해사 안전이슈 및 환경규제 대응방안

한국해양수산개발원 해운·물류연구본부
해사안전연구실 박한선 실장

Contents

» 1. 2019년 국내외 주요 해양사고 및 시사점

» 2. IMO 2020 규제 및 PSC 준비

» 3. 선박 연료유 공급체계 분석 및 전망

» 4. 해운산업 선박온실가스 규제 분석 및 전망

2020년 해사 안전 및 환경규제 Key words (Safer, Smarter, Greener)

세계 최대 전시회 'CES 2020'

CES를 바라보는 네 가지 시각

주요 기업 동향 > 국가 별 동향 > 기술 키워드 별 동향 > 스타트업 동향

미국소비자기술협회(CTA)'5 Technology to Watch' 발표 (2019.11.)

디지털 치료
(Digital Therapeutics)

차세대 교통수단
(Flying Cars)

식품의 미래
(The future of Food)

안면인식 기술
(Facial Recognition)

로봇의 발전
(Robots)

*환경규제 및 기술의 변화에 맞춰 해운**해사물류산업**이 나아가야 할 방향은?*

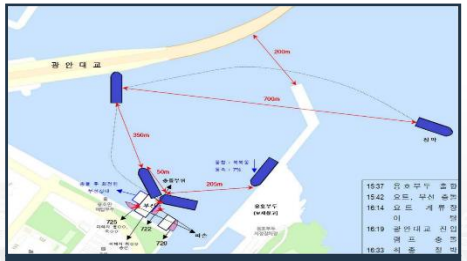
1. 2019년 국내외 주요 해양사고 및 시사점

01. 씨그랜트호 광안대교 교각 추돌

사고 개요	• 2019.02.28 씨그랜트호 광안대교 교각 추돌 • 예인선 없이 운항 중 정박중이던 선박(요트 2척, 바지선 1척) 및 광안대교 추돌
사고 원인	• 업무상 과실 선박 파괴, 업무상 과실치사, 해사안전법 및 선박 입출항법 위반 • **음주운항**으로 인한 지정항로 이탈, 출항신고 불이행, 도선사 미승선 등

광안대교 충돌 모습

광안대교 파손 부위


씨그랜트호 추돌사고 운항 경로

시사점

- **선박 음주 운항 처벌 대폭 강화 (해사안전법 개정/선박직원법 개정_광안대교법 발의)**
  – 술에 취한 상태에서 5톤 이상 선박의 조타기를 조작하거나 조작할 것을 지시하는 사람, 도선을 하는 사람에 대한 처벌 강화 방안 추진 중
- **혈중알코올농도에 따라 벌칙을 세분화**
  – 혈중알코올농도 0.02% 이상인 경우 2년 이상 5년 이하 징역이나 2000~3000만원 벌금 부과
- **해경 음주측정을 거부할 경우 처벌 강화**
  – 1회 거부 시 3년 이하의 징역이나 3000만원 이하의 벌금부과, 2회 이상 거부 시 2년 이상 5년 이하의 징역이나 2000~3000만원의 벌금 부과

1. 2019년 국내외 주요 해양사고 및 시사점

02. 유람선 허블레이나호 침몰

사고 개요	• 2019.05.29 허블레이나호 침몰, 대형 크루즈선(바이킹시긴호)이 허블레이나호 후미 추돌 • 승선인원 35명 중 27명 사망(한국인 27명, 1명 실종)
사고 원인	• 선령 70년의 고선령 선박 • 구명조끼 미착용 • 사고 이후 조치 미흡 등

허블레니아호 제원

사고 지점

실제 운항 경로

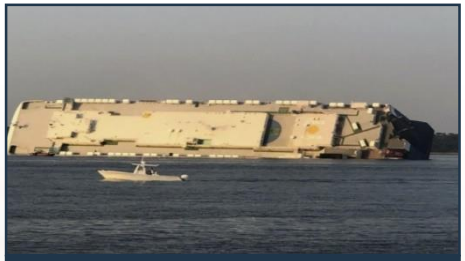
시사점

- **사고 현장에 대한민국 '신속 대응팀'과 '긴급구조대' 파견**
  - 헝가리 당국과 함께 실종자 수색 및 선박 인양 작업 수행
- **외교부 장관 현지 파견**
  - 대책본부 -〉 재외국민보호대책본부 격상하여 사고 상황을 파악하고, 현지 상황에 대응 함
- **해양안전심판원 관계자 파견**
  - 우리나라 해양안전심판원에서 헝가리 안전 당국과 같이 공동조사 수행
  - 사고 원인 및 재발방지 등 조사

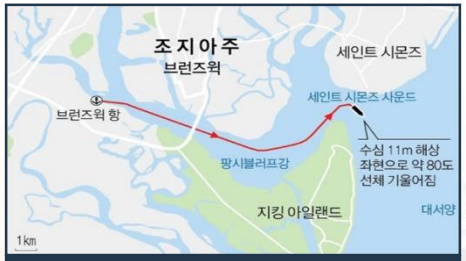
1. 2019년 국내외 주요 해양사고 및 시사점

03. 골든레이호 전도

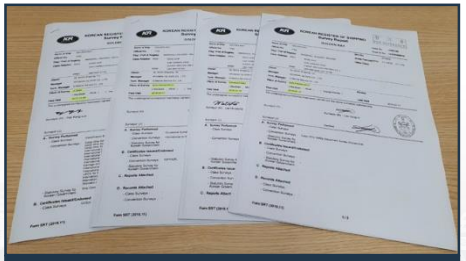
사고 개요	• 2019.09.09 현대글로비스 車화물선 골든레이호 美동부 해안서 전도 • 승선인원 24명 중 20명 (한국인 6명, 필리핀인 13명, 미국적 도선사 1명) 대피·구조 • 나머지 4명은 선박 기관실에서 미해안경비대(USCG) 중심 합동구조대에 의해 구조
사고 원인	• 대각도 변침으로 인한 **복원력 상실**(얕은 수심으로 인한 평형수 과다배출 가능성 등)



전도된 골든레이호



사고 지점



골든레이호 정기 점검 결과

시사점

- **해양안전심판원 미국 해안경비대(USCG)와 공동 조사 착수**
  - 미국 조사 당국에 협조를 요청하여 특별조사부(인원 : 4명) 꾸림
  - 사고 조사자 면담 및 사고 지역 현장 조사(항적 기록, 선박 운항 관련 자료 등)
  - 유사 사고 재발을 막기 위함

1. 2019년 국내외 주요 해양사고 및 시사점

04. 어선 대성호 화재 후 침몰

사고 개요	• 2019.11.19. 어선 대성호 화재사고 • 사망1, 실종 11 (한국인 사망1, 실종5, 베트남인 실종6)
사고 원인	• 선수 추정 화재 발생

