

# Are You Ready for the 4<sup>th</sup> Industrial Revolution?

2020. 7. 29 (수)

**meritz** Strategy Daily

## 전략 공감 2.0

### Strategy Idea

ESG 메가 트렌드, 채권으로 확장중

### 오늘의 차트

LVMH 어닝 쇼크, 럭셔리 브랜드의 위기일까

### 칼럼의 재해석

차세대 선박엔진 - 암모니아 편

본 조사분석자료는 제3자에게 사전 제공된 사실이 없습니다. 당사는 자료작성일 현재 본 조사분석자료에 언급된 종목의 지분을 1% 이상 보유하고 있지 않습니다.

본 자료를 작성한 애널리스트는 자료작성일 현재 해당 종목과 재산적 이해관계가 없습니다.

본 자료에 게재된 내용은 본인의 의견을 정확하게 반영하고 있으며, 외부의 부당한 압력이나 간섭 없이 신의 성실하게 작성되었음을 확인합니다.

본 자료는 투자자들의 투자판단에 참고가 되는 정보제공을 목적으로 배포되는 자료입니다. 본 자료에 수록된 내용은 당사 리서치센터의 추정치로서 오차가 발생할 수 있으며 정확성이나 완벽성은 보장하지 않습니다. 본 자료를 이용하시는 분은 본 자료와 관련한 투자의 최종 결정은 자신의 판단으로 하시기 바랍니다. 따라서 어떠한 경우에도 본 자료는 투자 결과와 관련한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다. 본 조사분석자료는 당사 고객에 한하여 배포되는 자료로 당사의 허락 없이 복사, 대여, 배포 될 수 없습니다.

Strategy Idea



▲ **퀀트**  
 Analyst **강봉주**  
 02. 6454-4903  
 bj.kang@meritz.co.kr  
 RA **이정연**  
 02. 6454-4895  
 jungyeon.lee@meritz.co.kr

## ESG 메가 트렌드, 채권으로 확장중

- ✓ ESG 투자는 채권 시장에서도 꾸준히 성장하는 추세, 포스트 코로나 시대에 성장 가속 예상
- ✓ ESG 채권 투자는 그린 본드를 중심으로 형성, 최근에는 사회적 채권, 지속가능 채권도 성장
- ✓ ESG 채권 투자를 위한 인덱스 개발, 운영 활발, ESG 투자 관리, 감독 기구 설립 확대중

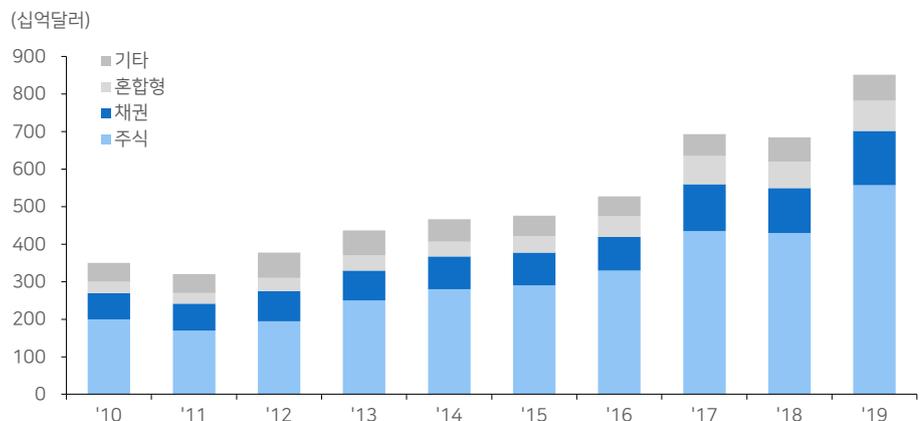
### ESG 채권 시장 규모 증가, 포스트 코로나, 그린 뉴딜로 성장 가속화

필자는 지난 4월 28일 자료 'ESG 총정리' 에서 ESG 투자 방법론, 성장배경, 성과, 최신 트렌드 등에 대해 상세히 기술했다. ESG투자는 E(환경), S(사회), G(지배구조)가 우수한 기업에 투자하는 개념이며, 미국, 유럽을 중심으로 투자 과정상의 필수 고려 요소로 자리매김하고 있다는 점을 주로 주식 영역에서 설명했다.

본 자료에서는 채권 관점에서 ESG 투자 환경을 설명하고자 한다. 최근에 포스트 코로나의 시기적 특성, 정부의 그린 뉴딜 계획과 맞물려 국내에서도 ESG 채권 투자가 성장하기 시작했다. 우선, 글로벌 펀드 시장 내에서 자산군별 ESG 펀드 규모 추이를 보자. 전체적으로 성장하는 가운데 ESG 채권 펀드 규모는 2019년 9월 기준 약 1,300억 달러로 아직 ESG 주식 펀드에 비해 규모는 4분의 1 수준이다.

ESG 펀드는 주식형 펀드가 먼저 성장, ESG 채권 펀드도 성장중

그래프1 자산군별 ESG 펀드 규모 : 전반적으로 성장세 지속, 채권은 주식 대비 4분의 1수준

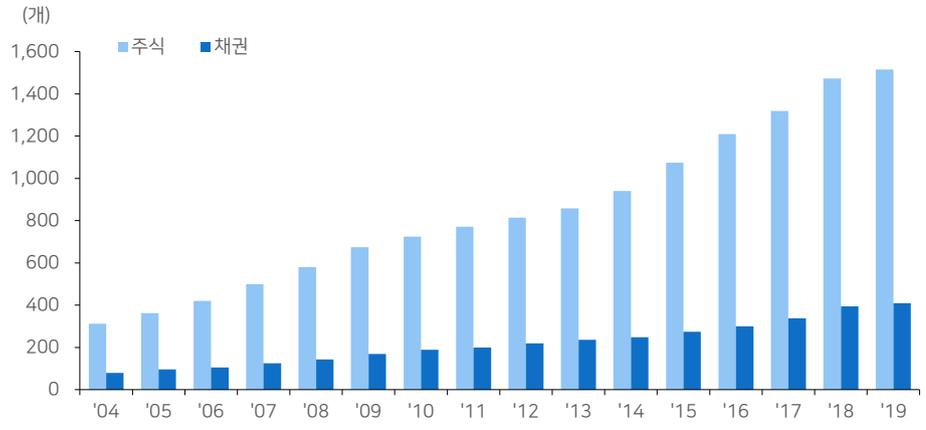


주: ESG 위주의 투자 전략을 구사하는 펀드 위주로 집계로 협의의 ESG 펀드 규모를 나타냄  
 자료: JP Morgan, Bloomberg, 메리츠증권 리서치센터

ESG 채권은 ESG 주식에 대해 규모 면에서 아직 작은 수준이나 성장세 지속 전망

ESG 펀드 숫자 규모에서도 채권은 주식에 비해 4분의 1 수준으로 시장 형성이 상대적으로 덜 진행됐다. 이는 기본적으로 채권 시장이 국채 위주로 형성되어 있기 때문이다. 국채 투자자 입장에서는 해당 국가의 신용 등급을 고려하여 주식보다 낮지만 안정적인 수익을 추구한다. 주식에 비해 ESG 요소가 투자 상품의 선별에 개입되는 정도가 기본적으로 낮은 것이다.

