 준수해야 한다. 이행 원칙은 고객과 파트너사들의 원활한 협조를 통해 기후협약 준수도를 측정하는 데 차질이 없도록 표준화된 약정 조항을 포함해야 하는 원칙이며, 은행들은 해운산업 대출 포트폴리오의 기후 점수 및 이를 뒷받침하는 정보들을 사무국에 매년 보고하고 평가 결과 보고서를 공개적으로 발표하는 등 투명성 원칙을 지켜야 한다.

니아 등 친환경 연료 공급 인프라 확충에 사용하는 방안을 제안하는 의제 문서를 IMO MEPC 77차 회의('21년 11월 예정)에 제출할 계획이라고 밝혔다. 글로벌 대표 선사, 머스크(Maersk)는 선박 화석 연료유에 대해 톤당 150달러의 탄소세 부과를 요구하였으며, 업계 2위인 MSC는 세계해운협회(WSC, World Shipping Coucil) 및 회원사 CEO들과 함께 시장기반조치인 IMRB 제안을 지지하는 공개 서한을 제출하기도 하였다. 이처럼 다양한 업계에서 시장경제체제를 통한 온실가스 저감 조치를 주시하고 있으나, 우리나라는 현재까지 시장기반조치에 대한 구체적인 입장을 표명하지 않고 있다. 시장기반조치는 IMO 초기전략 중장기조치의 일환이며 EU-ETS의 압박을 받고 있기 때문에 결과적으로 지금까지 IMO에서 논의된 여러 가지 시장기반조치 중 일부가 채택될 것이라는 것은 자명하다.

대체연료의 개발은 무탄소 경제체제 도입을 위한 필수적인 요소로, 최근 선박 연료유에 대한 LCA 접근방식 도입에 따라 대체연료의 평가가 보다 엄격해지고 있다. LCA 방법론은 대체 연료의 온실가스 감축률을 결정할 수 있는 주요한 의제로, 이에 따라 동일한 연료라도 생산지와 수송지, 정제에 사용되는 에너지 종류 등에 따라 배출량이 달라질 수 있다. 또한, 해당 논의의 종착지는 IMO 기존 온실가스 규제에 LCA 방법론을 적용하거나, 또는 새로운 규제로서 시장기반조치와 함께 작동일 것으로 예측되어, 생산단계의 그린 전환을 위한 실증 연구 투자 비중 확대, 대형 R&D 프로젝트 기획, 에너지 전환 기술기반 마련 등이 요구된다.

이처럼 향후 온실가스 규제가 강화가 확실시됨에 따라, 산업계와 정부는 보다 적극적으로 온실가스 감축 기술을 개발하고, 국적 선사는 선박에 다양한 기술을 적용하여 경쟁력을 강화시켜야 한다. 더불어, 우리나라 에너지 기본계획 기반, 해운사의 주 사용 연료를 사전에 분석하여 IMO에서 시장기반조치 또는 대체연료 평가 방법론 등의 주요한 의제를 논의할 때 국익에 도움이 되는 방향과 조치가 채택되도록 적극적으로 참여하고 노력해야 한다. 특히, 최근 논의되고 있는 LNG의 메탄슬립 이슈와 관련하여, 우리나라가 LNG 추진 및 운반선 분야에서 높은 기술력을 확보한 만큼 연료의 혼소 활용, 메탄슬립 저감 기술 및 선상 CCS 등이 실제 IMO 규제에 반영되어 LNG가 선박 연료로서 그 수명을 연장할 수 있는 국제 규제 대응 전략이 필요하다.

(2) 대응 전략

먼저, 우리나라가 향후 IMO에서 제·개정되는 규제에 선제적으로 대응하기 위해서는 기존의 우수사례를 벤치마킹하여 추진전략을 수립할 필요가 있다. 각 이슈의 특성에 따라 IMO 6개년 전략계획(SP; Strategic Plan)과 연계하여 국가 정책 방향을 수립하고, 이에 따라 도출된 아이템을 개발하는 Top-

down 방식과, 산업계의 요구 또는 우수 기술에 기반하여 국제표준화 전략을 수립하고 국제화를 추진하는 Bottom-up 방식, 또는 국제 기술 표준화 기구를 통한 우회적 방식을 사용할 수 있다.