대성호 화재

대성호 선수(추정)

05. 어선 창진호 전복 후 침몰

사고 개요	• 2019.11.25. 어선 창진호 전복 (사망 3, 실종 1)
사고 원인	• 악천후 조업으로 인한 전복 가능성 등

창진호 전복

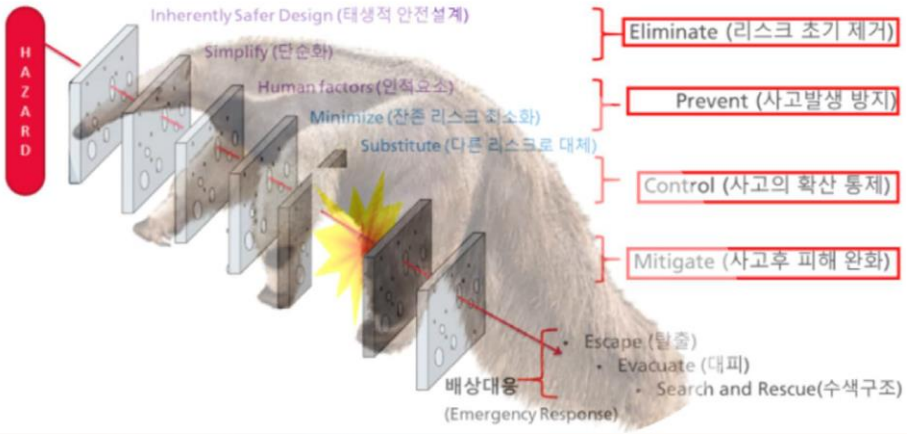
창진호 사고 위치

시사점

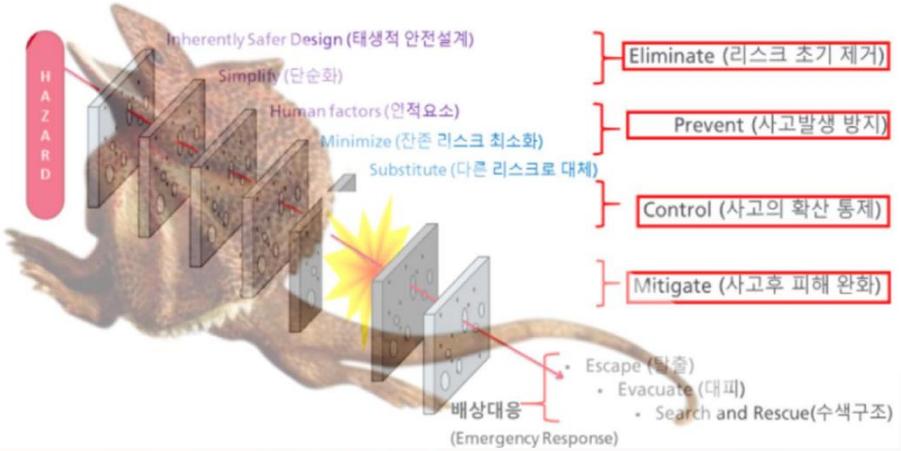
- **어선 화재경보장치 및 선원실 조난 버튼 설치 의무화 예정**
  - '19.12.25 해양수산부 화재와 기상악화에 대비해 안전관리 강화 내용 담은 '어선사고 예방 및 저감대책' 마련
- **2020년부터 근해어선 화재경보기 무상 시범 보급, 2021년 어선 내부 2~4대 화재경보장치 설치 의무화**
  - 조타실에만 있던 조난 버튼 선원실 추가 설치 방안 추진
- **열에 강한 표준어선 개발** (국내 어선 선체의 96%를 차지하는 섬유강화플라스틱(FRP) -> 화재에 강한 재질로 대체사업 진행예정)
- **2020년 8월부터 예비특보 발효 시 어선의 조업 및 항해 중 구명조끼 의무화 시행**

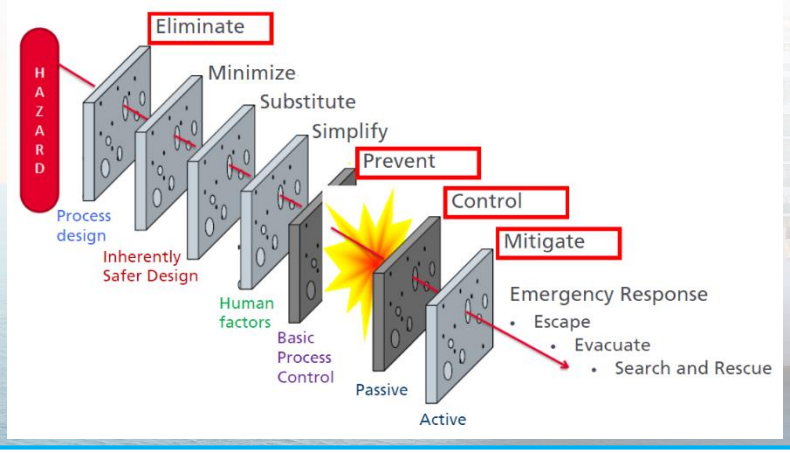
1. 2019년 국내외 주요 해양사고 및 시사점

사고예방대책 분석 모델 (타이타닉호 유형)



사고예방대책 분석 모델 (세월호 유형)





시사점

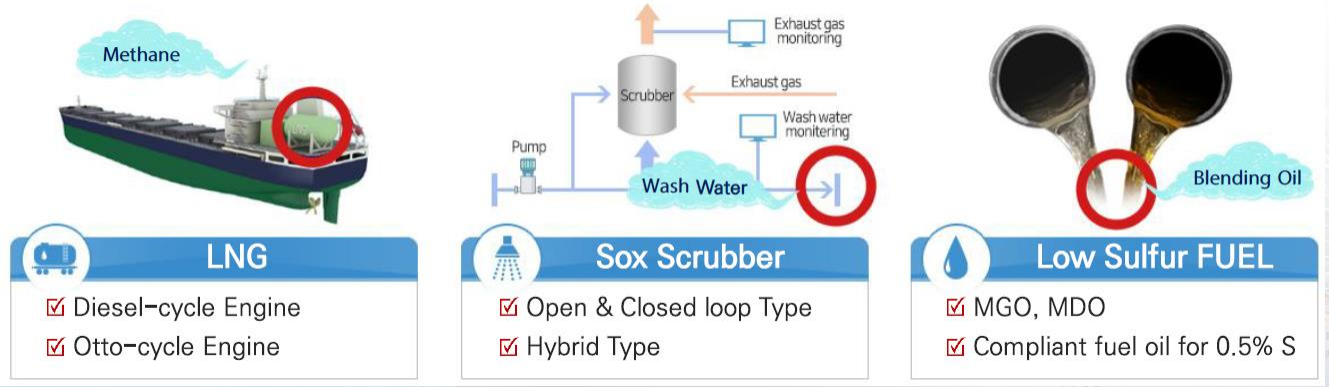
- **해양사고 예방대책의 패턴분석을 활용한 유형별 예방대책의 필요**
  - 타이타닉호 유형의 사고예방대책 분석 모델 : 비상대응, 탈출, 대비, 수색 구조에 중점, 사고 후 피해 완화 대책
  - 세월호 유형의 사고예방대책 분석 모델 : 태생적 안전설계, 단순화, 인적 요소, 잔존 리스트 최소화에 중점

