



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

物流學碩士 學位論文

울산항 녹색항만(Green Port) 정책 재정립을 위한 개선방안 연구

A Study on Improvement plans for reestablishment of Green Port
Policies in ulsan port



指導教授 金煥星

2018년 2월

韓國海洋大學校 海洋金融·物流大學院

海運港灣物流學科

申光澈

울산항
녹색항만
정책
재정립을
위한
개선
방안연구

2018년
2월

신
광
철

物流學碩士 學位論文

울산항 녹색항만(Green Port) 정책
재정립을 위한 개선방안 연구

A Study on Improvement plans for reestablishment of Green Port
Policies in ulsan port



指導教授 金煥成

2018년 2월

韓國海洋大學校 海洋金融·物流大學院

海運港灣物流學科

申光澈

本 論文을 申光澈의 物流學碩士 學位論文으로 認准함.

委員長 金時顯 
委員 郭圭錫 
委員 金煥成 



The watermark logo of Korea Maritime and Ocean University (KMOU) is centered behind the text. It features a stylized building with three vertical pillars, waves below it, and the year '1945' in the center. The text 'KOREA MARITIME AND OCEAN UNIVERSITY' is written in a semi-circle at the top, and '한국해양대학교' is written in a semi-circle at the bottom.

2018 년 02 월

韓國海洋大學校 海洋金融·物流大學院

울산항 녹색항만(Green Port)정책 재정립을
위한 개선방안에 관한 연구

**A Study on Improvement Plans for
Re-establishment of Green Port Policies in Ulsan
Port**



韓國海洋大學校 海洋金融物流大學院

海運港灣物流學科

申 光 澈

목 차

표 목차	iv
그림 목차	vi
Abstract	vii
제1장 서 론	1
제1절 연구배경 및 목적	1
제2절 연구내용 및 방법	4
제2장 녹색항만에 관한 이론적 배경	5
제1절 기후변화의 국제적 동향	5
1. 기후변화협약	5
2. 교토의정서	6
3. 교토협정서 이후	7
4. 파리기후협약	8
5. IMO(국제해사기구)	9
제2절 우리나라 온실가스 배출량 및 감축 목표	11
1. 온실가스 배출량 및 전망	11
2. 온실가스 감축목표	13
제3절 녹색항만 개념과 범위	14
1. 녹색항만의 개념	14
2. 녹색항만의 범위 및 대상	15
제4절 항만오염의 원인과 실태	19
1. 항만오염의 원인	19
2. 항만오염원별 특징과 실태	21
제5절 국내 선행연구	27

제3장 녹색항만 정책적 동향	29
제1절 해외 선진항만의 녹색항만 정책	29
1. 미국 항만의 녹색항만 정책	29
2. 네델란드(로테르담항) 항만의 녹색항만 정책	32
3. 일본 항만의 녹색항만 정책	34
4. 중국(홍콩) 항만의 녹색항만 정책	37
5. 싱가포르 항만의 녹색항만 정책	40
6. 해외 선진항 녹색항만 정책 시사점	41
제2절 우리나라 및 국내항만 녹색항만 정책	43
1. 우리나라 녹색항만 정책	43
2. 국내 주요항만 녹색항만 정책	45
3. 우리나라 및 국내 주요항만 녹색정책 시사점	50
제4장 울산항 녹색항만 실태 및 정책	52
제1절 울산항 녹색항만 실태	52
제2절 울산항 녹색항만 정책	53
1. 환경선박지수(ESD)	53
2. 미세먼지측정기 설치	56
3. 저탄소 에너지 저감시설(LED, AMP)	57
4. 신재생에너지시설(태양광발전)	61
5. 친환경호퍼 시설	62
6. 3정 5S	64
제5장 울산항 녹색항만 개선방안에 관한 실증분석	65
제1절 설문조사 개요	65
1. 조사의 목적과 자료수집	65
2. 설문 구성 및 분석 방법	65
3. 설문응답의 일반적 특성	67

제2절 실증분석	69
1. 녹색항만 정책 인식도 조사	69
2. 녹색항만 정책 만족도 조사	76
3. 녹색항만 정책 개선도 조사	77
4. 실증분석과 종합 시사점	82
제6장 울산항 녹색항만 정책 재정립	85
제1절 녹색항만 증장기 로드맵 재수립	85
제2절 울산항 녹색항만 전략사업	87
1. 온실가스 에너지목표관리제 도입	87
2. CNG/LNG 항만예인선 도입	88
3. 육상전원장치(AMP) 확대	88
4. CNG 야드트랙터(Y/T)	89
5. e-RTGC	89
6. 자발적 선박속력 저감 인센티브 도입	90
7. 선박배출통제구역(ECA) 도입	90
제7장 결 론	92
제1절 연구결과 및 시사점	92
제2절 연구의 한계 및 향후 연구 방안	94
참고문헌	95
부 록	97

표 목차

[표 2-1] 배출가스 의무 부담국 감축목표	6
[표 2-2] IMO 황산화물 배출규제	10
[표 2-3] 2020년 배출전망치 대비 온실가스 감축목표	13
[표 2-4] 항만시설 분류	17
[표 2-5] 항만과 환경 간의 상호 영향 비교	20
[표 2-6] 선박에서 배출된 대기오염 물질 비중	21
[표 2-7] 최근 5년간 해양오염사고 추이	26
[표 2-8] 연도별 토양오염실태조사 현황	27
[표 3-1] LA/LB 항만 청정대기행동 계획 추진전략	30
[표 3-2] 운송수단별 규제 내용	31
[표 3-3] 일본항만 환경정책 추이	35
[표 3-4] 해운항만 부문의 지원정책	36
[표 3-5] 홍콩 환경오염물질 감축 목표	38
[표 3-6] 주요 선진국 온실가스 감축 목표	41
[표 3-7] 부산항 물동량 처리 현황	45
[표 3-8] 인천항 물동량 처리 현황	47
[표 4-1] 환경선박지수 산출방식	54
[표 4-2] 해외 주요항만 ESI 제도 현황	54
[표 4-3] 2016년 울산항 ESI 인센티브 집행 실적	56
[표 4-4] 울산항만공사 LED 조명기구 설치현황	58
[표 4-5] 울산항 대기오염량 산정	60
[표 4-6] 육상전력과 선박 보조발전기 공해 물질 배출 비교	60
[표 4-7] 울산항만공사 육상전원공급장치 설치현황	61

[표 4-8] 울산항만공사 태양광 발전설비 현황	62
[표 4-9] 울산항 친환경 호퍼개량 시범사업 추진방식	63
[표 5-1] 설문대상 항만이용자 등 응답률 및 유효 응답률	65
[표 5-2] 설문의 구성	66
[표 5-3] 설문 표본 집단의 구성	67
[표 5-4] 울산항 녹색항만 정책 인식도 조사 결과	69
[표 5-5] 울산항 녹색항만 만족도 조사 결과표	76
[표 5-6] 기후변화에 대응하는 중기 정책 현황	78
[표 5-7] 녹색항만 정책 추진 주체 현황	79
[표 5-8] 현 녹색항만 정책 중 우선 개선사업분야 현황	79
[표 5-9] 녹색항만 정책 중 개선분야 현황	80
[표 5-10] 선박분야 중 우선 추진할 정책 현황	81
[표 5-11] 항만에너지 분야 중 우선 추진할 정책 현황	81
[표 5-12] 항만환경분야 중 우선 추진할 정책 현황	81
[표 5-13] 컨테이너 부두 항만교통분야 중 우선 추진할 정책 현황	82
[표 5-14] 항만건설분야 중 우선 추진할 정책 현황	82
[표 6-1] 온실가스·에너지 목표관리제 대상 업체 기준	87

그림 목차

[그림 2-1] IMO 오염물질에 대한 연도별 환경규제 적용기준	11
[그림 2-2] 국내온실가스 총배출량 및 증가율	12
[그림 2-3] 광의의 녹색항만 범위	16
[그림 2-4] 협의의 녹색항만 범위	17
[그림 3-1] 여수광양항 연도별 물동량 추이 현황	49
[그림 4-1] 육상전원공급장치 현황도	59
[그림 5-1] 설문구성별 현황도	68
[그림 5-2] 울산항 녹색항만 정책 인식도 총괄 결과	70
[그림 5-3] 울산항 녹색항만정책 및 선박환경지수 인센티브 현황	71
[그림 5-4] 울산항 미세먼지 측정기 운영 및 육상전원장치 현황	73
[그림 5-5] 울산항 태양광시설 및 LED 전기시설 현황	74
[그림 5-6] 울산항 친환경호퍼 운영 및 3정 5S 현황	76
[그림 5-7] 울산항 녹색항만 만족도 조사 총괄	77
[그림 6-1] 울산광역시 연도별 오염도	85

Abstract

A Study on Improvement plans for Re-establishment of Green Port Policies in Ulsan Port

Shin, Kwang Cheol

Department of Shipping and Port Logistics
Graduate School of Marine Finance & Logistics
Korea Maritime and Ocean University

Modern industrialized society is experiencing a rise in the temperature due to a rapid growth of population and a high energy consumption in various forms. This results in global warming which causes natural disasters such as droughts, typhoons that threaten mankind.

United Nations Framework Convention on Climate Change, the Kyoto Protocol and the International Maritime Organization (IMO) have proposed various regulations to reduce greenhouse gas emissions, including carbon dioxide, sulfur oxides and nitrogen oxides, to prevent the world from warming. Republic of Korea also has to reduce greenhouse gas emissions by 37 percent from business-as-usual (BAU) levels by 2030.