일본의 EEXI 규제는 IMO의 SD 3 (기후변화 대응), Output 3.2 (국제 해운으로부터 이산화탄소 배출량 감축 메커니즘 개발)에 따라, 국가적 전략을 수립하고 국제표준화를 추진한 사례로 Top-down 방식이 적용된 사례로 보인다. 일본은 노르웨이와 함께 온실가스 논의 초기 단계에서부터 EEXI 규제에 대해 지속적으로 발언하고 의제를 제출하였으며, EEXI는 MEPC 76차 회의에서 협약 개정안에 반영되어 2022년 11월 발효를 앞두고 있다. Bottom-up 접근방식의 대표 사례로는 고망간강의 IGF/IGC 코드 등재와 평형수 협약 발효 및 평형수 처리시스템의 개발이 있다. 두 사례 모두 산업계에서 선도적으로 기술개발에 투자한 후, 정부가 정책적으로 지원한 사례로 다양한 산업계, 연구소 및 유관기관의 먹거리를 창출한 것 뿐만 아니라 국내 전문가의 국제적 활동 기반을 마련하였다. 하지만, 국내 기관 단독 연구는 타 회원국 및 경쟁 국가의 견제로 인해 IMO 및 국제 기구 표준화 추진이 어려운 점을 고려하여, 해외 기관과의 공동연구를 통해 지지 국가를 확보하고 보다 원활한 국제표준화를 보장할 수 있는 개선방안이 필요할 것으로 사료 된다.

또한, IMO에서는 상세한 기술 논의보다는 평가방법 및 규제전략에 대한 논의가 주를 이루고 있기 때문에, IMO에서 즉시 표준화되기 어려운 기술은 국제표준화기구(ISO; International Organization for standardization) 또는 국제항로표지협회(IALA; International Association Of Lighthouse Authorities) 등 보다 기술적인 영역을 다루는 국제기구에서 선제적으로 표준화 한 다음 IMO에서 시험방법 등구체적인 실현방법을 국제표준으로 제·개정하는 방법이 있다. 2017년 기준, IMO 협약 및 코드에 활용되는 ISO 표준은 총 126종이며(신일섭, 2016), IMO의 규제 신설 및 강화와 연계하여 표준이 재·개정 되고 있다. ISO에서 제정한 선박 및 해양플랜트 소음 관련 표준을 IMO의 수중방사소음 규제로 제정한 대표사례가 있으며, 특히, 미성숙 기술, 상업적으로 사용되는 장비의 성능 및 인증기준, 시장 선점이 필요한 우수 기술 등이 ISO 등을 통한 우회적인 IMO 규제화의 대상이 될 수 있다.

두 번째로, IMO 및 국제 동향을 선제적으로 파악하여 적절한 시기에 관련 논의에 참여하고, 사전에 산업계와 협의된 의사결정에 기반하여 일관성 있는 대응을 실시해야 할 것으로 사료된다. 향후 논의 방향을 크게 좌우하는 중요한 안건 결정 단계에서 국가의 적극적인 참여는 추후 의제를 주도하기 위한 발판이 될 수 있다. 이를 위해 국가는 지속적으로 국제 동향을 파악해야 하며, 도출된 주요 의제와 관련된 산업계의 손익 및 국내 기술·인프라 전망을 조사하여, IMO에서의 입장과 발언 방향을 결정해야 한다. 여기에는 의제 선도를 위한 적극적 대응과 국내 산업계의 입장을 고려한 방어적 대응이 있을 수 있다. 예

를 들어, IMO의 기후변화 규제에 대해서 적극적 대응을 결정한 경우, 국제적 흐름에 상응하는 방향으로 접근하기 위해 UNFCCC, EU 및 국제민간항공기구(ICAO; International Civil Aviation Organization) 등 선제적으로 규제하고 있는 국제 및 정부간기구의 논의를 모니터링하고, IMO 논의 선도를 위해 규제의 적정 수준을 연구하여 식별된 강도 중 높은 수준의 규제를 주장하는 의제 문서를 개발할 수 있다. 방어적 대응으로 입장을 결정한 경우라 해도 기후변화 규제는 강화될 것임을 사전에 예측하여, 세계 시장 선점 가능성 등 산업계 간 규제의 영향을 상쇄할 방안을 사전에 마련해야 할 것이다.

세 번째로, 우리나라가 국제규제를 선도적으로 대응하기 위해서는 기술개발과 국제협력을 조화롭게 적용한 전략을 수립해야 한다. 지속적으로 다양한 국제기구의 논의 흐름을 파악하여 적절한 기술 개발과 정책 방향 결정이 수반되어야 하며, 타 회원국과의 협력 및 공감대 형성, 국제기구 의장 배출 및 고위급 진출 등을 통해 국제기구에서 우리나라 영향력을 확대하고 지지 세력을 확보해야 한다. 특히, 대체연료 기술 및 연료의 성공적인 개발은 친환경 분야 해사산업의 패러다임 전환을 주도하는 가장 중요한 키워드로, 이를 위한 인프라, 정책 및 자금을 마련하고, 필요한 연구 및 개발 작업을 가속화하여 국제 무대를 주도하는 것이 필수적이다.