2. IMO 2020 규제 및 PSC 준비

해양환경보호위원회(MEPC) : 황산화물

주요사안1	2018년 4월	제70차 MEPC에서 2020년부터 황산화물 규제 대폭 강화(3.5%→0.5%) 결정
주요사안2	2019년 5월	제74차 MEPC에서 0.5 연료유 황함유량 규정의 일관된 이행을 위한 지침 채택
대응방안1	2019년 ~	국산 탈황장치 개발 및 상용화, LNG추진 관공선 추가도입 추진
대응방안2	2019년 11월	부산·인천 등 주요항만 황산화물 배출규제해역(ECA) 설정(0.1%) 예정

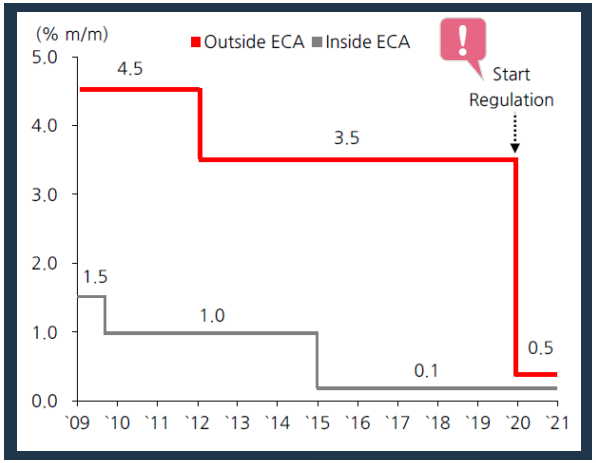
황산화물 규제 대응 방법



황산화물 규제 대응 현황

2. IMO 2020 규제 및 PSC 준비

Sulphur 2020, 선박의 연료유 제한으로 얻는 다섯 가지의 변화



깨끗한 공기
선박에서 배출되는 황산화물의 약 77%가 감소될 것으로 예상됨 (8.5 million metric tonnes)

건강에 긍정적 영향
심혈관, 호흡기, 폐질환 등이 감소될 것임

높은 수준의 연료
대다수 선박들은 환경규제에 맞춰 저유황 연료 등으로 연료를 바꿀 것으로 기대됨

선사, 선주, 정유업체의 적용
Sulphur 2020의 도입 이전 선사, 선주, 정유업체에서 앞서서 준비함

시행 당국의 변화
기국, 항만국은 선박을 통제 할 수 있게 되며, 선박도 통제를 따르게 됨

선박 환경 규제('13~'22)

규제 물질	규제	지역	기간 '13 '14 '15 '16 '17 '18 '19 '20 '21 '22	내용
NOx	MAROL Annex VI Regulation13	ECA	Tier Ⅱ → Tier Ⅲ	신조 발주되는 모든 선박에 해당
		Global	Tier Ⅲ	
SOx	MAROL Annex VI Regulation14	ECA	1.0%S → 0.1%S	신규건조, 기존선박 모두 적용 규제 충족을 위해 선박 개조 필수 아님
		Global	3.5%S → 0.5%S	
BWTS	Phase 2 (USCG)/BWM Convention(IMO)	ECA	Phase1 → Phase2	
		Global	법안 발표:'19.9	

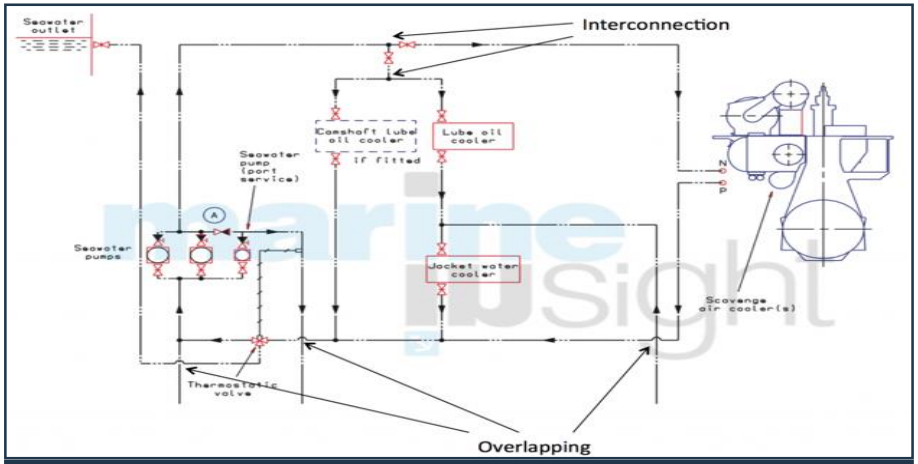
2. IMO 2020 규제 및 PSC 준비

선박은 어떻게 IMO 2020에 대한 PSC 검사를 준비할 것인가?