그림2 ESG 펀드수 : 주식 vs 채권

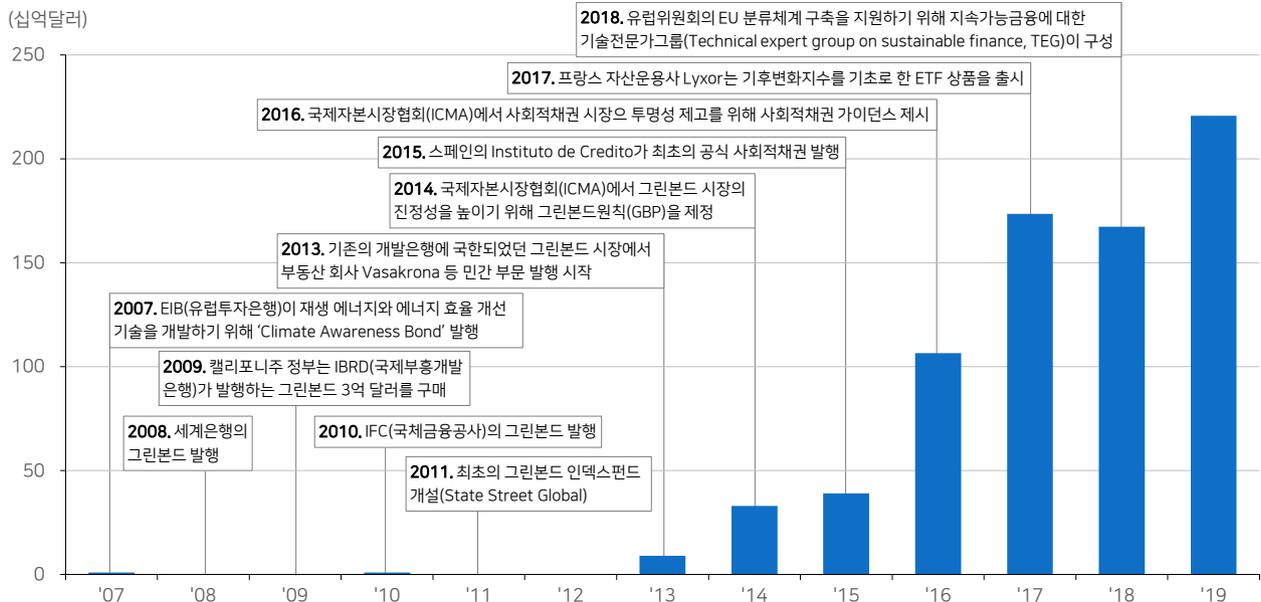


자료: JP Morgan, Bloomberg, 메리츠증권 리서치센터

2007년 이후 ESG 채권 성장  
2015년 파리 기후협정 이후  
그린 본드 중심의 ESG 채권 확대

ESG 채권의 역사를 보면 2007년 유럽투자은행(EIB)이 신재생 에너지 개발, 에너지 효율성 향상을 위해 'Climate Awareness Bond' 라는 채권을 발행한 것을 최초 사례로 볼 수 있다. 이후 2015년 UN 기후변화회의에서 채택된 파리기후협정 이후 글로벌 ESG 채권 시장이 '그린본드'를 중심으로 급성장했다.

그림3 ESG 채권 발행 및 투자 역사



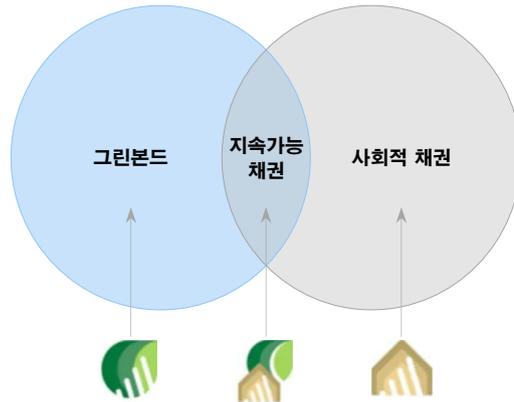
자료: BBVA, 메리츠증권 리서치센터

### ESG 채권 유형별 현황

그린 본드, 사회적 채권, 지속가능 채권으로 구분

ESG 채권은 발행자금이 친환경(E), 사회적 가치(S), 지배 구조 개선 및 지속 가능한 성장(G)에 관련된 투자에 사용되는 채권이다. 주요 유형으로 그린 본드(녹색 채권), 사회적 채권, 지속가능 채권으로 분류한다. 그린 본드는 신재생 에너지 등 친환경 프로젝트나 사회기반시설에 투자할 자금을 마련하기 위해 발행된다. 사회적 채권은 사회적 가치 창출 사업에 투자할 자금, 지속가능채권은 환경 친화적이며 사회적 가치를 창출하는 양쪽의 사업에 투자할 자금을 마련하기 위해 발행된다.

그림4 지속가능 채권 = 그린 본드 + 사회적 채권

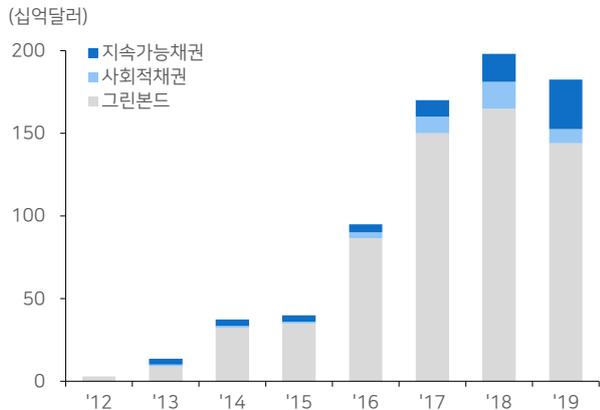


자료: 메리츠증권 리서치센터

그린 본드가 ESG 채권의 성장을 견인, 최근에는 사회적 채권도 성장 가속화

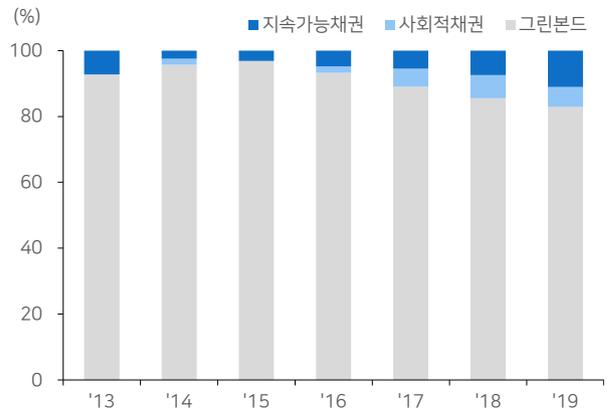
글로벌 ESG 채권 시장은 그린 본드를 중심으로 성장해왔으며 최근에는 사회적 채권에 대한 관심과 함께 투자 규모도 크게 증가했다. 대표적 사례로는 네덜란드의 Nederlands Waterschapsbank 가 2017년 48억 달러, 2018년 32억 달러를 사회적 채권으로 발행했다. 2018년 한국주택금융공사가 5.7억 달러, 기업은행 5억 달러, 일본의 Japan Student Services Organization의 5.4억 달러 발행 등 아시아에서의 사회적 채권 발행도 꾸준히 증가하고 있다.