The recent increase in the volume of international trade has been a significant driving force of the appearance of mega ships and expansion of port facilities. Major ports are equipped with facilities that reduce pollution generated in the port area in order to reduce greenhouse gas emissions as well.

This study aims to reduce the greenhouse gas by implementing green port policy of the Port of Ulsan to meet international standards and government policies to reduce greenhouse gas emissions.

The research was conducted by surveying 72 port users about the awareness of green port policy, satisfaction and improvement of the Port of Ulsan. It was surveyed that 63.8 percent of port users know about the Ulsan Port Authority's green port policy and 85 percent of them are satisfied about the policy.

The areas for improvement in the green port policy in the Port of Ulsan are implementing mid-term measures for air pollution of ships, ESI incentives, low sulfur vessels, expansion of AMP (Alternative Maritime Power), designating emission control areas, regulating vehicle emissions and constructing environment-friendly ports.

In conclusion, if the current green port strategy is implemented more broadly, the port environment will improve significantly by reduced toxic substances such as carbon dioxide, nitrogen oxides, sulfur oxides, and fine dust. Moreover, through mid-to long-term policy of green port policy, the Port of Ulsan will achieve its greenhouse gas emission reduction target of 37 percent from BAU levels. Lastly, it will strongly affect the satisfaction of users of the Port of Ulsan.

Key words: Green Port, Greenhouse, Gas pollution, carbon dioxide, Port of Ulsan

국문초록

현대산업사회는 급격한 인구 증가와 다양한 에너지 소비로 인해 지구의 평균 온도가 상승하고 있다. 이는 지구 온난화를 야기하여 가뭄, 태풍 등 자연재해 원인이 되어 인류를 위협하고 있다. 이에 세계기후변화협약, 교토의정서 및 국제해사기구는 지구온난화 예방을 위해 이산화탄소, 황산화물, 질소산화물 등 온실가스 저감을 위해 다양한 규제 방안을 제시하였다. 이에, 우리나라도 2030년까지 온실가스를 BAU 대비 37% 감축목표로 삼고 있다.

한편으로, 국제 무역량이 증가하는 선박의 대형화, 항만시설 확대 및 선박량 증대의 중요한 견인차 역할을 하고 있다. 세계 주요항만은 선박에서 발생하는 항만오염물질을 줄여 온실가스 저감을 위한 항만 그린포트를 실현하고 있다. 이에 대해, 본 연구에서는 국제기준 및 정부정책에 부응하는 울산항 그린포트 정책 개선 방안을 마련하여 온실가스를 저감하고자 연구하였다.

연구방법으로서는 항만이용자를 대상으로 울산항 녹색항만 인식도, 만족도 및 개선도에 대한 설문조사 방식으로 진행하였다. 설문결과, 울산항만공사 녹색항만 정책에 대하여 63.8%가 알고 있으며, 응답자 85%가 만족한 것으로 나타났다.

울산항 그린포트 정책 개선 분야는 선박대기오염 중기 대책, ESI 선박 인센티브, 저유황 선박, 육상전원공급 장치 확대, 선박배출통제 구역 지정, 차량배출가스 규제 및 친환경 항만건설로 조사되었다.

결론적으로 현재의 녹색항만 정책을 확대 및 개편하여 시행한다면 첫째로 이산화탄소, 질소산화물, 황산화물, 미세먼지 등 대기환경 유해물질이 저감되어 항만환경이 크게 개선될 것을 보인다. 둘째, 울산항 녹색항만 단기정책보다 중장기 정책을 통해 온실가스감축 목표인 BAU대비 37%를 달성할 것이다. 셋째, 울산항 고객들의 만족도에도 크게 영향을 미칠 것이다.

요약단어: 녹색항만, 온실가스, 국제기후협약, 울산항 녹색항만정책,

제 1 장 서 론

제1절 연구배경 및 목적

1. 연구의 배경

현대사회는 인구 증가와 대규모 소비가 증가됨에 따라 석유 및 석탄 등 에너지, 광범위한 토지, 각종 자원 등 수요가 증대하고 있다. 이로 인해 대기오염 배출, 산림자원 훼손 등 환경문제가 광범위하게 진행되고 있다. 특히 에너지 사용에 따른 오염원 배출로 지구온난화가 발생하여 지구평균온도 상승과 대기오염 증가로 인류의 생존문제로 직결되어 세계적 관심이 해마다 높아지고 있다.

이에 기후변화협약에서는 1994년 3월 선진국(부속서 1국가, 38개국)에게 온실가스 배출 감축의무를 부과하였고, 교토의정서에서는 2005년 2월 발효하여 1990년 대비 2008년부터 2012년까지 이산화탄소 배출량의 평균 5%를 감축하도록 하였다.

또한 2007년에는 2013년 이후 지구온난화 방지를 위한 발리 기후변화협약, 2008년 포스트 교토의정서, 2009년 코펜하겐 기후변화협약 총회 등 기후변화에 대응하기 위한 노력이 세계적으로 적극 추진되는 상황이다.

2015년 12월 파리협정에 의거 ‘2020년 이후 자발적감축기여(INDCs)를 의무적으로 5년 마다 보고하여야 한다’ 라고 밝혔다. 이는 2016년 5월말 현재 UN 193개 회원국 중 162개국이 해당되며, 한국의 경우 2015년 6월에 2030년 감축 목표를 BAU (Business As Usual) 대비 37%까지 달성하겠다고 제출하였다.

최근 OECD 전망에 의하면 2016년 이후 전 세계 GDP 증가율은 2016년 3.3%와 2017년 3.4%를 기록할 것으로 전망되며 이로 인해 컨테이너 물동량 증가율도 상승할 것으로 전망되고 있다. 이와 같이 세계 무역량 증가와 더불어 항만에

서 취급하는 물동량이 차지하는 규모가 점차 커짐에 따라 이를 수송하는 선박 및 육상 하역장비, 운송차량 등에서 발생하는 이산화탄소, 질소산화물, 황산화물, 분진 등 항만분야에서 배출량이 점차 증가하고 있다.

국제해사기구(IMO)는 2005년 5월 ‘선박의 대기오염 물질 배출 규제협약’의 시행 및 2008년 10월 해상에서 오염방지를 위한 국제기준(MARPOL부속서 VI 수정안)을 채택하여 선박의 황산화물 배출상한을 현행 4.5%에서 2012년 1월부터 3.5%, 2020년 0.5%로 감축하기로 결정했다.

EU, 미국, 중국 등은 배출제한지역(ECA, Emission Control Area)을 설정하여 선박 연료유의 황 함유량을 규제하고 있는 실정이다. 질소산화물에 대해서도 2011년까지 현행 대비 20%, 2016년까지는 80% 감축하며, 2016년 1월 이후 건조 선박에 대해 이산화탄소, 미세먼지 등 배기가스 배출량 저감형 TIRE-IV 엔진 장착을 의무화하였다.

2011년 7월에 해양오염방지협약(MARPOL 73/78) 부속서 6의 제4장을 채택하면서 2013년 1월부터 단계별로 신조선에 대하여 감축목표를 설정하여 강제화 규제를 실시하였다. 따라서 2000년대에 만들어진 선박에 비해 2025년 이후에 건조되는 선박은 30%이상 에너지 효율이 높은 선박, 즉 친환경기술이 적용된 선박을 건조해야 한다.

2016년 네이처紙에서는 동아시아지역의 선박에서 배출되는 대기오염물질이 2002-2005년에는 전 세계의 선박배출 대기오염물질의 4-7%수준이었으나 2013년에는 16%로 높아졌다고 분석하였다. 그리고 아시아 10대 컨테이너항만이 동아시아에 집중되어 있어 이들 지역에서 배출되는 황산화물, 질소산화물 등 배출량이 전 세계 항만 배출량의 20%를 차지한다고 조사되었다.

우리나라에서도 지구 온난화에 대응하기 위해 2010년도에 저탄소 녹색성장기 본법을 시행하였으며, 2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입을 비전으로 설정하여 기후변화 적응 및 에너지 자립, 新성장동력 창출, 삶의 질 개선과 국가위상 강화 3대 전략을 수립하여 추진하고 있다.

해양수산부는 녹색항만구축 종합계획 수립을 통하여 2020년까지 항만 배출

전망치의 BAU 대비 CO₂ 30% 감축안 발표하여 각 항만별 녹색항만 정책을 추진하도록 하고 있다.

울산항만공사에서도 2013년도부터 친환경 항만구축을 통한 경쟁력 강화를 위한 울산항 중장기 로드맵 및 액션플랜을 설정하여 추진해 오고 있다. 녹색항만 정책에 부응하여 선박, 각종 하역장비 및 트럭, 항만건설 사업 등 항만에서 발생하는 각종 오염원을 저감하기 위해 다양한 정책을 수행하고 있지만 국제협약 및 해외 항만과 비교해 보면 턱없이 부족한 실정이다.

이러한 세계적인 관심사인 지구온난화를 저감하기 위해 울산항을 관리하는 주체로써 녹색항만 정책 전략 방향 등 개선방안을 연구하고자 한다.

2. 연구목적

울산항은 전국 물동량 3위 항만으로 약 2억만 톤 물동량과 연간 5만 척이 입출항하는 항만으로 지구온난화 방지를 위한 국제협약, 국가정책에 부응하여 환경문제 해결방안에 대한 울산항 녹색항만 정책을 면밀히 재검토하여 국제수준에 맞는 정책을 수립해야 할 필요가 있다.

이에 세계기후변화에 대응하여 저탄소 녹색항만 운영의 중요성을 인지하여 친환경 항만의 이론적으로 고찰하여 지금까지 시행한 울산항 녹색항만 정책의 문제점을 파악한 후 앞으로 진행할 정책과제를 발굴하고자 한다.