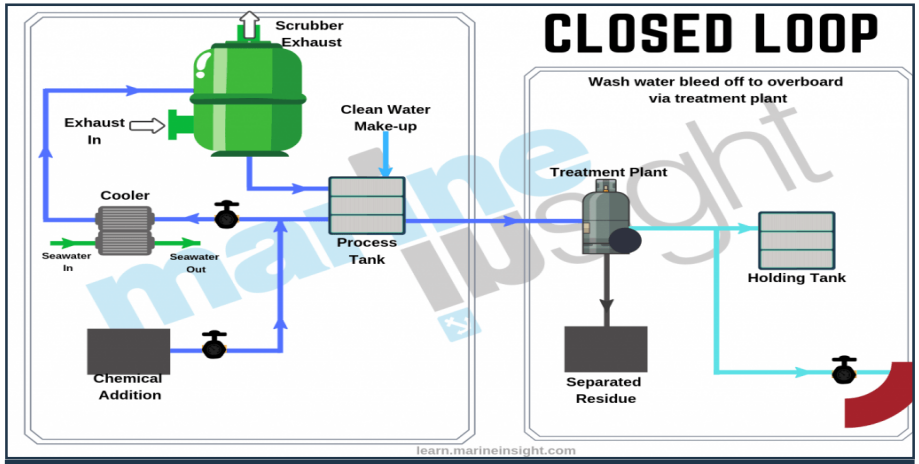
No	대응방법	내용	관련 증빙
1	BDN과 연료유 샘플링의 보관 유지 (Ensure Bunker delivery note and Fuel Sample is kept onboard)	• BDN 서류는 발행일로부터 3년간 선상에 보관 및 유지	• 벙커관련서류 • 황함유량이 표기된 샘플
2	정확한 연료유탱크 사운딩 기록 유지 (Correct Soundings Record)	• 저유황 연료 유지 및 스크러버 장착 선박의 연료유 탱크 기록 확인 가능 • 기록과 실제 측정결과가 불일치하면 추가 조사 실시	• 선박 연료유 소비량 계산 기록
3	연료유 이송기록 (Fuel Transfer Record)	• 연료유 이송파이프라인 도면 요청 가능 (저유황유 전용탱크(LSFO) 도면에 표시되어야 함)	
4	연료이송계획 및 배관도면 (Fuel Transfer plan and Piping Diagram)	• 연료전환 확인(BDN, LSFO 기록부 및 ORB(기름기록부) 데이터 상호 참조) → 계획 및 배관 도면 매우 중요(탱크 위치, 연료탱크 수, 파이프라인 등 조사)	• 선박 메인 엔진 및 보조엔진의 연료유 전환 절차
5	국제대기오염방지증서(IAAP) 증서 (IAAP Certificate)	• 황산화물 및 특정 물질의 세부 사항과 선박의 배출량 제어방법 제공되어야 함 • ECA 내 운항 선박은 황 함량 제한 값 포함되어야 함 • 황 함유량 줄이기 위한 장비(스크러버 등)는 장비인증서가 제시되어야 함	
6	스크러버 시스템 (Scrubber system)	• 데이터 레코더 작동(세척수 시간, 위치, 압력, 유량 등 기록) • 데이터 기록 장치 : 견고, 변조방지, 읽기 전용, 0.0035Hz 이상의 속도 기록(데이터 18개월 간 선박 보관)	
7	항해 기록 (Record of Voyage)	• ORB 및 기타 기록물과 교차 확인할 수 있으며, 이에 대한 준비 필요	
8	연료유 비가용성 보고서 (Fuel Oil Non-Availability Report)	• 선장 기국, 가장 가까운 항만국을 포함한 관련 기관에 통보해야 함 (FONAR 응용 프로그램은 PSC 검사에 사용할 수 있어야 함) • FONAR은 비상사태에 사용해야 함	
9	기타 (Other Important Preparation)	• 선원 IMO 2020 요구 사항 및 규정 기본 사항 숙지(인터뷰 가능) • ORB 기록유지 및 선장과 기관장의 서명 유지 • 연료이송계획, 파이프라인 도면, 벙커라인 도면을 관련장소에 비치 및 표기	

2. IMO 2020 규제 및 PSC 준비

선박은 어떻게 IMO 2020에 대한 PSC 검사를 준비할 것인가?



연료이송계획 및 배관 도면
(Fuel Transfer plan and Piping diagram)



스크러버 시스템
(Scrubber System)

주요 내용

- **연료전환 확인**(BDN, LSFO 기록부 및 ORB 데이터 상호 참조)
- **도면 확인**(탱크 위치, 연료탱크 수, 파이프라인 등 조사)
- **ECA 지역 운항 선박 0.1% 황함유량 연료**를 **사용**하기 **위해 연료유 교체**
- **벙커교체 계획**은 **엔진룸**에서 **즉시 시행**
- **검사관**은 **선원**에게 **절차 및 당해 항만국 규정 내용 인터뷰 할 수 있음**

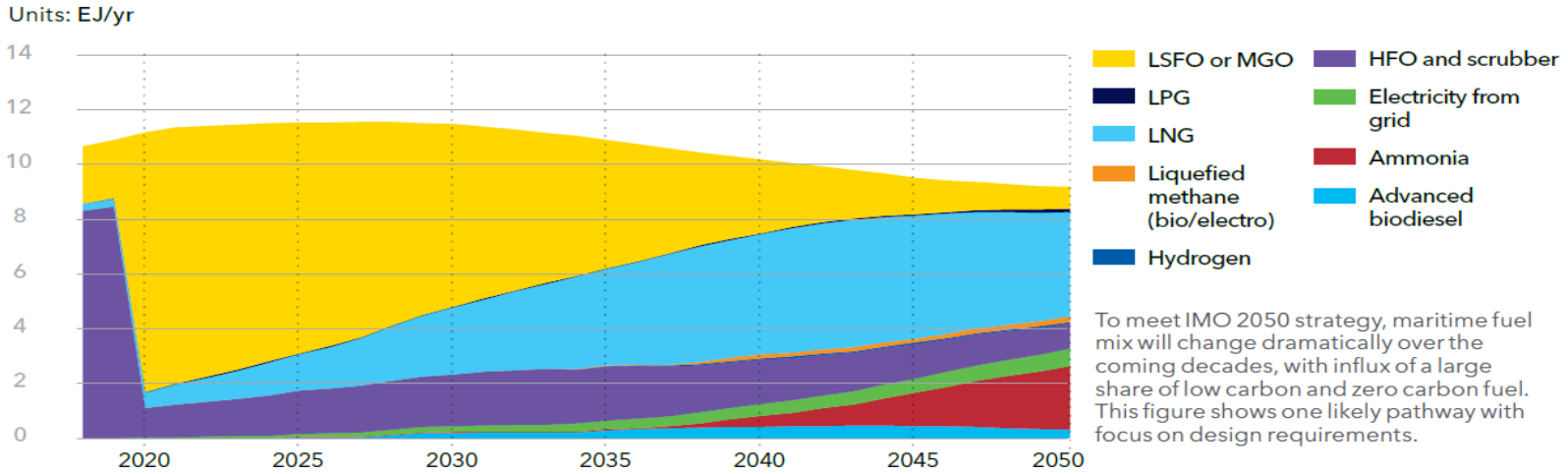
주요 내용

- **데이터 레코더 작동**(세척수 시간, 위치, 압력, 유량 등 기록)
- **데이터기록 장치**: 변조방지, 읽기전용, 0.0035Hz↑ 속도 기록(18개월 선박 보관)
- **검사관** 설치된 **배기가스 정화 시스템**과 관련된 **승인 문서 요청·확인 가능**
- **질산염 배출 데이터 제시**(검사 전 3개월 이내)→**질산염 배출 데이터** 및 **분석증명서는 EGC 기록**의 **일부로 선박 비치** 및 **PSC 검사관**에게 **제출**
- **선원**은 **개방형** 혹은 **폐쇄형**이 해당 지역에서 **작동가능**한지 **여부**를 **알아야 하고**, **폐수 배출**을 **금지**해야 함

자료 : Marine Insight "How ships can prepare for PSC Inspection for IMO 2020?