그림5 ESG 채권 펀드 종류별 발행규모



자료: JP Morgan, Bloomberg, 메리츠증권 리서치센터

그림6 ESG 채권 유형별 비중



자료: JP Morgan, Bloomberg, 메리츠증권 리서치센터

ESG 채권 유형의 대부분을 차지하는 그린 본드는 지구 온난화, 환경 보존 등의 사회적 관심과 함께 다양한 형태로 발행되고 있다. 특히 2019년에는 CBI (Climate Bond Initiative)에 의하면 2019년 글로벌 그린 본드 발행 규모는 2,600억 달러로 2018년 대비 51% 나 증가했다.

비금융 기업들의 그린 본드 발행 증가, 에너지, 건물, 운송 분야에 투자금 집행 집중

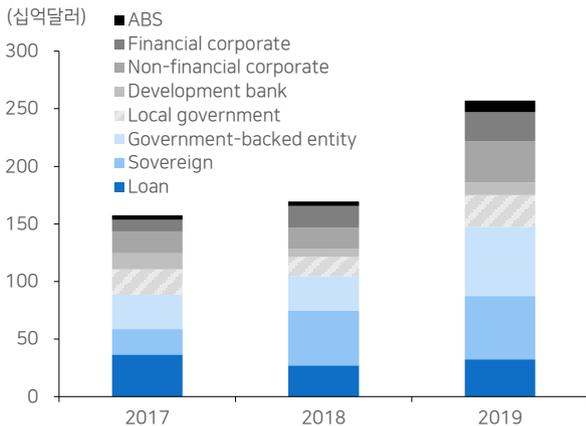
최근에는 금융사가 아닌 비금융 기업들이 직접 그린 본드를 발행하여 환경 관련 프로젝트에 자금 조달을 하는 경우가 늘어나고 있다. 투자금 집행 분야는 에너지, 건물, 운송 분야가 대부분을 차지한다. 국가별로는 미국을 중심으로 중국, 프랑스, 독일 순이며 한국은 12위이다.

표1 그린 본드 유형

유형	채권 판매를 통한 모금된 투자금	부채 상환 청구
투자금 집행 채권	녹색 프로젝트에 배당	발행기관에 상환 청구: 발행기관의 타 채권과 동일한 신용평가 적용
투자금 집행 세입담보채권 또는 자산유동화 증권	녹색 프로젝트에 배당 또는 재투자	발행기관으로부터의 매출 (수수료, 세금 등이 채무 담보)
프로젝트 채권	특정 내재 녹색 프로젝트에만 투자	프로젝트의 자산에 대해서만 상환 청구
증권화 채권	녹색프로젝트 포트폴리오에 재투자 또는 녹색 프로젝트에 배당	프로젝트 그룹에 상환 청구 (e.g. 태양광 임대 또는 녹색 모기지)
커버드 본드	커버드 풀 내의 적격 프로젝트에 배당	발행기관, 발행기관이 상환능력이 없는 경우 커버드 풀에 상환 청구
여신	적격 프로젝트에 배당 또는 적격 자산 담보화	무담보 여신: 채무자에게 청구 담보여신: 담보물건에 대하여 상환 청구
기타 부채상품	적격 프로젝트에 배당	

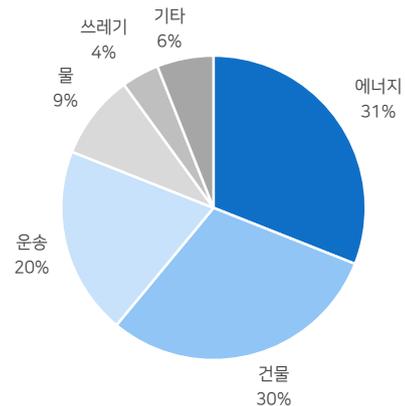
자료: CBI, 메리츠증권 리서치센터

그림7 글로벌 그린 본드 발행 주체별 발행량



자료: CBI, 메리츠증권 리서치센터

그림8 그린 본드의 자금 집행 분야



자료: CBI, 메리츠증권 리서치센터

**표2 국내 기업의 주요 그린 본드 발행 내역\_2019년 까지**

번호	발행기관	발행일	발행금액	번호	발행기관	발행일	발행금액
1	한국수출입은행	2013-02-21	5억달러	27	LG화학	2019-04-15	5억달러
2	한국수출입은행	2016-02-03	4억달러	28	LG화학	2019-04-15	5억유로
3	현대캐피탈	2016-03-08	5억달러	29	신한은행	2019-04-15	4억달러
4	KDB산업은행	2017-06-28	3억달러	30	현대캐피탈	2019-04-25	3,000억원
5	한진인터내셔널	2017-09-25	3억달러	31	우리은행	2019-05-08	4.5억달러
6	한국수출입은행	2018-03-08	4억달러	32	미래에셋대우	2019-05-07	3억달러
7	한국수자원공사	2018-05-08	3억달러	33	KDB산업은행	2019-05-13	4,000억원
8	KDB산업은행	2018-05-29	3,000억원	34	한국수력원자력	2019-05-28	3,000억원
9	한국동서발전	2018-07-19	5억달러	35	대한민국정부	2019-06-13	5억달러
10	한국수력원자력	2018-07-25	6억달러	36	한국전력공사	2019-06-17	5억달러
11	IBK 기업은행	2018-08-02	5억달러	37	국민은행	2019-06-25	5억달러
12	롯데물산	2018-08-02	2억달러	38	포스코	2019-07-09	5억달러
13	신한은행	2018-08-30	2,000억원	39	한화에너지USA	2019-07-24	3억달러
14	한국남부발전	2018-09-28	1,000억원	40	신한금융지주	2019-07-30	5억달러
15	KB국민은행	2018-10-16	3억달러	41	롯데물산	2019-07-31	3억달러
16	KDB산업은행	2018-10-24	3,000억원	42	SK이노베이션	2019-08-15	6.2억달러
17	LG디스플레이	2018-11-08	3억달러	43	SK이노베이션	2019-08-15	5억위안
18	한국중부발전	2019-01-14	3억달러	44	신한카드	2019-08-28	1,000억원
19	KEB하나은행	2019-01-23	6억달러	45	현대카드	2019-08-30	2,400억원
20	한국서부발전	2019-01-24	1.96억달러	46	SK에너지	2019-09-09	5,000억원
21	KB국민은행	2019-01-28	4.5억달러	47	IBK 기업은행	2019-09-12	6,500억원
22	현대캐피탈	2019-01-31	2억스위스프랑	48	GS칼텍스	2019-10-17	1,300억원
23	우리은행	2019-02-18	2,000억원	49	산업은행	2019-10-21	4,000억원
24	IBK 기업은행	2019-02-21	3,000억원	50	한국전력공사	2019-10-28	2,000억원
25	우리카드	2019-04-12	1,000억원	51	현대캐피탈	2019-12-05	2,000억원
26	LG화학	2019-04-15	5억달러				