울산항만공사는 울산항의 다양한 녹색항만 정책을 시행하고 있지만 미국, 네덜란드, 중국 등 해외 주요항만과 국내 각종 녹색항만 정책사례를 분석하여 울산항에 적용 가능한 개선방안에 대해 살펴볼 필요가 있다.

정부의 녹색항만정책 종합계획에 의거 2020년까지 항만배출전망치의 BAU 대비 CO₂ 30% 감축안에 부응하여 환경선박지수 (ESI, Environmental Ship Index), 고효율 LED, 태양광발전시설, 육상전원공급장치 (AMP, Alternative Maritime Power), 친환경호퍼, 3정 5S 등 울산항 녹색항만 정책에 대해 확대 가능성 여부를 조사하여 개선방안을 마련하고자 한다.

또한, 해외항만에서 추진하고 있는 온실가스 에너지 목표관리제, 선박배출통제구역, 육상전원공급장치 확대, 하역장비 연료유 전환, LPG 예인선, 선박속력저감 등 시행여부를 설문조사하여 적용여부를 검토하고자 한다.

제2절 연구내용 및 방법

본 연구의 주요내용은 지구온난화와 항만 오염원에 대해 국제기후협약 등에서 제시하는 저감 기준에 맞춰 국내 정책을 분석하여 울산항에 적합한 녹색항만정책 개선방안을 재수립하고자 한다.

제1장에서는 연구의 배경 및 목적, 연구내용 및 방법을 제시하였다. 제2장에서는 우리나라 온실가스 배출량 및 감축목표, 지구온난화에 따른 국제기후협약 및 IMO에서 발표하는 자료를 기준으로 녹색항만 이론적 배경 및 기후변화의 국제 동향을 분석하였고, 또한 녹색항만의 개념 및 범위를 설정하기 위해 항만 오염원 원인과 특징을 조사하였다.

제3장에서는 울산항 녹색항만의 정책을 재수립하기 위해 해외 선진항만 및 국내항만의 녹색항만 정책 추진현황을 살펴본 후 정책적 시사점을 연구하였다. 제4장에서는 현재 울산항만공사에서 추진하고 있는 녹색항만 정책, 즉 친환경선박 인센티브, 고효율 LED, 태양광발전시설, 육상전기시설, 친환경호퍼, 3정 5S 등 현황 분석과 문제점을 연구하였다.

제5장에서는 지구온난화 방지를 위해 해외 및 국내항만에서 추진하는 다양한 정책 중 시행 가능한 정책에 대해 울산항 항만이용자에게 인식도, 만족도 및 개선도를 설문조사하여 정책의 실증분석을 하였다.

마지막으로 설문조사를 바탕으로 중장기 로드맵, 온실가스 목표관리제, 육상전원장치 확대, ECA 지정 등 울산항 녹색항만정책 개선방안을 위해 각종 정책방향을 설정하여 제시하였다.

제2장 녹색항만에 관한 이론적 배경

제1절 기후변화의 국제적 동향

1. 기후변화협약

산업혁명 이후 화석연료, 특히 석탄, 석유 사용량이 점차 증가함에 따라 대기 중 온실가스 농도가 증가하여 지구의 온난화를 가속화하여 가뭄, 홍수 등 기상 이변을 초래함에 따라 인류의 생존에 위협을 하고 있다.

그리고 세계경제 규모가 확대되고 경제 주체간 다변화됨에 따라 국가간 해상 운송분야가 차지하는 비중이 증가되어 선박 운송수단에 의거 이산화탄소 등 오염 원이 발생하고 있기 때문에 항만별 오염 저감을 위해 노력할 필요가 증대되고 있다.

지구온난화에 따른 이상기후현상을 예방하기 위한 국제적인 협상은 1992년 6월 브라질 리우환경회의에서 UN 기후변화협약으로 채택되어 1994년 3월 정식으로 발효되었다. 이 협약에 192개국이 비준함으로써 구속성을 가진 조약으로 국제적인 협상의 틀을 마련하게 되었다.

회원국 의무사항은 온실가스 배출감축 국가전략을 자체적으로 수립·시행하여 공개하는 것과 온실가스 배출량·흡수량에 대한 국가 통계, 정책이행에 관한 국가보고서를 작성하여 당사국총회에 제출하는 것이다. 또한 일부 회원국만이 부담하는 특정 의무사항에는 차별화의 원칙에 따라 [표 2-1]과 같이 국가별 각각 다른 의무를 부담토록 규정하고 있다.¹⁾

1) 전형진, 이주호, 김우선, 김찬호, “저탄소 녹색성장을 위한 국가수송체계 개편방안 연구”, 한국해양수산개발원, 정책연구 2010-9, 2010, p.6

[표 2-1] 배출가스 의무 부담국 감축목표(1990년 대비)

감축목표	대상국	감축목표	대상국
-8%	EU, 스위스, 체코, 불가리아	0%	러시아, 뉴질랜드, 우크라이나
-7%	미국	+1%	노르웨이
-6%	일본, 캐나다, 헝가리, 폴란드	+8%	호주
-5%	크로아티아	+10%	아이슬란드

2. 교토의정서

1997년 교토의정서는 온실가스 감축에 초점을 맞춰 선진국 39개국을 대상으로 1차 공약기간(2008-2012년), 2차 공약기간(2013-2020년)으로 나누어 발효를 했다. 1차 공약기간에 선진국에서는 온실가스 배출량을 1990년 대비 평균 5.2% 감축하는 목표를 설정하였다. 그 이행방법은 국제배출권거래제, 청정개발체제, 공동이행제도에 대한 국제적 합의를 2005년 2월 공식 발효하였다.

이에 선진국들은 자국 내 이산화탄소 저감 노력만으로는 배출목표 달성에 막대한 비용이 소요될 것으로 예상됨에 따라 시장원리를 적용한 경제적 비용을 최소화하는 방법으로 교토메커니즘을 도입하였다. 교토메커니즘은 국제배출권 거래제, 청정개발체제, 공동이행 등의 내용을 포함하고 있다.

청정개발체제와 공동이행은 온실가스 저감 비용이 높은 나라가 저감 비용이 낮은 나라에서 온실가스 배출감축을 한 후 감축량의 일정량을 자국의 실적으로 인정받는 제도이다. 공동이행이 선진국에서만 수행되는 반면 청정개발체제는 선진국과 개도국에서 수행되었다.²⁾

그리고 부속서 I(선진국) 국가만이 온실가스감축 의무를 부담하고 유엔에서 선진국의 배출량을 할당하는 편무적인 하향식 틀을 만들었다. 그 결과 개도국과 다른 의무를 부담한다는 것이 자국 경제력에 악영향을 미칠 것을 우려한 미국이 2001년에 비준을 거부했다. 2011년 당시 온실가스 배출량 9위였던 캐나다도 교토의정서에 탈퇴를 선언했다.

2) 전형진, 이주호, 김우선, 김찬호, “저탄소 녹색성장을 위한 국가수송체계 개편방안 연구”, 한국해양수산개발원, 정책연구 2010-09, 2010, p.7

이는 일부 선진국들만이 온실가스 감축의무를 부담함에 따라 이산화탄소 배출량 1.2위 국가인 중국과 미국은 감축의무를 부담하지 않았기 때문에 실효성 문제를 제기하였다. 2000년 이후 중국 등 신흥국 배출량이 급속히 증가됨에 따라 교토의정서에서 감축의무를 부담하는 선진국의 배출량 점유율은 1/4이하가 되어 세계의 온실가스감축에 거의 도움이 되지 않았다. 제2차 공약기간(2013년-2020년)에 참여한 국가들의 온실가스 배출량이 전 세계 온실가스 배출량의 약 14%에 불과하여 범지구적인 아젠다로서 실행력이 미약하다고 평가했다.³⁾

개발도상국 지위로 협약 서명대상에서 제외되었던 중국과 인도는 2000년 이후 급속한 경제성장과 함께 이산화탄소 배출량도 기하급수적으로 늘어났음에도 불구하고 교토의정서 참여에 소극적인 태도를 보였다.

3. 교토의정서 이후

UN은 2007년 7월 ‘제13회 조약체결국회의 각료급 준비회의’를 인도네시아 발리에서 개최하고 2009년까지 포스트 교토의정서를 마련하자는 데 합의하였다. 본 협상은 미국과 EU의 입장차이가 심해 조정이 쉽지 않았으며, 교토의정서 체제를 적극적으로 지지하는 EU와 이를 거부하는 미국의 대립이 지속되었다. EU는 온실가스 감축 및 에너지 효율에 대한 각종 규제 및 제도를 강화한다는 입장이고, 미국은 온실가스 감축규제를 거부하는 대신 기술개발을 통해 온실가스를 자율적으로 줄이겠다는 입장이기 때문이다.

2009년 12월 제15차 코펜하겐 당사국총회에서 선진국 간 협상이 타결되지 못하였고, 오히려 아프리카, 동남아 등 개도국의 배출저감 의무를 강화해야 한다는 주장이 제기되어 해당국들의 집단 반발을 하였다. 이에 따라 2013년 이후의 지구온난화 방지대책을 담은 ‘포스트 교토의정서’가 2009년에 합의되지 못하여 2010년 멕시코에서 다시 논의되었다. 한편 포스트 교토의정서체제는 온실가스 감축대상국을 기후변화협약 Annex I의 38개 국가는 물론 Annex II의 국가도 포함시켰다. 우리나라는 Annex II에 속해 있어 감축대상국에 포함되었다.