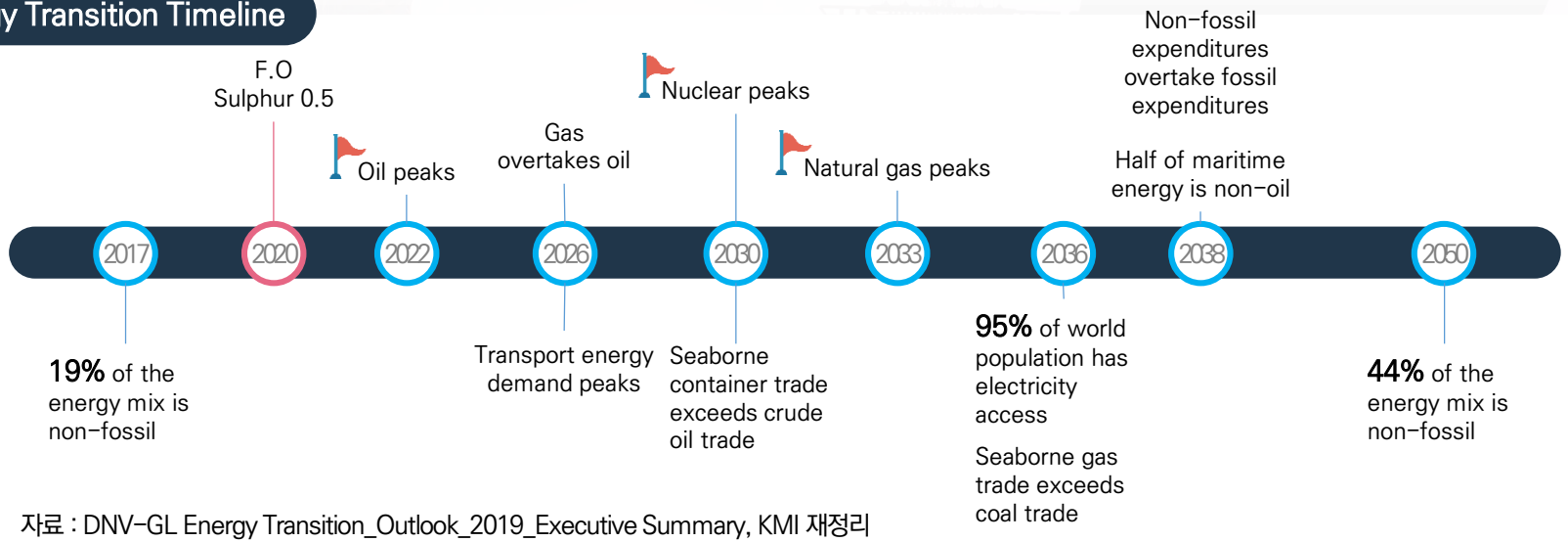
3. 선박 연료유 공급체계 분석 및 전망

Maritime energy demand and projected fuel mix



자료 : DNV-GL Energy Transition_Outlook_2019_Maritime Forecast to 2050

Energy Transition Timeline



자료 : DNV-GL Energy Transition_Outlook_2019_Executive Summary, KMI 재정리

3. 선박 연료유 공급체계 분석 및 전망

해양연료의 수요 및 정제 전망

- 초저유황 연료유의 수요는 가격경쟁력 우위를 앞세워 빠르게 성장할 것으로 예상

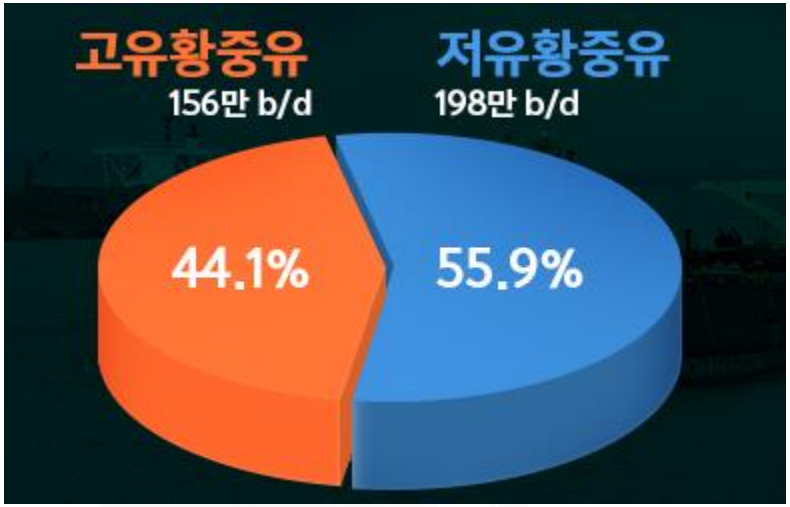
(단위 : 백만 b/d)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
수요							
해양 고유황 연료유	3.4	3.5	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1
이중 스크러버 설치	0.2	0.3	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0
이중 규정 미준수	-	-	0.7	0.3	0.1	0.1	0.1
초저유황 연료유	0.0	0.0	1.0	1.4	1.6	1.7	1.8
해양 가스유	0.9	0.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.9
내륙 연료유	3.6	3.5	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0
내륙 가스유	27.7	27.9	27.9	28.0	28.1	28.2	28.4
정제/공급							
가스유 공급	28.5	29.0	29.8	30.1	30.7	30.8	30.8
초저유황 연료유와 저유황 연료유 혼합	0.0	0.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
연료유 생산량	7.0	6.6	6.3	6.2	6.2	6.1	6.0

자료 : Oil 2019(IEA)

3. 선박 연료유 공급체계 분석 및 전망

해운 및 정유산업의 당면 과제



자료 : Clarksons

- 해운선사는 양질의 저유황 중유 확보를 비롯하여 운항 선대의 원활한 연료 전환을 위한 과제에 직면
  - ✓ Clarkson 리포트에 따르면, 1월 저유황유 수요 급증으로 저유황 연료 수요의 절반 정도 밖에 공급하지 못할 가능성이 존재. 그러므로 해운선사는 저유황유 공급망 확보에 주력

- 한편, IMO는 저유황유 공급업체에 대한 규제를 강화해 안정적인 저유황유 공급을 도모할 계획
  - ✓ 인화점 기준 등 기준에 부적합 선박연료유 공급 시 제재 가능한 권고방안 채택