자료: 한국거래소, 메리츠증권

사회적 채권은 공공기관의 발행 비중이 큼

사회적 채권 발행은 2017년 이후 급증하기 시작했다. 발행 주체로는 공공기관, 기업체, 금융기관, 지방정부, 국제기관이 있으며 공공기관의 발행량이 현재로는 가장 크다. 사회적 채권 발행의 예시로는 영국의 MORhomes(영국 내 사회주택 건설자금을 제공하는 공적 회사)가 주거 안정 지원 목적으로 2019년 2.5억 파운드 규모로 발행한 경우가 해당한다.

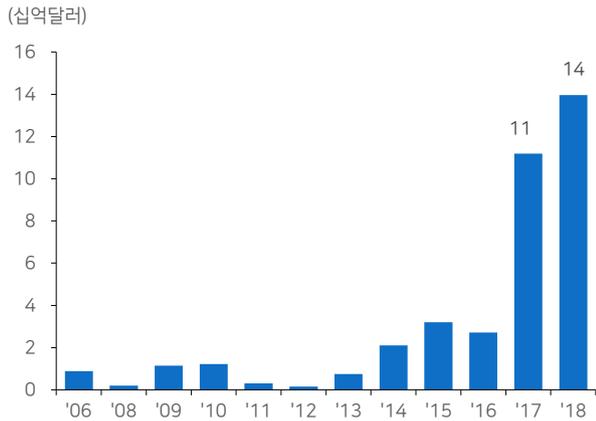
최근 국내에서도 2019년에 산업은행이 일자리를 창출하는 중소, 중견 기업에 저금리 자금 지원 목적으로 4천억의 사회적 채권을 발행한 바 있다. 2020년 4월에는 국민은행이 코로나로 어려움을 겪는 중소기업에 대한 대출 등을 목적으로 4천억 규모의 사회적 채권을 발행했다.

표3 사회적 채권 유형

유형	내용
Standard Social Use of Proceeds Bond	사회적 채권 원칙에 적합한 표준 사회적 채권
Social Revenue Bond	사회적 채권 원칙을 준수하나 비소구대출로 해당 프로젝트의 이윤이나 수수료 등만으로 상환하는 대출
Social Project Bond	투자자가 해당 프로젝트의 리스크에 직접 노출되는 사회적 채권
Social Securitised and Covered Bond	커버드본드나 MBS 등 특정 사회적 프로젝트를 담보로 발행되며 주로 해당 자산으로부터의 현금흐름으로 상환되는 대출

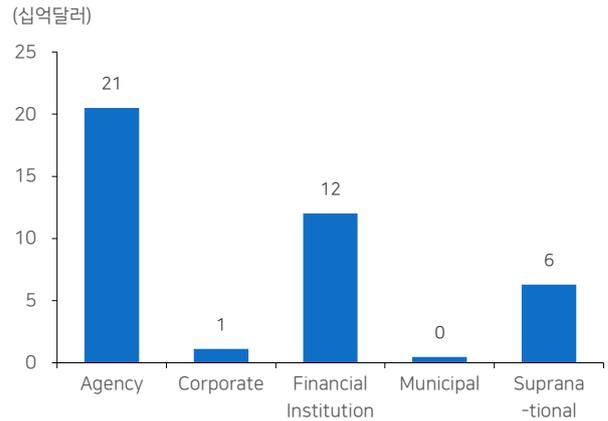
자료: 한국주택금융공사, 메리츠증권 리서치센터

그림9 글로벌 사회적 채권 신규발행 규모 추이



자료: Environmental Finance Bond Database, 메리츠증권 리서치센터

그림10 발행 기관별 사회적 채권 발행량



자료: Environmental Finance Bond Database, 메리츠증권 리서치센터

**최근 동향 : ESG 채권 인덱스 적용, 그린 와싱에 대한 관리, 감독 필요**

ESG 주식 인덱스(지수)와 마찬가지로 채권 분야에서도 패시브 투자를 가능하게 하는 ESG 채권 인덱스가 개발되어 확대되기 시작하는 중이다. ESG 주식 분야의 인덱스 대표사업자인 MSCI가 Bloomberg와 협력하여 ESG fixed income 지수를 개발했다. ESG 등급을 포괄적으로 고려하여 구성한 Board ESG 지수, 친환경 사업 지원에 집중하는 목적의 Thematic ESG 지수의 2종류가 대표적이다.

ESG에서도 패시브 투자, 인덱스 개발 확대될 전망

JP Morgan과 BlackRock이 공동으로 개발한 JP-Morgan ESG 지수는 신흥국 채권의 재무적 요소에 ESG 평가 등급을 반영하여 채권 포트폴리오 구성을 돕기 위해 설계 되었다. 투자 분야 전반에 대한 패시브 투자의 비중 확대 추세와, 운용의 편리성, 효율성을 고려할 때 ESG 채권 영역에서도 인덱스 개발, 패시브 투자 확대 경향은 지속될 것으로 보여진다.

표4 JP Morgan\_BlackRock의 ESG 이머징 채권 인덱스의 구성 방법론 예시

유니버스 설정			추가적인 고려 사항	
1단계	2단계	3단계	4단계	5단계
필터	ESG 설정	추가 평가 요소 고려	리서치 강화	피드백
<ul style="list-style-type: none"> <li>투자 제한 범위 및 위험 노출도 설정</li> <li>유엔 사회적 책임에 대한 기준 위반 및 무기, 도박 관련 기업 제외</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESG 평가 기준 확립 및 적절한 외부 데이터 피드 통합</li> <li>벤치마크 내 종목 비중 조절(Tilting) 및 제외 종목 기준 정의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>벤치마크에 영향을 줄 수 있는 사안에 대한 추가적인 평가 기준 고려</li> <li>평가 요소별 가중치 결정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESG 조사 방법론을 통해 ESG 채권 선택 영역을 넓히거나 추가적으로 잠재적 알파를 발견</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ESG 채권을 발행한 기업과 정부로부터 ESG 평가 결과에 대한 피드백 수용</li> </ul>

자료: JP Morgan, BlackRock, 메리츠증권 리서치센터

ESG 자금 조달의 이점을 활용하고 실제 투자 집행 약속을 지키지 않는 '그린 워싱' 주의

ESG투자에 관련된 중요한 이슈는 '그린 워싱(Green washing)' 이다. 주식의 경우에 ESG 피평가 회사가 ESG 평가에서 높은 등급을 받기 위해 자사에 유리한 내용 위주로 선택적 정보 제공을 하거나, 실제 ESG 관련 활동을 과장하거나 왜곡하는 행위를 나타낸다. ESG 채권의 경우에 그린 워싱은 채권 발행자가 ESG의 이미지를 내세워 저금리 자금 조달, 세제 혜택 등을 활용하고 실제 자금 집행에서는 사전에 계획된 투자 약속을 지키지 않는 행위를 의미한다.