3) 김성국, 박명섭, “신기후체제의 출범과 중국 항만의 온실가스 규제에 관한 연구”, 한국항만경제학회, 한국항만경제학회 32(2), 2016.6, p75

2010년 칸쿤 당사국 총회에서 지구온도 상승폭을 산업혁명 이전 대비 2도 이내로 억제하기 위해 2020년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 25-40% 감축한다는 것에 합의했다. 총회결정문, 즉 교토의정서 형태의 의무준수체계와 달리 감축목표이행의 투명성을 높이기 위해 측정·보고·검증체계(MRV)를 채택과 당사국 총회를 통해 기후변화 적응체계를 구성하고 녹색기후기금을 설립하는 등 선진국과 개도국간의 신뢰를 회복하는 기회를 마련하였다.

2011년 남아공 더반총회에서 모든 국가가 참여하는 새로운 기후체계 협상이 출범함에 따라 2008-2012년 중으로 예정되어 있었던 온실가스 배출량 감축시기를 5-8년 연장하고, Post-2020체제에 대한 협상을 2015년 12월까지 완료한 후 2020년부터 새로운 체제를 적용하기로 합의하였다.

2012년 카타르 도하총회를 통해 각국의 교토의정서 제2차 공약기간설정에 합의하면서 의정서 체제가 연장되었으며, 당사국들은 2020년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 25-40%가량 감축하기로 합의하였다. 그러나 2차 공약기간에 참여하는 국가의 온실가스 배출량은 전 세계 배출량의 15%에 미치지 못하며, 미국, 중국, 일본, 러시아 등은 2차 공약기간 불참을 선언하였다.

2013년 폴란드 바르샤바총회에서 회원국들은 2년 뒤인 2015년 제21차 유엔기후변화협약 회의 개최까지 온실가스 감축을 위한 자주적인 기여와 함께 각국이 자발적 온실가스감축목표를 제출하기로 하였다. 4)

4. 파리기후변화협약

교토의정서 체제 한계를 극복하기 위해 2015년 12월 제21차 파리기후변화협약 당사국총회에서 파리기후변화 협정을 채택하였다. 이 협정에 총 195개국이 참여하였고, 참여국들의 온실가스 배출량이 전 세계의 약 90%에 이른다.

또한 CO₂ 배출량이 가장 많은 중국, 미국이 참여하여 세계적으로 확산에 크게 기여할 것으로 보인다. 각 국가는 기여방안을 스스로 정하여 매 5년 마다 상향된 감축목표를 제출하고, 국가 온실가스 인벤토리, 감축목표 달성 경과 등

4) 육근형, 김대경, “신기후변화체제(Post-2020)대두에 따른 해양수산분야 저감부분 이슈와 대응방향”, 한국해양수산개발원, 현안분석 NO.08, 2016, pp.5-7

의무 보고하도록 규정하고 있다.

최초의 이행점검은 2023년에 실시하게 된다. 또한 중국, 인도와 미국, 유럽연합 사이에서 장기간 협상을 거쳐 선진국과 개도국을 구분하지 않고 투명성 제고를 위한 측정, 보고, 검증체계를 요구하게 된다. 이는 온실가스 감축목표의 효과적 달성을 위해 UN 기후변화협약 중심의 탄소시장 외에도 국제적으로 이 전되는 감축결과물을 통한 당사국 간의 자발적인 협력도 인정하는 등 다양한 형태의 국제탄소시장 메카니즘 설립의 기초를 마련하였다는 평가를 받고 있다.⁵⁾

2016년 4월 UN사무총장의 주재로 고위급 협정 서명식이 개최되었으며, 동 서명식에서 175개국이 2015년 파리협정에 서명하였다. 우리정부는 2030년까지 배출전망치 대비 37%(약 5억 3,590만 톤)의 온실가스 감축목표를 설정, 즉 25.7%는 국내 감축분, 11.3%는 해외에서 배출권을 구매하여 상쇄하여 온실가스를 추가로 감축하는 방안을 제시하였다.⁶⁾

5. IMO(국제해사기구)

IMO의 해양오염방지협약(MARPOL, 1978) 부속서 VI에서는 선박기인 대기오염 규제에 대한 체계적 기반이 마련됨에 따라 해양산업의 패러다임이 대기오염 물질을 규제하는 친환경성으로 변하게 되었다.

2005년 MARPOL 부속서 VI에서는 질소산화물, 황산화물, 휘발성유기화합물의 규제에서 2013년부터 선박에너지효율을 목적으로 하는 이산화탄소 규제로 변화했다. IMO에서는 2007년 선박에서 배출되는 이산화탄소량은 10억 4,600만 톤으로 세계 온실가스 배출량의 3.3%를 차지하다고 밝혔다. 향후 선박의 온실가스 배출량 규제 없이 방치할 경우 2050년에는 배출량의 12-18%를 차지할 것으로 예측하였다.

2008년 4월 런던에서 개최된 제57차 해양환경보호위원회(MEPC, Marine Environment Protection Committee) 회의부터 선박의 이산화탄소 배출량 감축 문제를 주요 의제로 논의하기 시작하였으며, 2009년 7월 제59차 회의에서 온실

5) 김성국, 박명섭, “신기후체제의 출범과 중국항만의 온실가스 규제에 관한 연구”, 한국항만경제학회 제32권 제2호, 2016, pp.75-76

6) 육근형, 김대경, “신기후변화체제(Post-2020)대두에 따른 해양수산분야 저감부분 이슈와 대응방향”, 한국해양수산개발원, 현안분석 NO.08, 2016.6, pp.12-13

가스 감축을 위한 국제규정의 토대를 마련하여 2030년까지 선박배출 온실가스 30%를 줄이기로 했다.

2008년 10월 해양오염방지를 위한 국제기준(MARPOL부속서 VI 수정)안을 채택하여 선박의 황산화물 배출 상한을 현행 4.5%에서 2012년 1월부터 3.5%, 2020년 0.5%로 감축하기로 결정했다. 질소산화물에 대해서는 2011년까지 현행 대비 20%, 2016년까지는 80% 감축하며 2016년 1월 이후 건조선박에 대해 일산화탄소, 미세먼지 등 배기가스 배출량 저감형 TIER VI 엔진 장착을 의무화하였다.

또한 선박 배출가스 유해물질 중 황산화물, 질소산화물이 환경 영향성이 높기 때문에 유럽연합, 미국, 중국 등 선진항만에서는 선박연료배출가스 규제를 점차 강화하고 있다. 2010년 현재 황산화물 배출기준을 일반해역 4.5% 이하, 발틱해역 및 북해해역은 1.5% 이하로 정하고 있다. 일반해역은 2012년 1월 1일 이후 3.5% 이하, 2020년 1월 1일 이후 0.5%이하, 발틱해역 및 북해해역은 2010년 7월 1일 이후 1.0%, 2015년 1월 1일 이후 0.5%로 배출상한선이 정해져 있다.

2012년 1월 1일부터는 황산화물 배출기준이 4.5%에서 3.5%로 강화 적용됨으로써 황산화물 배출감소에 기여하고 있다. 또한 2018년까지는 타당성 검토가 완료되어 2020년 1월 1일부터 배출기준을 단계적으로 0.5%까지 낮출 것이다. 황산화물배출통제구역에 적용될 기준은 2010년 7월 1일부터 1.5%에서 1.0%로 낮아졌으며 2015년 1월 1일부터는 0.1%로 더 낮아졌다.

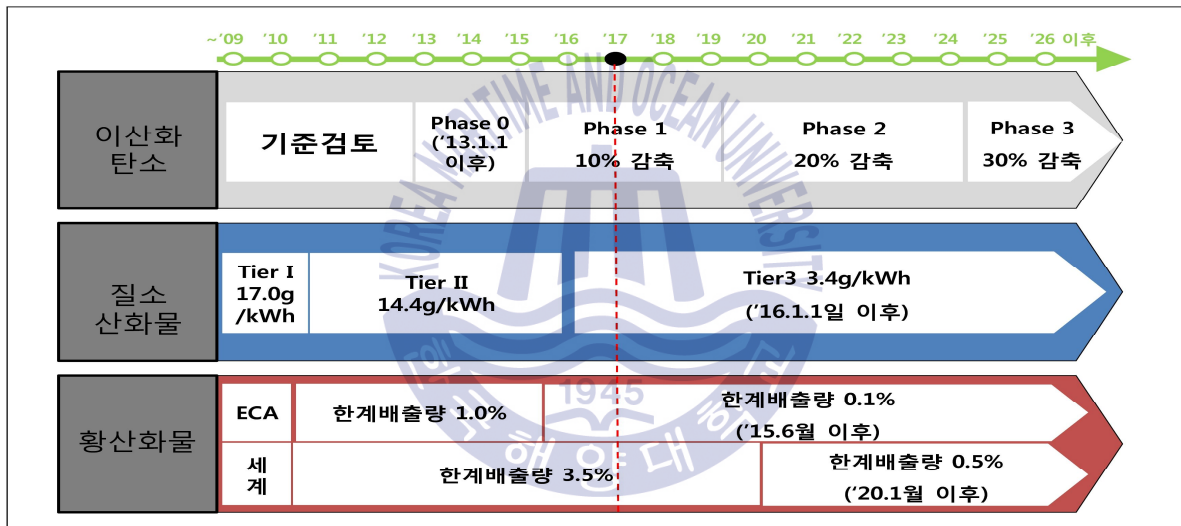
[표 2-2] IMO 황산화물 배출규제

구분	적용년도 및 배출 상한선		
	모든해역	2012.1.1. 이전	2012.1.1이후
4.5% m/m이하		3.5% m/m이하	0.5% m/m이하
황산화물 배출통제지역(SECA)	2010.7.1.이전	2010.7.1. 이후	2015.7.1. 이후
	1.5% m/m이하	1.0% m/m이하	0.1% m/m이하

자료: 한국산업기술평가관리원. “LNG 연료추진선 및 병커링 기술 로드맵”, 2015, p.13

IMO는 발틱해, 북해, 미국 일부 해역에 2012년부터 배출통제구역(ECA, Emission Control Area)을 설정했다. 향후 온실가스 배출량을 2005년 기준으로 2020년까지 20%, 2050년까지 50%를 감축하는 것을 목표로 설정했다. 2013년 1월부터 건조되는 신규 건조선박에는 에너지 효율설계지수 규정을 준수한 선박만이 건조 운영되도록 온실가스 배출규제가 강화되고 있다. 한편 중국에서는 독자적인 성격인 강한 ECA를 2016년부터 시행하고 있다. 7)

2016년 10월 제70차 해양환경보호위원회에서는 2020년 1월부터는 전 해역에 선박배출가스 황함유량을 0.5%로 제한하는 글로벌 해상환경 규제 강화 적용시기를 확정하였다.