☞ IMO 2020 규제에 대비해 해운 및 정유산업은 각각 저유황유 공급체계 확보와 적합한 연료유의 원활한 공급 등의 과제에 직면

4. 해운산업 선박온실가스 규제 분석 및 전망

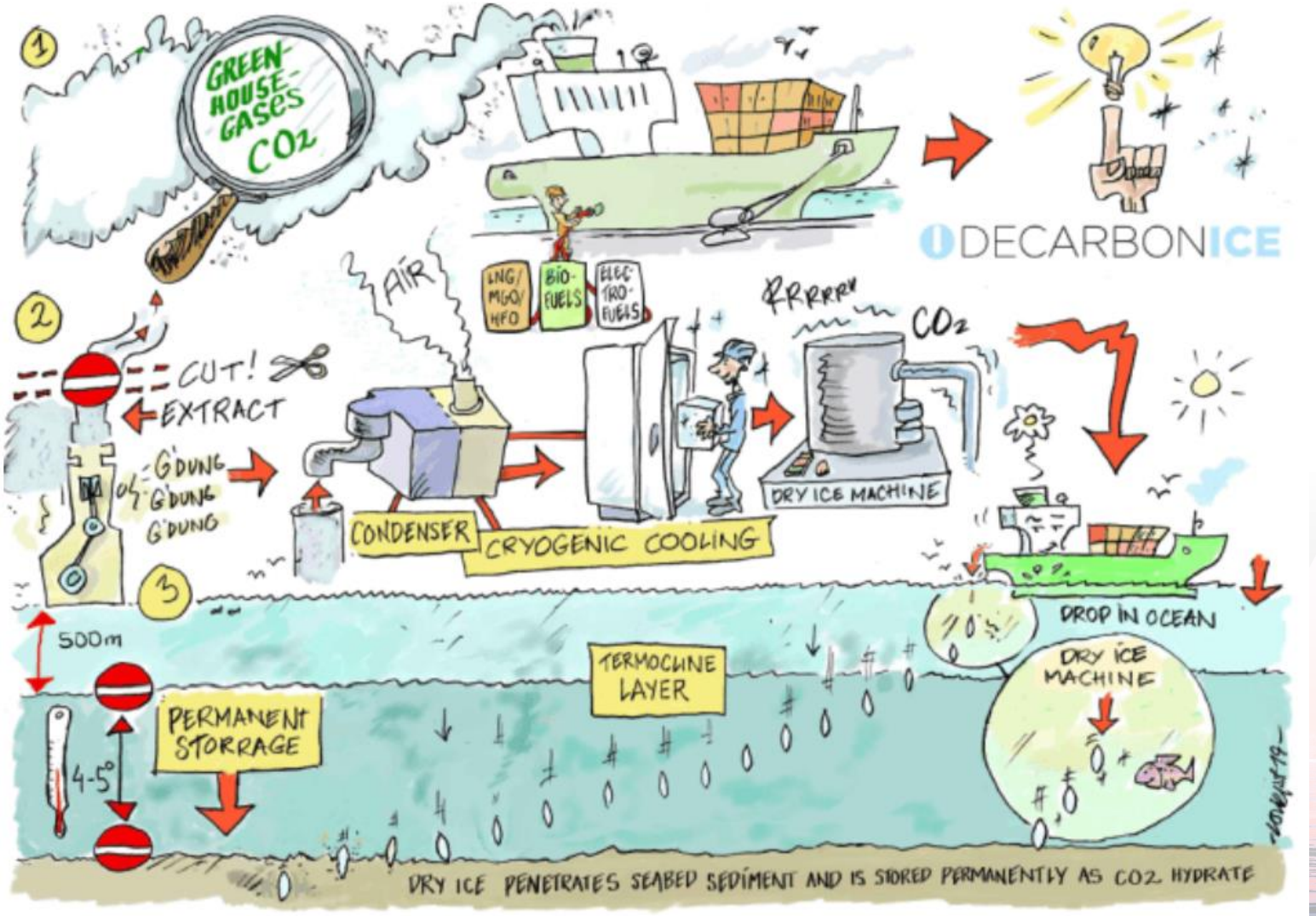
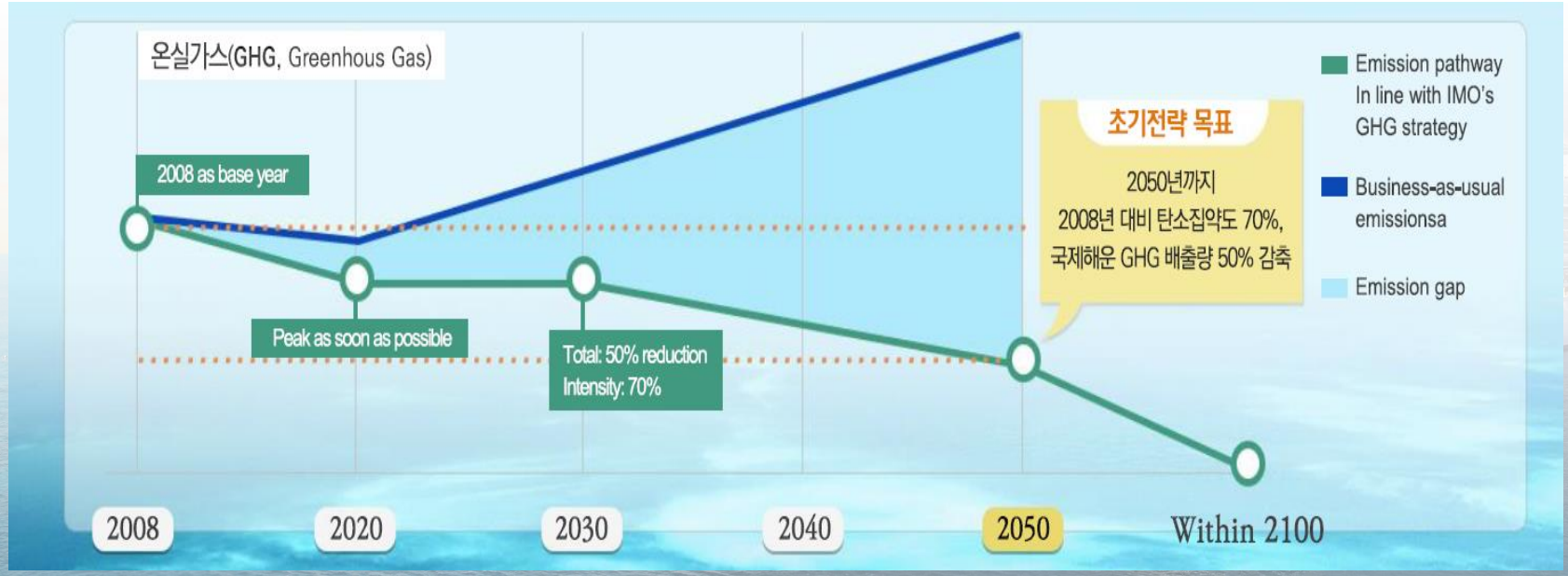