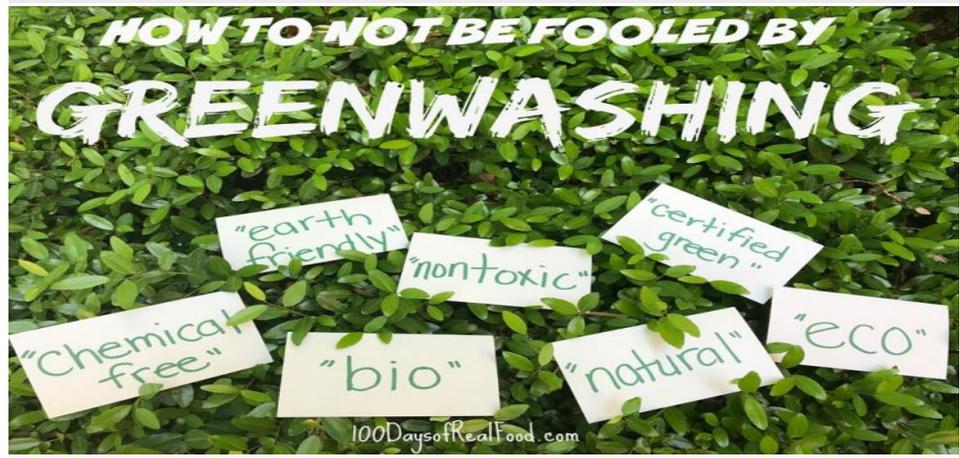
ESG 채권 발행자와 투자자 사이의 신뢰가 형성되어야 시장 확대의 선순환 가능

실제로 ESG 채권 시장에서 국내외에서 자금 조달 이후 자금 사용 내역에 대한 의심이 제기되는 경우가 종종 있다. 자금이 지원된 회사가 실제로 ESG 관련 프로젝트를 실천하고 있는지 등에 대한 관리, 감독의 필요성도 꾸준히 제기되고 있다. 결국, ESG 채권 발행자와 투자자 사이의 신뢰가 형성되어야 자금 집행의 연속성이 나타나고 시장 확대의 선순환이 일어나게 되는 것이다.

ESG 채권 관리, 감독, 인증 기관  
 설립 일반화

관련해서 2015년에 노르웨이 오슬로에 ESG 채권 정보센터가 설립됐으며, ESG 채권에 관한 세부 발행 조건, 발행사가 ESG 발행 당시 계획한 분야에 실제로 자금이 집행되고 있는지 등을 공개하고 있다. 결국, 이러한 감독 기관이 ESG 채권에 대한 인증 역할을 수행하게 되는데 이후 24개국이 ESG 채권 관리, 감독 기관을 만들었으며, 국내의 경우 지난 6월에 한국 거래소 내에 사회책임투자채권 전용 종합 정보센터를 구축한 바 있다.

그림11 그린 와싱 : ESG 채권 발행자가 저금리 이점만 활용하고 ESG 투자 실행에는 불성실



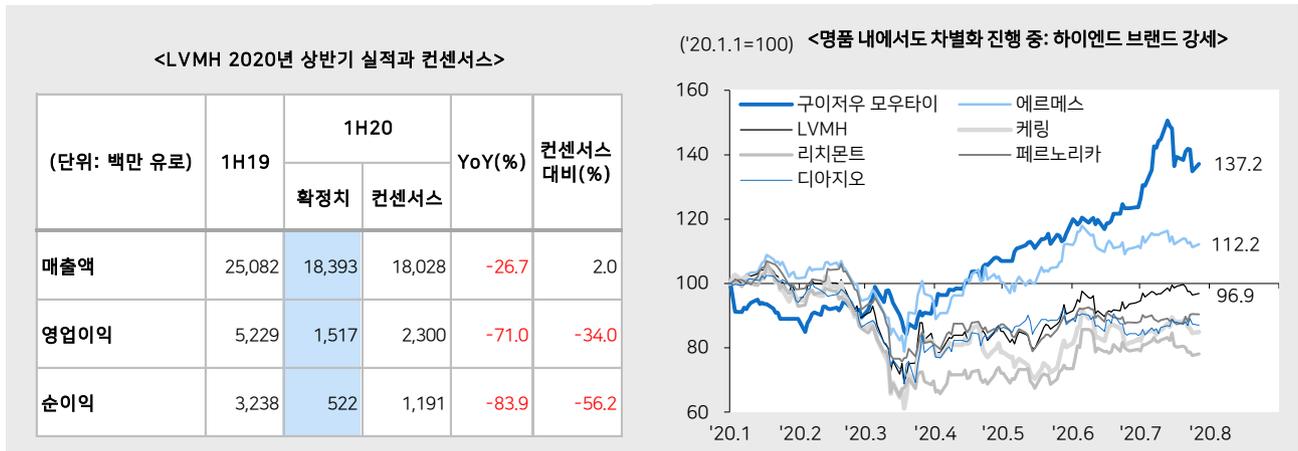
자료: SEA GOING GREEN

ESG 요소 고려가 투자 성과  
 향상에 기여, 연기금 투자 설계에  
 ESG 투자 방식에 대한 이해와  
 고려 필요

ESG 이슈에 대한 전 지구적 관심의 증가, 포스트 코로나 시대에 각국 정부가 적극적으로 재정 확대를 통해 국가 주도 프로젝트를 확대하는 점을 고려하면 ESG 투자는 향후 꾸준히 확대될 것이다. 기존의 재무적 지표 외에, ESG 요소에 대한 평가 및 고려가 투자 의사 결정에 포함될 때 장기적 투자 성과가 향상된다는 연구 결과도 꾸준히 발표되고 있다. 한국의 공적 연기금, 퇴직 연금의 막대한 규모를 고려할 때 ESG 투자 방식에 대한 지속적인 이해와 투자 방법론 설계가 요구된다.