[그림 2-1] IMO 오염물질에 대한 연도별 환경규제 적용기준

제2절 우리나라 온실가스 배출전망치 및 감축목표

1. 온실가스 배출량 및 전망

우리나라의 온실가스 총 배출량은 유엔기후변화협약의 온실가스 의무감축국(Annex D)들과 비교한 결과, 2012년도 우리나라의 온실가스 총 배출량 순위는 미국, 러시아, 일본, 독일, 캐나다 다음으로 6위이다.

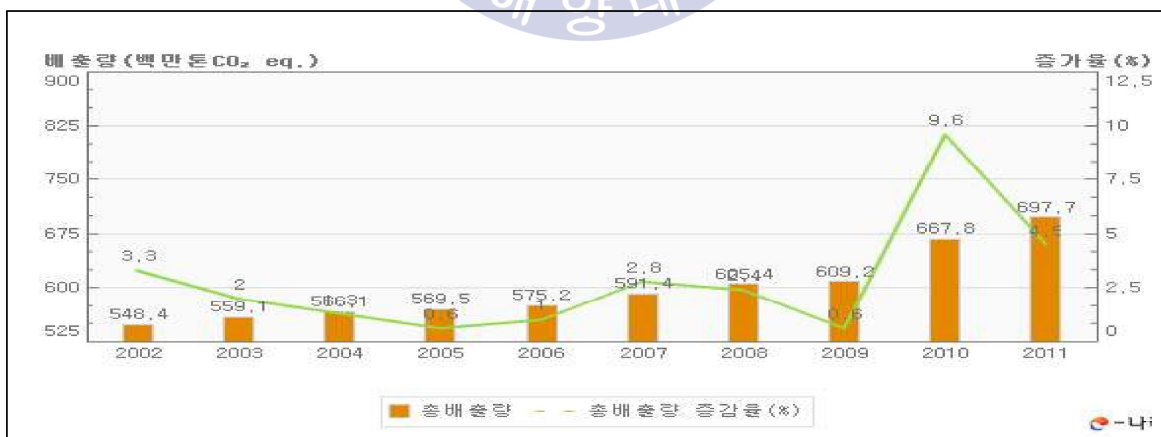
7) 김성국, 박명섭, “신기후체제의 출범과 중국항만의 온실가스 규제에 관한 연구” 한국항만경제학회 제32권 제2호, 2016, pp76-78

2012년 온실가스 총배출량(LULUCF 제외)은 688.3백만톤CO₂eq(상당량)이며, 1990년도 총배출량 295.5백만톤 CO₂에 비해 133% 증가하였고 2011년도 배출량 685.7백만톤 CO₂보다는 0.4% 증가하였다. 2012년 온실가스 순배출량은 637.4백만톤 CO₂으로 1990년도 순배출량 261.1백만톤 CO₂보다 144%, 2011년 순배출량 634.5백만톤 CO₂보다 0.5% 증가하였다.

배출량이 가장 많은 분야인 에너지 분야는 2012년 600.3백만톤 CO₂(비중 87.2%)을 배출하였다. 산업공정 분야의 배출량은 51.3백만톤 CO₂(비중 7.5%)이며, 농업분야는 22.0백만톤 CO₂(비중3.2%), 폐기물 분야는 14.8백만톤 CO₂(비중 2.2%)의 온실가스를 배출하였다.

2012년 배출량 증가에 가장 크게 기여한 분야는 에너지 분야로 전년 대비 2.7백만톤 CO₂이 증가하였다. 에너지 분야의 배출량은 국가 총 배출량에서 차지하는 비중이 크기 때문에 증가량이 높으나, 2011년 대비 증감율은 0.4%로 폐기물 분야 1.6%, 농업분야 0.6%에 이어 3번째로 높게 나타났다.

2012년 에너지 분야 배출량의 전년 대비 증감율은 2011년 증감율 5.1%의 1/12 수준으로 낮아져 에너지 분야 배출량 증가세가 크게 둔화되었다. 폐기물 분야는 소각량 증가로 인하여 온실가스 배출량이 전년보다 1.6% 증가하였다.



자료 : 2013년 국가온실가스 인벤토리 보고서

[그림 2-2] 국내온실가스 총배출량 및 증가율

국립환경과학원 2009년 자료에 의하면, 울산시 2006년도 온실가스 총 배출량은 5,427.4만 톤으로 전국 5억 8,801만 톤 CO₂의 약 9.2%를 차지한다. 부문별로 분석하면 산업부문이 4,228만 톤으로 77.9%를 차지하였으며, 수송 721.7만 톤(13.3%), 상업 217.9만 톤(4%), 가정 145.1만 톤(2.7%), 폐기물 54만 톤(1%), 농업 11.3만 톤(0.2%), 기타 49.4만 톤(0.9%)으로 산정되었다.

한편, 지식경제부의 지자체별 에너지 연소 및 산업공정부문 온실가스 배출량 분석자료(2009년 발표)에 따르면 2005년 배출기준의 울산시 온실가스 배출량은 4,883.7만 톤(8.8%)으로 전국 5위를 차지하였다⁸⁾

2. 온실가스 감축목표

우리나라는 2009년 코펜하겐기후회의에서 2020년 전망치 8억 1300만톤CO₂eq 대비 30% 감축 목표를 제시하였으며, 2010년 4월 「저탄소 녹색성장 기본법」 및 「시행령」에 온실가스 감축 목표의 근거를 마련함으로써 자발적인 국내적 구속 의무를 설정하였다.

2011년 7월에는 온실가스 감축을 위한 실천계획으로 산업, 건물, 교통 등 25개 업종으로 세분화한 ‘부문별·업종별·연도별 온실가스 감축목표’를 확정하였다. 2020년 BAU 대비 30% 감축이라는 목표가 성공적으로 달성될 경우 2020년 온실가스 총 배출량은 5억 4210만 톤으로 감소할 전망이다. ⁹⁾

[표 2-3] 2020년 배출전망치 대비 온실가스 감축목표(환경부 2011)

(단위:%)

국가전체	산업	전환(발전)	수송	건물	농림어업	폐기물	공공기타
30	18.2	26.7	343.	26.9	5.2	12.3	25

8) 울산광역시, “2016 환경백서”, 울산광역시, 2016, pp 152-154

9) 울산광역시, “2016 환경백서”, 울산광역시, 2016, pp 153-154

제3절 녹색항만 개념과 범위

1. 녹색항만의 개념

과거 항만은 단순히 수출입 물동량 창출을 위해 항만운영 및 항만건설에만 중점을 두었지만 현재와 미래의 항만은 인간과 공존하는 항만을 조성하기 위해 워터프론터, 항만자동화, 녹색항만 및 에코포트로 변화하고 있다.

자연재해, 대기오염원에 의한 각종 질병 등이 인간의 삶을 위협됨에 따라 환경문제에 대한 인식변화가 항만에서도 각국의 항만 개발 및 운영, 항만장비, 차량 등 녹색항만 만들기로 전환되고 있는 실정이다. 이제 항만환경을 둘러싼 생태적·자연적 환경보호가 주민 및 항만이용자들의 건강권 확보와 국제경쟁력을 확보하는데 중요한 척도가 되고 있다.

최근 지구온난화로 인한 가뭄, 홍수 등 기상이변이 인류의 생존을 위협하자 모든 국가들은 국제환경보전에 앞장서고 있다. 이를 위해 기후변화에 따른 대책을 각국에서 실행계획을 마련하여 국제적으로 다양한 환경보전을 위해 여러 방법을 모색하여 진행하고 있다.

이러한 항만환경에 대한 인식의 변화에 따라 세계의 주요 항만들은 지속가능한 개발·운영과 국제경쟁력 확보를 위하여 노력하고 있다. 세계 주요 항만들은 생태계의 다양성, 자족성, 안전성과 순환성을 동시에 유지하는 친환경적인 자립형 항만물류의 공간, 즉 녹색항만을 구축하려는 성향이 강해지고 있음을 알 수 있다.

친환경항만 개념 대두는 1952년 런던에서 스모그로 인한 1만명 이상 사망한 후 대기오염에 대해 논의되기 시작하여 1980-1990년대 유럽지역의 구항만의 환경개선을 하면서 본격적으로 추진되었다. 시간의 흐름에 따라 항만에 환경개념을 도입하여 탄소관리권, 지속가능한 발전을 더하여 녹색항만이 정립되었다.

재래항만과 녹색항만의 특징은 첫째, 재래항만은 생태환경보다는 단순히 물동량을 유치하기 위해서 단순 확장과 하역장비 등 설비에 관심을 가졌지만, 녹색항만은 생물서식 환경조성 및 수질개선을 통하여 다양한 생물들이 항만의 주변에서 공존할 수 있도록 항만 환경을 조성되어야 한다.