2 결론 및 제언

전 세계는 지속가능한 성장을 키워드로 저탄소에서 무탄소 경제체제로 급격하게 변화하고 있다. 이에 따라 친환경 산업이 각광받고 있으며, 모든 산업분야에서 화석연료의 퇴출과 친환경 대체연료의 개발이 당면한 과제로 다가왔다(박한선 등, 2019). 특히 앞서 언급한 바와 같이 유럽연합(EU)의 독자적인 환경규제와 IMO 온실가스 규제 강화는 거스를 수 없는 시대적 흐름으로, 국제적 환경장벽을 넘기 위해서는 산업계를 저탄소형 및 친환경형으로 전환해야 한다.

이에 본 연구에서는 선박 온실가스 감축과 관련된 IMO를 포함한 국제해사 분야 주요 정책 개요와 논의사항, 온실가스 규제를 검토하고, IMO 온실가스 감축 초기전략을 중심으로 국내 대응 및 정책 현황을 분석하여 향후 해사분야 환경규제 논의 방향과 우리나라 대응전략을 제시하였다.

제1장에서는 국제적인 기후변화와 온실가스에 대한 주요 논의사항을 다루면서 본 연구의 배경과 필요성을 살펴보았으며, 연구 범위 및 방법을 소개하였다. 제2장에서는 MARPOL 부속서 VI의 주요 제·개정 사항과 IMO 선박온실가스 감축 초기전략의 개요와 내용을 전반적으로 살펴보고, 비용-편익 관점에서 온실가스 감축효과를 극대화하기 위해 필요한 다양한 시장기반조치를 분석 및 비교하였다.

제3장에서는 신조선 및 현존선의 온실가스 규제에 대한 IMO 논의 경과와 결정 사항을 심도 있게 검토하여 규제 이행의 타임라인을 제공하였으며, 최근 논의되고 있는 대체연료 규제 논의를 분석하여 IMO 회원국 및 산업계의 다양한 입장과 의견을 제공하였다. 제4장에서는 IMO 온실가스 규제에 대한 국내 대응 활동과 우리나라의 2050년 탄소중립 선언과 함께 관련 법률 제정 및 추진과제를 구체적으로 나타내었다. 마지막으로 제5장 결론에서는 앞서 검토한 자료를 종합적으로 분석하여, 향후 IMO 온실가스 규제의 논의 방향을 예측하고, IMO 규제 대응 우수사례를 검토하여 국제규제 선도 방안과 전략을 제시하였다.

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸인 반도 국가로서 조선·해운 산업은 지금까지 국가 발전의 핵심 동력으로 기여하고 있다. 이를 바탕으로 대한민국은 세계 7위의 수출국으로 발돋움했고, 2020년 조선 수주량 세계 1위, 해운 선복량 7위(UN, 2020)의 명실상부한 해사 산업 강국으로 성장하였다. 또한, 최근 IMO의 A그룹 이사국으로 10회 연속 선임(2001년~2021년)하고, 2019년 사무총장 연임(2015년~2023년)에 성공하는 등 세계적인 해운·조선 선진국으로 국제사회에 공인 받고 있으며, IMO에서 우리나라의 입장과 의견을 반영할 수 있는 실질적인 기반이 마련된 상태이다.

그러나 우리나라의 IMO 대응 대표 사례를 살펴보면 산업계가 자체적으로 우수한 연구개발 성과를 도

출하여 IMO에 진출한 사례가 특징적으로 정부와의 공조가 부족한 상황이며, 우리나라의 신기술을 규제에 적용하고 국제적 지지를 확보하는데 다소 어려움을 겪고 있다.

따라서, 우리나라는 변화하는 국제해운 규제와 시장, 회원국들의 이해관계를 즉각적으로 파악하여, 기술개발과 국제협력을 조화롭게 활용한 전략을 수립해야 하며, 산업계와 IMO 대응 활동의 선순환구조를 구축해야 할 것으로 사료된다. 현재 우리나라는 IMO 규제를 단순 수용하는 수준으로, 기술 개발에 성공하더라도 이미 관련 규제를 주도하는 선진국과 비교해 경쟁력을 확보하기 어렵다. 따라서 유럽과 일본의 선순환구조를 활용하여, 국제 동향을 선제적으로 파악하고 선도적 기술 개발을 통해 새로운 규제에 대응해야 한다. 또한, 정부와 공조하여 IMO 규제화 및 시장 진출을 보장하고 국제적 가격 담합을 통한 시장 독과점으로 경쟁국을 추격할 기술을 개발해야 하며, 가격경쟁에서 우위를 점해야 한다(KOSHIPA/KRISO, 2016). 이를 통해 우리나라는 신규 비즈니스를 창출하고, 글로벌 시장과 고객의 접근성을 향상시키기 위한 산업계 브랜드 가치를 상승시킬 수 있으며, 기업의 사회적 책임과 지속가능성에 대한 기여도로 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 이처럼 국제 규제와 표준의 중요성이 증대되고 있는 사회에서 이러한 국가 전략은 미래 해사 산업 경쟁력의 핵심 요소로 판단된다.