**오늘의 차트** 박범지 연구원

**LVMH 어닝 쇼크, 럭셔리 브랜드의 위기일까**



자료: LVMH, Bloomberg, 메리츠증권 리서치센터

**루이비통(LVMH)의 어닝 쇼크  
순이익 컨센서스 56.2% 하회**

글로벌 명품 브랜드 루이비통으로 유명한 LVMH는 지난 27일 2020년 상반기 실적을 발표했다. 코로나19로 인한 충격을 예상했음에도 불구하고 순이익 기준 컨센서스를 56.2%나 하회하는 어닝 쇼크를 기록했다. 전년 동기 대비로는 83.9%나 감소한 수치이다. 해외여행객이 급감하면서 주요 판매 채널인 면세점과 오프라인 매장의 피해가 큰 탓이다. 베인앤컴퍼니에 따르면 중국 명품 구매의 약 3분의 2 수준이 해외에서 이루어졌던 것으로 추산되며, LVMH의 지역별 매출이 아시아를 제외하고 크게 급감한 배경이다.

**코로나19로 인한 명품 시장 변화  
첫 번째 '온라인화'**

코로나19가 장기화되면서 럭셔리 브랜드의 충격도 심화될 수 있다는 우려가 고조되는 한편, 명품 시장에서도 코로나19로 인한 큰 변화가 관찰되고 있다. 첫 번째는 '온라인화'다. LVMH는 구체적인 숫자를 언급하지 않았지만 전 부문 온라인 매출 고성장으로 매출액 방어에 성공했다고 밝혔다. 에르메스는 6월초 한국 공식 온라인몰을 오픈했으며, 일찍이 온라인몰을 운영하고 있던 샤넬과 구찌 등은 각각 카카오, 네이버와 제휴하여 영역을 확장하고 있다. 중국의 경우 이미 2016년 명품 시장의 전자상거래 규모가 47.7%를 차지할 정도로 온라인화되어 있었다. 코로나 19를 계기로 온라인 명품 시장이 확장되고 있는 셈이다.

**두 번째 '차별화'**

두 번째로는 명품 내에서도 '차별화'가 이루어지고 있다는 점이다. 중국이 전체 명품 시장을 주도한다는 점에서 내수 비중이 높은 명품 바이주 기업 구이저우 마오타이가 연초 이후로 +37.2% 상승했다. 이를 제외하면 샤넬과 함께 '명품 3대장'으로 꼽히는 하이엔드 브랜드 에르메스와 루이비통(LVMH)이 각각 +12.2%, -3.1%로 선전하고 있는 반면, 케링, 리치몬드 등 나머지 업체들은 대체로 부진한 흐름을 보이고 있다. 코로나19로 양극화가 심화될 것으로 전망되는 것처럼 명품 브랜드 내에서도 쏠림 현상이 관찰되는 것으로 보인다. 럭셔리 브랜드의 위기보다는 시장의 구조 변화로 보는 것이 적절한 듯하다.

**칼럼의 재해석** 배기연 연구원

**차세대 선박엔진 - 암모니아 편** (MDPI\_Journal of Marine Science and Engineering)

Wartsila는 Knutsen OAS shipping AS, Repsol, 그리고 Sustainable Energy Catapult Center과 함께 4-stroke엔진에 대한 세계 첫 long-term / full-scale / 암모니아 연료 테스트를 진행할 계획이라고 발표했다.

암모니아 연료는 carbon-free 대체연료로써 IMO(국제해사기구)의 탈탄소화 기조에 따라 대안으로 각광받고 있다. 참고로 IMO는 2018년 4월, 2050년까지 온실가스 배출량을 2008년 수준의 50%수준까지 감축한다는 목표를 수립했다.

부산대학교에서 발간하고 MDPI(Journal of Marine Science and Engineering)에 게재된 암모니아연료에 대한 선행연구에 따르면 2,500TEU급 컨테이너선을 기준으로 현재 테스트 중인 암모니아연료 추진 시스템은 크게 4가지로 분류되며 암모니아가격을 19년 선박연료 가격과 동일하다고 가정시 총 비용(cumulative cost for ship's life time)은 기존 선박 대비 1.8~3.6배 수준이다.

**선박엔진 Paradigm Shift**

선박추진수단 패러다임의 변화  
 돛 & 노 → 증기터빈 →  
 디젤엔진 → ???

돛(sail)이나 노(oar)를 통해 추진력을 얻었던 배(ship)는 18~19세기 산업혁명을 거치며 증기터빈, 왕복기관 등의 '외연기관'을 거쳐 현재의 '내연기관(Internal combustion engines, ICEs)' 패러다임(paradigm)으로 고착화 되었다. 세계적으로 배기가스(exhaust gas) 감축에 대한 목표 수립이 이뤄지며 선박엔진에 대한 선주, 조선사, 국가들의 고민이 이어졌다. 추진 메커니즘의 전환보다는 대체연료 선택 및 선박엔진 기술의 개발이 현실적이다.

**대체연료의 필요성**

화석연료의 온실가스 배출 문제  
 - 친환경 대체연료:  
 수소&암모니아 부각

전통 선박연료(HFO, Heavy Fuel Oil)의 분자식은 탄소(C)를 포함하고 있으며 연소시 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 배출하게 된다(C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub>). 화석연료 내 불순물은 연소시 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 등을 추가로 배출하며 이들이 온실가스이다. 2018년 4월 국제해사기구(IMO)가 선박에서 배출하는 온실가스 배출량을 2050년까지 2008년 수치의 50% 수준으로 줄이는 목표가 수립되자 수소(H<sub>2</sub>)와 암모니아(NH<sub>3</sub>)는 차세대 연료로써 부각되었다.

**디젤엔진(Diesel-engine)에 대한 이해**

디젤엔진은 내부로 분사된 연료의 폭발을 일으켜 피스톤 운동을 통해 동력을 발생시키는 장치다. 1) Operating-Cycle, 2) Construction, 3) Speed(rpm)에 따라 분류할 수 있다. 고도의 기술력을 필요로하며 대형선박에 추진체로 적합한 선박용 저속엔진의 경우 MAN-ES(덴마크), WinGD(스위스)가 원천기술자로 시장을 양분하고 있다. 국내시장의 경우 HSD엔진, 현대중공업, STX중공업이 두 Licensor들과 기술제휴 계약을 체결하여 엔진을 생산하고 있다.

### 차세대 연료: 암모니아, 수소

내연기관의 장점:  
대부분의 연료를 사용 가능

Diesel-engine(내연기관)은 원리 상 대부분의 연료를 사용할 수 있다. 단, 연료마다 고유의 성질이 다르기 때문에 연료에 적합한 Propulsion system의 개발이 필요하다(LNG, LPG 등 Gas-DF 엔진은 이미 상용화되었다). 암모니아의 경우 일본의 'The Green Ammonia Consortium'과 북유럽의 'ZEEDS(Zero Emission Energy Distribution at Sea)' 프로젝트, MAN Energy Solutions - Siemens Gamesa Renewable Energy 간 합작연구 등 상용화를 위한 세계적인 노력이 지속되고 있다. MAN ES에 따르면, 1) 에너지 밀도, 2) 끓는 점, 3) 보관의 용이성 등을 감안 시 수소보다 암모니아가 연료로써 개발속도가 빠를 개연성이 있다.