둘째, 재래항만은 친환경 시설의 유무가 뚜렷하게 나타나지 않고, 시설에 대한 설비도 없었다. 그러나 녹색항만은 에너지 효율성을 높이고 CO₂를 절감할 수 있도록 하역장비 및 운송장비 설치되어야 하고, CO₂ 등의 대기오염 가스를 줄일 수 있도록 전기엔진, 하이브리드 엔진과 에너지 세이빙 기술을 사용 할 수 있도록 설계 및 계획이 된 항만이여야 한다.

셋째, 재래항만은 항만의 기능에만 충실하여 물동량 처리 및 유치에 관심을 두고 있지만, 녹색항만은 항만의 기능과 더불어 인간적·자연적인 항만의 역할에 중점을 두고 있는 항만이라고 할 수 있다. 따라서 녹색항만이란 녹색성장시대 항만 개발·운영 전반에 걸쳐 자원·에너지의 효율을 높이고 경제와 환경의 조화로운 발전을 위한 항만을 말한다.¹⁰⁾

녹색항만과 녹색성장항만의 관련하여 녹색성장 항만이란 항만 개발과 운영 전반에 걸쳐 자원과 에너지의 효율성을 높이고, 경제와 환경의 조화로운 발전을 위한 저탄소를 지향하는 항만이다. 더불어 저탄소 항만물류체계 구축, 배후수송체계를 철도나 연안 해운운송 전환, 항만시설 전력수급을 위한 신재생에너지 도입, 폐기물의 친환경 처리, 리사이클 항만 건설 등으로 기후변화 대비한 항만으로 성장시키는 것이다. ¹¹⁾

녹색성장은 국가의 전 산업별 분야에서 친환경으로 전환하는 광의의 개념이고, 녹색항만은 해양 및 항만분야에서의 이산화탄소, 황산화물 등 오염원을 줄이는 협의의 개념이다.

2. 녹색항만의 범위 및 대상

국내외 녹색항만 범위는 항계내로 할 것인지, 해상구역 및 육상항만구역의 배후단지, 게이트까지 할 것인지는 국가마다 차이가 있다.

국내 녹색항만의 범위를 살펴보면 「저탄소 항만 구축방안에 관한 연구(2008.12)」에서는 항계선에서 게이트 이내로, 「우리나라 항만 및 배후물류단

10) 정준식, “도심인접 수출입항의 그린포트구축 전략과 개발우선순위에 관한연구” 관세학회지 12권, 2011, pp.224-225

11) 국토해양부, “녹색성장, 기후변화 대비 Green Port 추진”, 2009, 보도자료

지의 친환경 물류체계 구축에 관한 연구(2010.2)』에서는 항만 및 배후단지를 포함하였고, 「항만분야 기후변화협약 대응방안(2009.12)」에서는 항계선에서 배후단지까지 확장하였다.

일본 국토교통성에서 발표한 ‘항만에서의 온실가스 배출량 산정 매뉴얼(안)’에는 녹색항만의 범위를 선박, 하역, 외부차량, 보관, 조명, 시설 및 기타 배후단지도 상세하게 구분하였다.

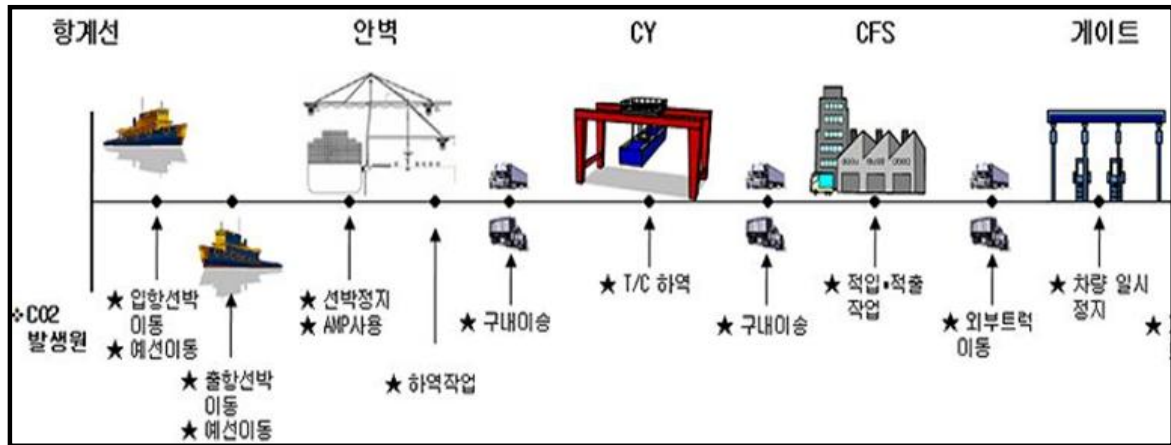


[그림 2-3] 광의의 녹색항만 범위

자료: 일본 국토교통성, 「港灣における温室効果が排出量算定マニュアル(案)」 2009. 6.

국내·외 연구를 종합하여 녹색항만의 범위를 나누어 보면, 일반적으로 항계 내의 선박에서부터 배후단지까지이다. 항만 내의 대상범위는 선박의 입항, 접안, 안벽하역, 이송, 야드하역장, CFS(Container Freight Station) 및 게이트 시설물 항만과 배후단지를 운송하는 배후단지 연계운송까지 포함한다.¹²⁾

12) 최상희, 김우선, 하태영, 이주호, “녹색기술 기반의 미래항만 개발전략과 효과분석”, 한국해양수산개발원, 정책연구, 2011.12, pp.14-16



자료: 국토해양부, 「그린포트 구축 종합계획 수립용역」, 2010. 5.

[그림 2-4] 협의의 녹색항만 범위

IAPH의 산하 사무국(WPCD)에서는 녹색항만 범위를 항계선, 항만시설 및 항만건설로 정의하고 있다. 이동수단은 하역장비, 트럭, 기관차, 외항선 및 연안선, 건설장비로 분류하였고, 설비시설은 발전소, 보일러, 발전기, 전력, 연소설비로 분류하였다.

녹색항만을 구축하는데 있어 항만공간내 항만시설 범위를 설정하는 것이 중요하다. 항만법에서는 항만시설을 기본시설, 기능시설, 지원시설, 항만친수시설 및 항만배후단지 등 [표 2-4]와 같이 분류하였다.

[표 2-4] 항만시설 분류

구분	세부구분	시설명
기본 시설	수역시설	항로, 정박지, 선유장, 선회장 등
	외곽시설	방파제, 파계제, 방조제, 도류제, 갑문, 호안 등
	입항교통시설	도로, 교량, 철도, 궤도, 운하 등
	계류시설	안벽, 물양장, 잔교, 부잔교, 돌핀, 선착장, 램프 등
기능 시설	항해보조시설	항로표지, 신호, 조명, 항무통신 관련 시설 등
	하역시설	하역장비, 화물 이송시설, 배관시설 등
	여객이용시설	대합실, 여객승강용 시설, 소하물 취급소 등
	화물 유통시설과	창고, 야적장, 컨테이너 장치장 및 조작장, 사일로, 저

	판매시설	유시설, 가스저장시설, 화물터미널 등
	선박보급시설	선박을 위한 연료공급시설과 급수시설, 얼음 생산 및 공급 시설 등
	관제 등 시설	관제(管制), 정보통신, 홍보·보안에 관련된 시설
	항만시설용부지	-
	기타 어항구 등	-
	공해방지시설	방음벽, 방진망, 수림대 등 공해방지시설
지원 시설	배후유통시설	보관창고, 집배송장, 복합화물터미널, 정비고 등
	선박기자재 등 시설	선박기자재, 선용품 등을 보관·판매·전시 등
	화물 조립 등 시설	화물의 조립·가공·포장·제조 등을 위한 시설
	업무용 시설	공공서비스의 제공 등 위한 시설
	후생복지 및 편의 제공시설	휴게소, 숙박시설, 진료소, 위락시설, 주차장 등
	연구시설	항만 관련 산업의 기술개발이나 벤처산업 지원 등
	저탄소 항만 건설 시설	신·재생에너지 관련 시설 등
항만 친수 시설	해양레저용 기반시설	유람선, 낚시어선, 모터보트, 요트, 윈드서핑용 선박 등
	해양문화교육시설	해양박물관, 어촌민속관, 해양유적지, 공연장, 등
	해양공원시설	해양전망대, 산책로, 해안 녹지, 조경시설 등
	인공시설	인공해변 등 준설토를 재활용하여 조성한 시설
항만 배후 단지	1종 항만배후단지	-
	2종 항만배후단지	-

자료: 항만법 제2조 분류

제4절 항만오염 원인과 실태

1. 항만오염의 원인

녹색항만의 개념을 이해하기 위해서는 항만에서 발생할 수 있는 오염원에 대해 알아볼 필요가 있다. 항만에서 발생하는 오염은 수질오염과 대기오염, 소음과 진동 등으로 나누어 볼 수 있다.

첫째, 수질오염은 항만에 유입되는 오염원들, 부두 야적장에 저장된 원자재의 용해에 따른 오염, 하역시 벌크화물 낙화로 인한 용해물질, 항만시설 건설과정에 발생하는 오염물질, 해양사고에 의한 각종 유해 및 중독물질의 유출 등으로 인한 수질악화로 나타날 수 있다.

선박에서 무단 처리되는 하수 및 오염물질은 다량의 중금속이 포함되어 있어 부영양화와 함께 해양생태계를 위협할 수 있다. 주로 선박에서 배출되는 기름이 포함된 밸러스트나 선박 하부에 고이는 용수, 오수나 하수 및 하역장비로부터의 윤활유, 유류 등의 유출은 수질오염의 주요 원인이 된다.