2019년 12월 최초 확인된 코로나바이러스 감염증(이하 코로나19)은 지금까지 전 세계 인류, 사회 및 경제에 지대한 영향을 미치고 있다. 코로나19로 인해 침체된 경기는 최근 광범위한 예방접종으로 반등하여 글로벌 무역 수요가 크게 증가하였으나, 국가 간 불균형적 선복량 회복은 만재 컨테이너의 누적 및 빈 컨테이너 운송을 유발하고 있다. 이와 더불어 선원 교대의 어려움과 일부 항만의 감염병 예방을 위한 폐쇄는 운송 시스템의 과부하와 공급망의 혼란을 야기하고, 심각한 해운 지연과 운임 증가를 유발하여, 전 세계적으로 운송 시스템의 복잡성 및 상호 의존성이 증가하고 있다(IHS Markit, 2021). 이처럼 급변하는 글로벌 환경에서 우리나라는 해운 강국으로서의 자리를 굳건하게 지키기 위해 변화하는 환경규제를 선제적으로 파악하고 적시에 적절히 대응할 수 있는 역량을 갖추어야 할 것이다.

KMC
Korea Center for International
Maritime Safety Cooperation

선박 온실가스 감축에 대한
국제해사 정책동향

Ⅵ

참고문헌



VI. 참고문헌

[1] 국제사회의 온실가스 감축 목표 상향과 한국의 대응방안(KIEP, 2020)

[2] IMO의 국제해운부문 온실가스 배출규제의 개선방향에 관한 연구(김은주, 2018)

[3] 선박기인 온실가스 배출에 대한 IMO의 규제와 이행방향(이윤철, 두현욱, 2011)

[4] IMO의 대기오염규제에 따른 기술적 대응전략에 관한 연구(김종헌, 1996)

[5] 국제해사기구(IMO) 선박온실가스(GHG) 배출규제 동향 및 국내·외 대응방안 소개(정태환 등, 2018)

[6] IMO Action to reduce greenhouse gas emissions from international shipping(IMO, 2019)

[7] Achieving the IMO decarbonization goals(DNV GL, 2020) https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/How-newbuilds-can-comply-with-IMOs-2030-CO2-reduction-targets.html

[8] 2030 한국형 친환경선박(Greenship-K) 추진전략 "제1차 친환경선박 개발·보급 기본계획('21~'30)"(비상경제 중앙대책본부 20-23, 2020)

[9] 제3차 에너지기본계획(산업통상자원부, 2019)

[10] International Transport Forum, Decarbonizing Maritime Transport, 2018

[11] 해양수산부 보도자료 "액화천연가스(LNG)를 넘어 메탄올 연료 추진선박이 온다"(해양수산부, 2021)

[12] 대한민국 정책브리핑 "국제사회에 약속하는 기후목표 '2050 탄소중립' 비전 확정"(환경부, 2020)

[13] 해양수산부 보도자료 "한국형 친환경선박, 세계 탄소중립 선박시장 이끌 준비 나서"(해수부, 2021)

[14] Comparison of Alternative Marine Fuels(DNV GL, 2019)

[15] 배터리 전기추진선박의 에너지 절감에 대한 실증적 연구(김종립, 2019)

[16] 2021년 한국형 친환경선박(Greenship-K) 보급시행계획(해양수산부, 2021)

[17] Life Cycle Assessment of LNG Fueled Vessel in Domestic Services(황상수 등, 2019)

[18] 기후변화와 선박에너지효율(BSNAK,Vol. 53, No. 1, March 2016)(김성현, 2016)

[19] 국제해사기구(IMO), 2030 온실가스 40% 감축 목표, 新추진연료(화석 연료-OUT) 개발 및 사용을 의미 (박한선 등, 2019)

[20] KEIT PD Issue Report, IMO 친환경선박 관련 규제 및 대응 방안

[21] 신일섭, 한국조선해양기자재연구원,「IMO 연계 국제표준화(ISO 동향)」, 2016

[22] 국제협약표준기반 정책동향 분석을 통한 R&D 전략수립 및 대응체계 구축 기획연구(2016, KRISO/KOSHIPA)

[23] KMI(2012) IMO 온실가스 시장기반조치(MBM) 대응방안 연구 Impacts of IMO's Market Based Measure (MBM) on Shipping Industry

[24] UN boss calls for stronger aviation and shipping climate goals in line with 1.5C, Climate Home News, 2021(https://www.climatechangenews.com/2021/10/14/un-boss-calls-stronger-aviation-shipping-climate-goals-line-1-5c/)

[25] NDC Synthesis Report: Some Progress, but Still a Big Concern(UNFCCC, 2021)

[26] UN, Review of Maritime Transport 2020, 2020.