표1 전통 선박유(HFO), 수소, 암모니아 연료 비교

구분	단위	HFO	Compressed Hydrogen (350 bar)	Liquid Hydrogen	Liquid Ammonia
저위발열량 (Low heating value)	(MJ/kg)	40.2	120.0	120.0	18.6
Volumetric energy density	(MJ/m <sup>3</sup> )	39,564~42,036	5,040.0	8,500.0	14,100.0
발화점(Auto-ignition temperature)	(°C)	250.0	500~577	500~577	650~657
끓는점 (1기압 기준)	(°C)	N/A	N/A	-253.0	-33.4
응결 압력 (상온 기준)	(atm)	N/A	N/A	N/A	9.9
수소 함유 비중	(% by mass)	N/A	100.0	100.0	17.8

주: 저위발열량 - 연료 중에 포함되어 있는 수증기의 열량을 고려하지 않은 열량

자료: MDPI(Journal of Marine Science and Engineering) - A preliminary Study on an Alternative Ship Propulsion System Fueled by Ammonia: Environment and Economic Assessments, 메리츠증권 리서치센터

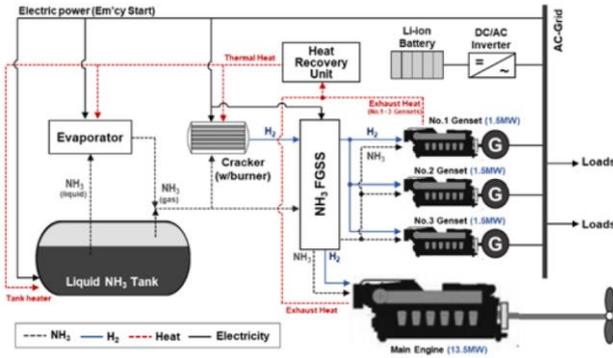
### NH<sub>3</sub>(암모니아) as Fuel 기술 동향

Ammonia as Fuel 최신 기술 동향

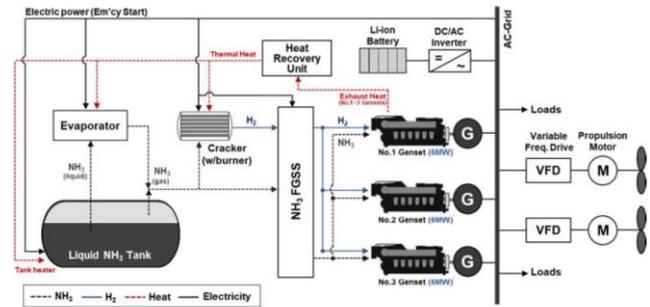
암모니아연료를 활용한 선박추진 방식은 Case1) Main Engine 추진방식, Case2) 발전기(genset)을 통한 전기에너지 추진방식, Case3) PEMFC를 통한 전기에너지 추진방식, Case4) SOFC를 통한 전기에너지 추진방식 등 4가지이다. 암모니아추진 M/E방식은 기존의 추진시스템과 같은 원리이며 연료만 암모니아연료로 대체한다. Case2~4)는 각각 발전기, PEMFC(Proton-Exchange Membrane Fuel Cell), SOFC(Solid Oxide Fuel Cell)를 통해 확보한 전력이 추진모터를 구동한다.

그림1 암모니아연료를 활용한 선박추진 방식

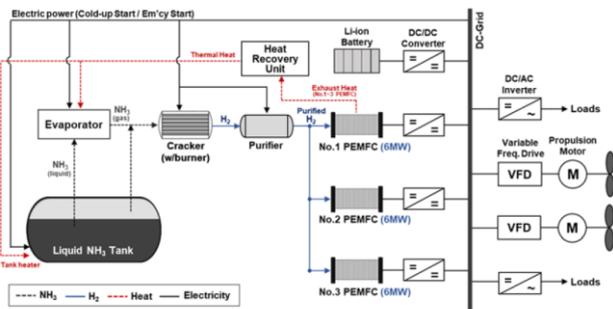
**Case1** 암모니아 추진 M/E



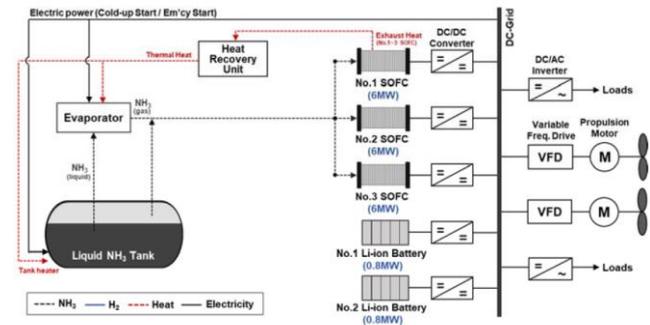
**Case2** 전력에너지 추진 방식 by Genset



**Case3** 전력에너지 추진 방식 by PEMFC



**Case4** 전력에너지 추진 방식 by SOFC



자료: MDPI, 메리츠증권 리서치센터

**NH<sub>3</sub>(암모니아) as Fuel – 아직까지는 낮은 경제성**

개선요구사항1 - 낮은 경제성

연료전지를 도입해야하는 Case3~4)보다 Case1) 암모니아추진 M/E 방식과 Case2) 발전기(Genset)을 통한 추진방식이 비교적 상용화 가능성에 근접하다. 그러나 가장 비용부담이 낮은 암모니아 M/E 방식의 경우에도 M/E 및 Genset에 각각 200달러/kW의 추가 CAPEX비용이 소요되며, 2,500TEU 컨테이너선 기준으로 약 350만달러의 추가 CAPEX투자가 불가피하다. 기타 추진 시스템 구축을 위해 Li-ion Battery, Cracker, Converter 등을 추가하면 초기 투자비용이 부담이 심화되어 3,000만달러인 척 당 선가를 감안할 경우 가격 경쟁력은 아직까지 없다.