둘째, 대기오염은 선박 및 하역장비로부터 발생하는 직·간접적인 공기의 오염으로 나타난다. 선박은 화석연료를 연소시키는 내연기관에 의해 구동됨에 따라 다양한 대기오염물질을 배출한다. 선박은 항해 또는 정박 중에 이산화탄소, 이산화질소, 이산화황 등을 배출함으로써 대기를 오염시킨다.

또한 선박 하역장비 및 항만배후 단지내 하역장비에서 발생하는 대기가스, 액체화물의 증발, 가스 누출사고 등은 대기오염의 주요 원인이다. 화물을 운송하는 트레일러, 컨테이너 야적장의 각종 항만 장비에서 배출되는 매연도 대기오염의 오염원이다.

셋째, 항만내의 작업선, 하역장비 운전 및 화물트럭 운송은 소음과 진동을 발생시킨다. 하역작업 시 발생하는 컨테이너 충돌음 및 기계 작동음 등은 항만 주변 국민들에게 심각한 생활불편을 야기시킨다.

넷째, 항만은 항만구조물, 설비, 조명 등을 통해 항만경관에 영향을 준다.

야간작업을 위한 조명은 인근 주민으로부터의 민원을 야기할 수 있다. 또한 항만활동의 결과 발생하는 폐기물, 선박의 연기, 산적화물 야적물, 기타 항만에 적화된 자재 등 주변경관에 영향을 준다. 13)

항만을 개발하고 운영하는데 수반되는 환경오염은 해양생태계와 항만인근 주민들에게 매우 심각한 영향을 줄 수 있다. 따라서 항만과 해양환경을 합일된 개념으로 보는 친환경 항만인 녹색항만의 각 부분에 대한 상호연관성을 체계적으로 파악해야 한다. 상호연관성은 환경에 대한 항만 영향과 항만에 대한 환경 영향으로 구분할 수 있다. 이를 정리하면 [표 2-5]와 같다.

[표 2-5] 항만과 환경 간의 상호 영향 비교

구분	영향요인	영향 결과
환경 에 대한 항만 영향	해수유동 변화	해저퇴적물 이동, 식물서식지 변화, 항만해수 오염
	퇴적물 누적	준설량 과다, 해저생태계 파괴, 해양오염 심화
	준설토 처분	매립시 중금속 오염, 해수오염 확산, 준설토 처분장 확보
	쓰레기 폐기물	해양생태계 파괴, 갯벌의 경제적 가치 저하
	염도의 변화	해양식물의 폐사, 해양생태계 변화·파괴
	선박 투기물	해양환경 파괴, 선박독성물질의 폐류 체내 잔류
	화학독성물질	해양오염유발, 해양환경 파괴, 해양생물 체내 축적
	유류오염	해양생태 수산양식 파괴, 미관훼손, 해양재앙 초래
	영양염	해양자정능력 약화, 적조현상, 해양생태계 파괴
	오염물질, 미관	먼지·소음·악취 발생, 자연미관 파괴, 주변경관 훼손
항만 에 대한 환경 영향	해수상승, 기후변화	대형 태풍 증가, 강우량 변화, 항만파괴, 해일, 해안변화
	무역·수송방식 변화	신품목 발생, 선박항만형태 변화, 대영 가스항만 건설
	조류 침적효과	구조물의 하중 변화, 중량 증가, 물질부식, 유지보수곤란
	부식현상	강구조물의 부식심화, 콘크리트 구조물 부식
	해저지질 조건	연약지층, 구조물지층 침화, 구조물 불안정·파괴

자료: 정현, “항만에서의 환경오염과 환경 친화적 항만 ‘그린포트’의 건설”, 「기술사」, 제31권 제3호, 한국기술사회, 1998, pp.52-59

13) 정준식, “도심인접 수출입항의 그린포트구축 전략과 개발우선순위에 관한연구” 관세학회지 12권, 2011, pp.223-224

2. 항만오염원별 특징과 실태

지구온난화의 요인은 주로 석탄, 석유 등 화석연료를 태울 때 이산화탄소가 다량 방출되어 지구온난화로 인해 가뭄, 홍수 등 기상이변이 발생하여 인간에게 악영향을 미친다.

2014년 환경부의 국립환경과학원 국가대기오염 물질 배출량 서비스 발표에 의하면 대기오염물질 중 선박에서 배출된 양 평균은 질소산화물 12.7%, 황산화물 11.4%, PM10 7.1%, PM 2.5 10.1%를 차지하고 있다고 발표했다. 이는 주요 항만인 부산항, 인천항, 울산항, 광양항, 평택·당진항이 위치한 시도에서의 선박 대기오염물질 배출 비중은 전국 평균을 상회한 것으로 조사되었다.

울산항이 위치하고 있는 울산광역시의 경우 통계치를 살펴보면 질소산화물 16.3%로 전국 2위, 황산화물은 7.4%로 전국평균 보다 낮았고, 미세먼지는 공업화지역의 특징을 반영한 듯 전국평균보다 높은 수치로 나타났다. 이에 항만분야의 항만오염원별 특성과 울산항의 오염실태를 파악하고자 한다.

[표 2-6] 선박에서 배출된 대기오염물질 비중

(단위 : 톤/년)

구분	시도	NOx	SOx	PM10	PM2.5
대기오염물질 전체배출량	부산광역시	44,796	10,536	2,223	1,879
	인천광역시	43,853	12,421	1,727	1,440
	울산광역시	50,813	50,522	3,669	2,430
	경기도	163,061	15,511	6,763	5,135
	전국	1,135,743	343,161	97,918	63,286
선박 배출량	부산광역시	17,513	7,717	1,049	951
	인천광역시	3,671	1,591	224	204
	울산광역시	8,276	3,729	501	454
	경기도	5,280	2,384	327	297
	전국	144,030	39,074	6,983	6,423
선박배출비중 (%)	부산광역시	39.1	73.2	47.2	51.4
	인천광역시	8.4	12.8	13.0	14.1
	울산광역시	16.3	7.4	13.7	18.7
	경기도	3.2	15.4	4.8	5.8
	전국	12.7	11.4	7.1	10.1

자료 : 국립환경과학원 국가대기오염물질배출량 서비스 (2014년 기준) 재작성

1) 이산화탄소(CO₂)

이산화탄소는 무색, 무취, 무미하고, 화산폭발, 유기물 연소, 미생물 발효 등 다양하게 발생한다. 태양열이 지구를 튕겨서 나가야 하는데 이를 방해하는 것이 이산화탄소이다. 이산화탄소 63%가 지구온난화에 영향력을 미치는 온실가스들 중 온실효과에 많은 영향을 미친다.

산업화 이전에 대기 중 이산화탄소 농도는 275~285ppm으로 추정되며, 2014년에는 지구 평균농도가 397.2ppm까지 상승함으로써 이산화탄소의 배출량 약 42%나 증가하였다. 우리나라 경우 최근 10년(2005~2014년) 동안의 이산화탄소 연평균농도 증가율은 2.09ppm/년으로 지구 연평균농도 증가율인 2.06ppm/년과 비슷하였다.¹⁴⁾

항만분야 이산화탄소 배출원은 선박, 항만물류차량, 건물 난방유, 하역장비인 크레인 및 트랜스퍼 등에서 사용하는 경유에서 주로 발생하였다. 울산항의 경우 부두별로 선박, 항만장비에서 발생한 이산화탄소 배출량을 연료소비량에 연료별 배출계수를 곱하여 구한 결과, 2012년도 말 기준으로 총 239,513톤이 발생했다.

이는 본항에서 55.3%, 온산항에서 33.7%, 신항에서 7.1%, 기타 2.8%, 미포항 0.9%, 정박지에서 0.2%에서 발생했다. 향후 화물별 물동량 예측치를 추정하여 2015년에 273,021톤, 2020년엔 305,771톤으로 추정하였다 ¹⁵⁾.

2) 질소산화물(NO_x) 및 황산화물(SO_x)

1952년 미국 LA 광화학스모그사건으로 잘 알려진 질소산화물(NO_x)은 대기환경에 영향을 주는 일산화질소(NO), 이산화질소(NO₂)을 말한다. 질소산화물은 고온의 조건에서 공기 중의 질소와 산소가 반응하여 발생되기 때문에 대기 중 질소산화물 농도는 연료연소량, 폐기물 소각량과 자동차 운행량과 비례하여 발생한다.

육상대기의 질소산화물 배출량은 디젤자동차, 경유와 중유를 연료로 하는 선

14) 울산광역시, “2016년 환경백서”, 울산광역시, 2016, pp.141-144

15) 울산항만공사, “울산항 그린포트 추진전략 수립용역” 울산항만공사, 2013, p.240

박 및 항만장비에서 주로 발생한다. 이는 호흡기질환 및 폐질환 등 인체피해와 식물피해, 산성비 등 환경피해로 나타난다.

이산화질소는 화석연료 등의 연소 시 주로 발생하며, 특히 광화학반응을 일으켜 2차 오염물질인 오존과 광화학스모그를 생성하여 대도시 대기오염의 주요인이 되고 있다.