Image Credits: nyk.com

4. 해운산업 선박온실가스 규제 분석 및 전망

해양환경보호위원회(MEPC) : 선박 온실가스 배출규제

주요사안1	2018년 4월	제72차 MEPC에서 선박 온실가스 감축을 위한 초기전략 채택
주요사안2	2018년 10월	제73차 MEPC에서 초기전략 후속활동 계획 마련
대응방안1	2019년 ~	IMO 선박 온실가스 배출규제 대응 국가 로드맵 마련
대응방안2	2020년 ~	'환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률' 시행



4. 해운산업 선박온실가스 규제 분석 및 전망

IMO는 온실가스 감축 초기 전략 달성을 위한 14가지 접근 방법을 구체화하여 2023년 최종 전략을 수립할 예정

- 최근 현조선 에너지효율 향상을 위한 접근방법에 대해 활발히 논의되고 있으며, EEXI(EEDI프레임워크를 기반으로 하는 현존선 규제), SEEMP강화, 선속규제, 선속최적화 등이 있음

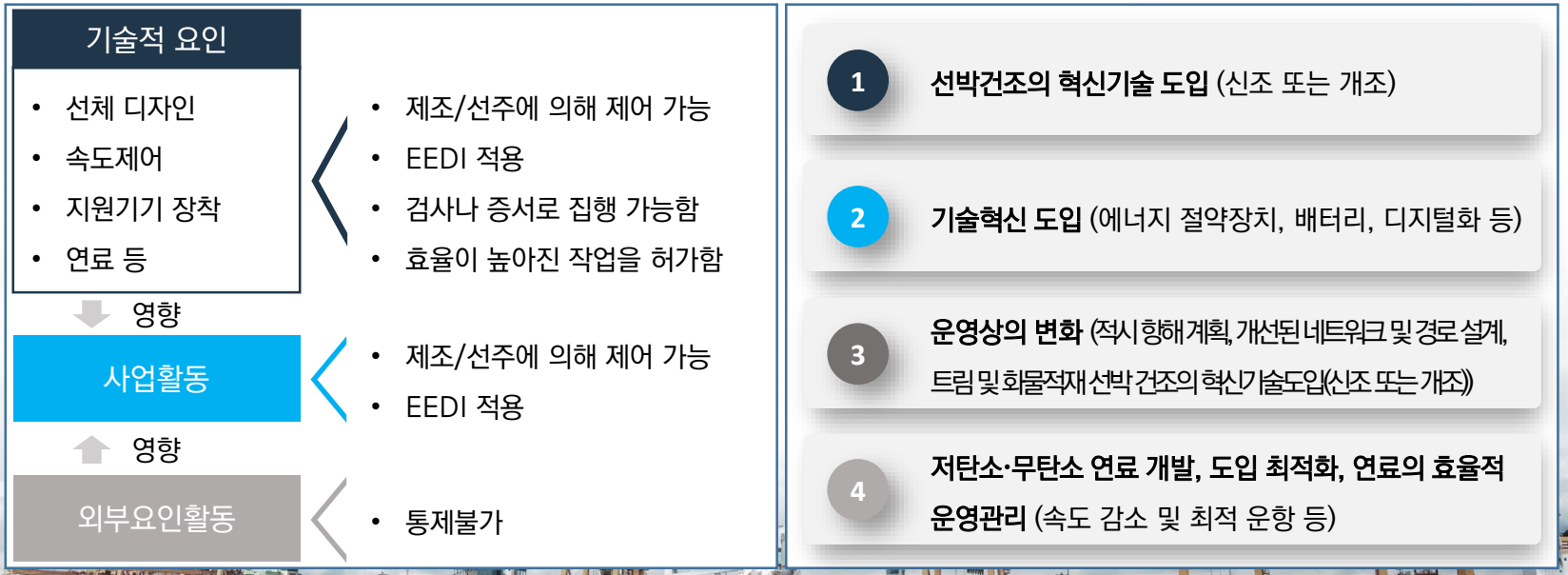
IMO 초기전략 접근방법	주요 내용	구분	기간
1	EEDI 프레임워크를 기반으로 하는 현존선 에너지 효율 향상	기술개발	단기
2	신조선의 EEDI 프레임워크 강화		
3	SEEMP 프레임워크를 기반으로 하는 현존선 에너지 효율 향상		
4	적절한 운항에너지효율지수 식별		
5	최적 속도 및 선박 감속 규제 개발		
6	메탄슬립 감축 규제 개발		
7	휘발성 유기화합물(VOCs) 감축 규제 개발		
8	국가활동계획(NAP) 개발 권장	거버넌스	
9	선박 GHG 감축을 위한 항만 개발활동 장려		
10	연구개발(R&D) 활동 착수 및 지원		
11	First mover를 위한 인센티브제도 개발		
12	모든 연료에 대한 전주기 GHG/탄소집약도 지침 개발	대체에너지	중장기
13	대체 저탄소/무탄소 연료 활성화를 위한 프로그램 마련		
14	새롭고 혁신적인 감축 메커니즘(시장기반조치(MBM) 등)	기술개발/거버넌스/대체에너지	

4. 해운산업 선박온실가스 규제 분석 및 전망

IMO 초기전략 달성을 위해 현존선 온실가스배출규제는 필수적인 사항임

- 2013년 1월 1일 이후 건조된 신조선의 경우 EED의 적용으로 온실가스 배출량이 적음
  - 그 이전에 건조된 현존선의 경우 선박 사용 연수를 고려 했을 때 2030년이 되어도 고탄소배출선박으로 운항될 가능성이 높음