**표2 선박 추진 시스템의 세부 장비별 Cost 조사**

장비	CAPEX	OPEX
M/E (base)	300달러/kW	5.2달러/kW/Y
Genset (base)	350달러/kW	5.2달러/kW/Y
M/E (NH <sub>3</sub> )	500달러/kW	5.2달러/kW/Y
Genset (NH <sub>3</sub> )	550달러/kW	5.2달러/kW/Y
PEMFC	1,000달러/kW	1% of CAPEX
SOFC	5,500달러/kW	1% of CAPEX
Li-ion Battery	500달러/kW	0.5달러/kW/Y
Cracker (Engine)	670,000달러	1% of CAPEX
Cracker (PEMFC)	2,690,000달러	1% of CAPEX
Converter	200달러/kW	2달러/kW/Y
VFD	200달러/kW	2달러/kW/Y
Propulsion Motor	135달러/kW	1% of CAPEX
SCR	44달러/kW	3% of CAPEX
Scrubber	3,400,000달러	2% of CAPEX

자료: MDPI, 메리츠증권 리서치센터

**표3 기존 선박유 대비 암모니아연료 채택 시 총 비용 (cumulative cost of ship's life time)**

암모니아 가격 (달러/톤)	기존 선박유 (base)	암모니아 - M/E 추진방식 (배)	전기에너지 추진방식 by genset (배)	전기에너지 추진방식 by PEMFC (배)	전기에너지 추진방식 by SOFC (배)
830	1.0	3.5	3.9	5.0	5.2
730	1.0	3.1	3.5	4.5	4.8
630	1.0	2.7	3.0	3.9	4.5
530	1.0	2.3	2.6	3.4	4.1
405	1.0	1.8	2.0	2.7	3.6

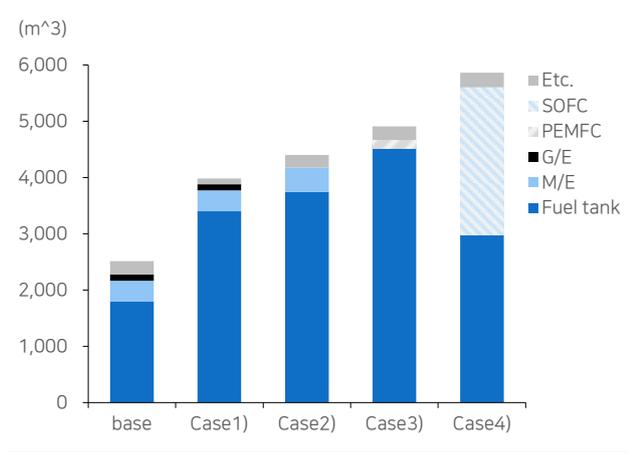
자료: MDPI(Journal of Marine Science and Engineering) – A preliminary Study on an Alternative Ship Propulsion System Fueled by Ammonia: Environment and Economic Assessments, 메리츠증권 리서치센터

### NH<sub>3</sub>(암모니아) as Fuel – 부피 & 무게 부담

개선요구사항2 - 과도한 부피 및 무게

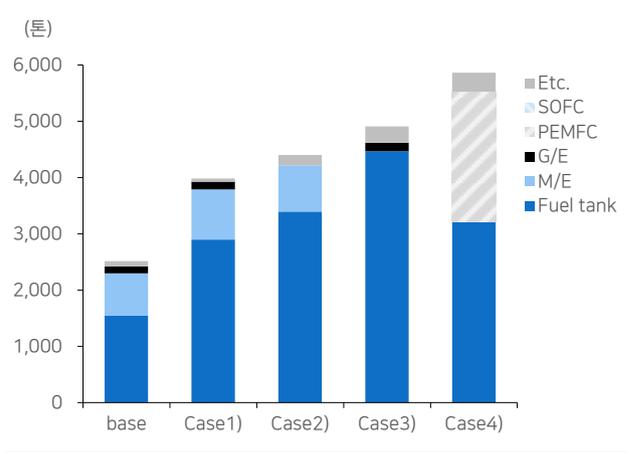
전통 선박 대비 암모니아 추진 시스템의 과도한 부피 차지 및 무게 부담도 개선해야 할 사항이다. 기존 선박 대비 SOFC를 활용한 암모니아 추진 시스템의 부피는 2.3배, 무게는 1.6에 달한다. 이는 2,500TEU 컨테이너선 기준으로 20ft 컨테이너 87개를 적재할 수 없는 문제를 야기한다. 재화의 운송을 통해 수익성 창출이 목적인 발주처(선사) 입장에서, 추진시스템의 부피 감소는 우선 해결 과제이다.

**그림2 추진시스템 별 총 부피 비교**



자료: MDPI, 메리츠증권 리서치센터

**그림3 추진시스템 별 총 무게 비교**

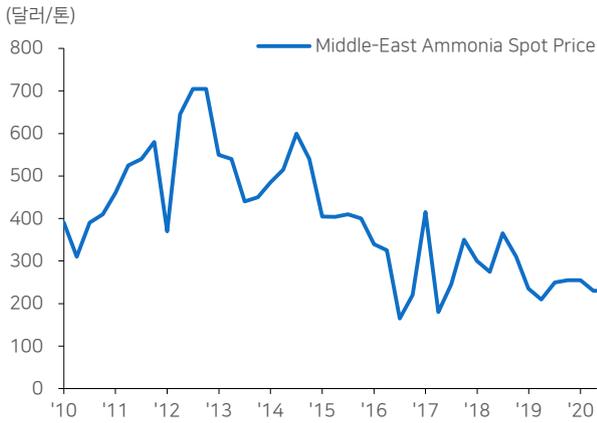


자료: MDPI, 메리츠증권 리서치센터

### 2024년 상용화 가능여부 보다는 기술개발에 대한 선제적인 노력을 취하는 업체에 대한 긍정적 판단

MAN Energy Solutions는 6월 발표에서 2024년까지 암모니아 추진 엔진을 출시 하겠다고 발표했다. 주로 해외업체들이 주도적으로 암모니아 추진 엔진을 개발하고 있다. 국내의 경우 MAN-ES와 공동 개발을 진행해 온 현대미포조선이 영국 로이드선급(LR)로부터 암모니아 연료추진 선박에 대한 AIP(기본인증서)를 받았다고 7월 중 발표했다. 한국선급(KR)의 경우 6월에 ㈜이맥(EMEC), MAN-ES, Navig8과 함께 암모니아 친환경 선박 개발 프로젝트에 대한 업무협약을 체결했다. 향후 Zero-Carbon 시대에 main-stream으로 작용할 가능성이 있는 암모니아 추진 엔진에 대한 일부 국내업체들의 선제적인 노력은 긍정적이라고 판단한다.

그림4 암모니아 가격 추이



자료: Bloomberg, 메리츠증권 리서치센터

표4 Cost 비교를 위한 Target ship – 2,500TEU ‘컨’선

구분	내용
Length Overall (LOA)	195m
Container Capacity	2,500TEU
Ship Speed	Max. 19.0knots
M/E Power Output	1 x 13,500kW
Diesel gensets	3 x 1,500kW
Fuel	HFO (with scrubber)
Tank capacity	1,800m <sup>3</sup>
Main voltage	AC 440V

자료: MDPI(Journal of Marine Science and Engineering) – A preliminary Study on an Alternative Ship Propulsion System Fueled by Ammonia: Environment and Economic Assessments, 메리츠증권 리서치센터

원문: Article\_A preliminary Study on an Alternative Ship Propulsion System Fueled by Ammonia: Environment and Economic Assessments (MDPI\_ Journal of Marine Science and Engineering)