선박에너지효율 향상을 위해 선박에 적용되는 방법

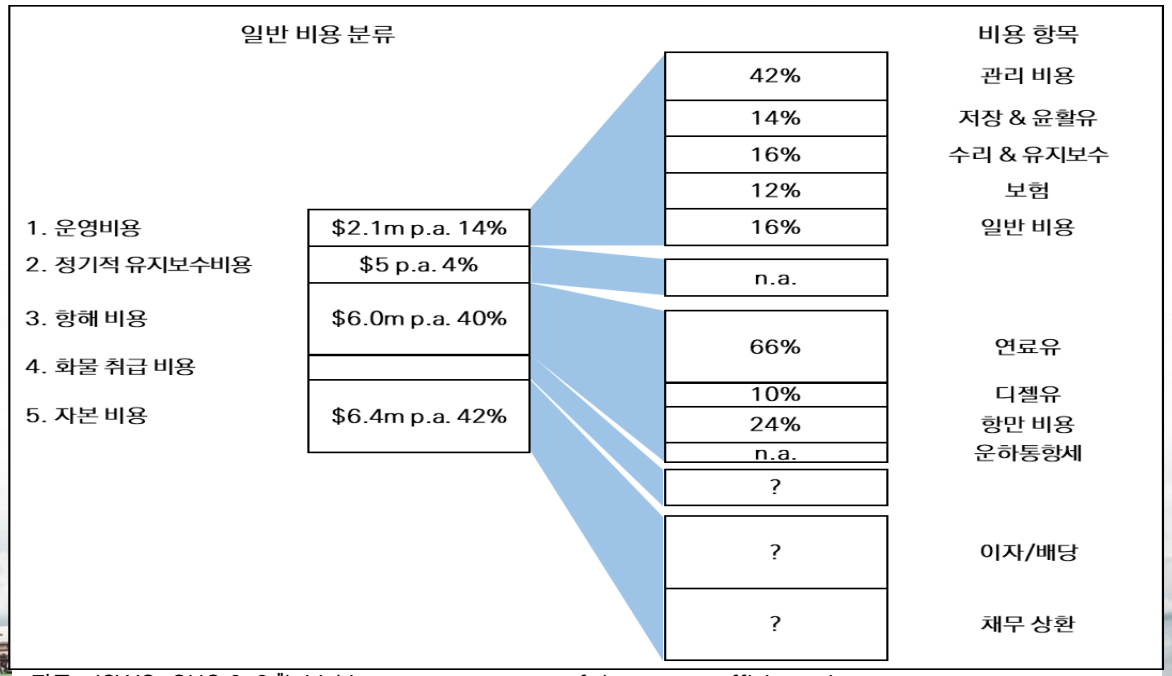


4. 해운산업 선박온실가스 규제 분석 및 전망

일반적으로 선박 에너지효율이 향상되면 연료사용량의 감소로 운항비용이 줄어듦

- 현존선은 에너지 효율 향상을 위해 선박개조, 에너지저감을 위한 추가적인 장치를 도입 → 조기 폐선 및 신조건조 등 부가 비용 발생
- 단순 선속 감소를 통해 에너지효율을 향상 시킬 경우 선박 추가 투입 등으로 운항비가 높아지거나 전환수송(철도, 항공 등) 가능성 발생 → 해운분야 온실가스 감축효과 미미

벌크선의 주요 운영 비용 분석



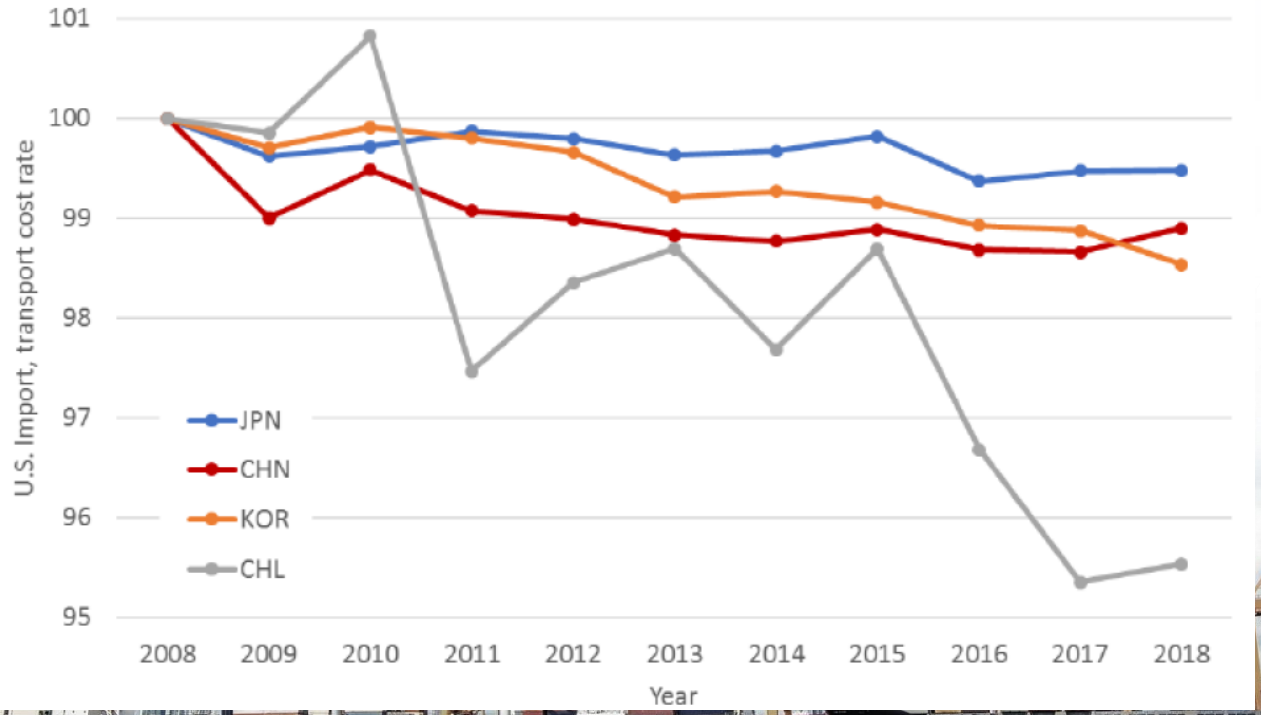
자료 : ISWG-GHG 6-2 "Initial impact assessment of the energy efficiency improvement measure on existing ships (EEXI)"

4. 해운산업 선박온실가스 규제 분석 및 전망

현재 IMO에서 논의되고 있는 현존선 에너지규제 조치에 대한 해운산업의 영향평가 시급

- 우리나라 해운산업 특성을 반영한 현존선 규제의 영향평가가 필요하며,
  영향평가 결과를 토대로 도입 가능한 기술적 수단 및 경제성 분석 등을 자체평가를 실시하고,
  적절한 대응방안을 수립할 필요가 있음

주요국가의 US 수입비용 대비 운송비 비율 (2008-2018). ISWG-GHG 6-2



Thank you

Q & A

PARK, Han-Seon/hspark@kmi.re.kr
president133@hanmail.net
Facebook:(Han-Seon, Park),
KMI Maritime Safety Department,
Maritime Industry&Safety Division,
SafeEnv KMIinfpark.