울산시의 연도별 이산화질소의 경우 1994년 0.029ppm으로 오염도가 다소 높았으나 1995년 0.023ppm으로 개선된 이후 최저 0.016ppm에서 최고 0.024ppm으로 연간 환경기준이내를 유지하고 있다. 2010년 이후 이산화질소 오염도는 뚜렷한 경향을 보이지 않고 있으며, 0.023~0.024ppm 수준을 유지하다가 2015년 0.022ppm으로 개선되었다. 16)

황산화물(SOx)는 황과 산소가 결합한 산화황을 말하며, 환경공해적 측면으로는 매연 속에 포함된 이산화황(SO₂), 삼산화황(SO₃) 및 황산 미스트를 말한다. 이산화황, 삼산화황 발생원인은 화석연료 연소, 화산폭발시, 제련소와 화력발전소, 황산제조공장, 벙커-C 및 연탄을 연료로 사용하는 각종 공장 및 가정, 자동차 및 선박 배기가스에서 배출된다.

대기로 방출되거나 생성된 아황산가스가 식물에 영향을 미쳐 황화현상을 발생시키고, 산성비의 원인물질이 되어 토양의 산성화, 산성화에 따른 어패류의 감소, 금속 부식 등 자연 및 생활환경에 많은 영향을 미친다. 이산화황의 독성은 인간에게 폐렴, 기관지염, 천식, 폐포의 확대로 폐가 부푸는 폐기종 등이 있다.

환경기준은 연간 평균치 0.02ppm이하, 24시간 평균치 0.05ppm이하, 1시간 평균치 0.15ppm이하이다. 울산시의 경우 아황산가스 오염도를 줄이기 위하여 2001.7월 시행된 0.3% 저유황유사용, 청정연료사용권장, 환경개선 투자유도 등의 대기질 개선정책을 추진하였으며, 아황산가스 오염도 추이를 살펴보면 1991년 연평균 0.035ppm까지 악화되었다가 2006년 0.007ppm까지 개선된 이후 2014년까지 0.008ppm을 꾸준히 유지하다가, 2015년 0.007ppm으로 개선되었다.17)

16) 울산광역시, “2016년 환경백서”, 울산광역시, 2016, p.219

17) 울산광역시, “2016년 환경백서”, 울산광역시, 2016, p.215

3) PM(미세분진) 및 소음

미세분진은 아황산가스, 질소산화물, 일산화탄소 등 자동차, 선박, 공장 등에서 발생하여 대기 중 장기간 떠다니는 입경 10마이크로미터(μm)이하의 미세한 먼지를 PM10이라 하고, 입자가 $2.5\mu\text{m}$ 이하인 경우는 극미세먼지(PM2.5)라 한다.

초미세먼지(PM 2.5)는 대기 중 분진가운데 직경 $2.5\mu\text{m}$ 보다 작은 입자를 가리키는데 이는 매우 미세한 크기로 인해 기관지에서 걸러지지 않고 폐까지 도달함으로써 폐 및 심혈관계 질환을 유발시키거나 관련 질환자의 사망가능성을 높이는 것으로 알려지고 있다.

2001년 1월 1일부터 환경기준이 총부유분진(TSP)에서 미세먼지(PM-10)로 변경되었고, 2007년 1월 1일부터 환경기준이 연간평균치 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하에서 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로, 24시간평균 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하에서 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 변경되었다.

울산의 미세먼지(PM10) 오염도를 살펴보면 1995년 $69\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 다소 높게 나타났으나 점차 개선되어 1999년 $29\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 감소하였다. 2000년부터는 황사 등의 영향으로 미세먼지가 증가하는 추세를 보이며 2008년까지 $50\sim 54\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 오염도를 나타냈으나 2009년 이후 감소 추세로 $46\sim 49\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 유지하고 있으며, 2014-2015년에는 $46\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다.¹⁸⁾

소음발생 원인은 자동차, 선박 등에서 발생하는 교통소음, 공장에서 발생하는 기계음, 생활소음으로 나누어 볼 수 있다. 소음이라 하면 50dB(A) 정도를 전후로 해서 그 이상의 음이 발생하면 소음으로 간주된다. 하지만 주야간 차이, 주거지역과 상업지역 차이, 개인의 심리적 상태에 따라 달라질 수 있다. 소음의 영향으로는 집중력 저하, 초조 등 스트레스 증가되어 업무 판단 능력이 저하되고, 공격성향, 우울증 발생 등 잠정적인 정신질환 발생을 촉진될 수 있다.

소음공해는 공장소음, 교통소음, 생활소음, 건설소음 및 항만장비에서 발생하는 소음 등 일반적으로 물질적 피해가 아니라 정신적 피해로 나타난다. 평가소음기준은 50데시벨(dB)이상이거나 고주파 성분이 400헤르츠(Hz)이상인 음은 소음공해로 본다.

18) 울산광역시, “2016년 환경백서”, 울산광역시, 2016, p.216

울산시는 일반지역과 도로변에 소음측정기 50개 설치하여 주기적으로 주야간 소음을 측정하고 있으며, 그 결과 소음도 추이는 해마다 큰 변화는 없고 모두 환경기준 미만으로 조사되었다.

4) 수질오염, 토양오염

수질오염은 급속한 인구증가, 인구의 도시 집중이 가속화됨에 따른 생활폐수, 공장폐수, 가축분뇨 등 원인으로 하천 및 연안의 수질 오염으로 나타난다.

유기물질은 용존산소를 이용하여 생화학적 분해되는데 표층은 유기물질이 배출되면 수중에 산소를 결핍시켜 생물을 죽이고, 물속에 산소가 없으면 유해한 황화수소 등이 발생하고 물이 산성화되어 심한 악취가 발생한다. 또한 유기물질인 기름이 해역에 누출되면 해수면을 덮어 대기과 해수사이의 물질교환을 차단하므로 그 밑의 해양생태계에 치명적인 피해를 준다.

울산시 2016년 환경백서에 의하면 생활오수, 산업폐수, 축산폐수의 총 발생량은 2015년도 652,538m³/일로서 2014년도 609,582m³/일에 비해 약 6.6% 증가하였다.

울산항에 직접적 영향을 미치는 태화강 하류지역의 BOD(생물화학적산소요구량) 변화는 1997년 10.0mg/l로 매우 나쁜 등급(VI)이었으나, 이후 점차 수질이 개선되어 2006년 3.2mg/l, 2007년 1.7mg/l로 개선되었다. 2008년부터 2010년까지는 2.0mg/l, 2011년부터 2013년까지 1.9mg/l, 2014년 1.6mg/l, 2015년 1.8mg/l로 수질 및 수생태계 상태의 좋음 등급을 유지하고 있다.

울산항에 영향을 미치는 지역은 미포항 지역인 동구, 본항 및 신항은 울산 남구와 중구, 울산신항 및 온산항은 남구와 울주군이다. 수질오염은 대부분 육상의 생활폐수와 기업체의 산업폐수로 울산항으로 유입되고 있다. 울산의 경우 생활오수, 산업폐수, 축산폐수의 총 발생량은 2014년도 609,582m³/일에 비해 2015년도 652,538m³/일로서 약 6.6% 증가하였다.

2015년 울산연안의 해양환경측정망 자료를 살펴보면 화학적산소요구량(COD)은 연평균 표층 농도가 1.6 mg/L, 저층 농도가 1.1 mg/L로 전년도 대비 COD 농도는 표층의 경우 0.2 mg/L 증가하였다.

총질소(TN)의 경우 울산연안의 연평균 표층 농도는 0.424 mg/L, 온산연안의 연평균 표층 농도는 0.354 mg/L로 전년도 대비 울산연안은 0.212 mg/L, 온산연안은 0.179 mg/L 감소하였다. 총인(TP)의 경우 울산연안의 연평균 표층 농도는 0.034 mg/L, 온산연안의 연평균 표층 농도는 0.028 mg/L로 전년도 대비 울산연안은 0.009mg/L, 온산연안은 0.002 mg/L 감소하였다.

또한, 수질오염원 중 해양오염사고로 인한 울산항의 수질오염에 악영향을 준다. 그 현황을 살펴보면 2015년 29건의 해양오염사고가 발생하여 유류 203,686 리터가 유출되었다¹⁹⁾

[표 2-7] 최근 5년간 해양오염사고 추이

구분	‘11년	‘12년	‘13년	‘14년	‘15년	5년 평균
신고건수	123	89	95	125	77	101.8
사고건수	27	17	21	27	29	24.2
유출량(리터)	31,234	62,532	86,235	5,204	203,686	77,778

자료 : 울산해양경비안전서

토양오염은 토양에 존재하는 생태계의 건전성을 저해하고 토양고유의 자연환경요소로서의 기능을 상실케 한다. 그 원인은 대기오염에 의한 중금속, 산성비, 공장폐수의 유입, 유독한 산업폐기물의 투기, 매립, 농약의 대량살포 등에 의해 발생한다.

토양오염이란 광의의 개념으로 보면 토양 내의 특정 화학물질의 농도가 높아져 사람의 건강이나 생태계에 피해를 주는 상태를 말하는데 금속광산지역의 산림토양처럼 인간의 활동이 전혀 가해지지 않고 단지 지질학적 요인(자연현상)에 의해 카드뮴이나 납, 비소 등의 유해 중금속의 농도가 비오염지역에 비해 수배에서 수십 배정도 높게 나타나는 경우가 여기에 해당된다.

울산의 경우 연도별 토양오염실태조사 결과, 2015년도 기준초과 지점은 나타나고 있지 않았다.

19)울산항만공사, “울산항 그린포트 추진전략 수립용역”, 2013, pp.247-249

[표 2-8] 연도별 토양오염실태조사 현황

연도별	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
조사지역수	87	88	88	88	66	67	66
기준초과지점수	1	0	0	0	0	1	0

자료 : 울산광역시 환경보전과 통계자료

제5절 국내 선행연구

국내 선행연구는 항만의 개발 및 운영과 관련하여 각각의 항만별 특성을 고려하여 정책을 제시하고 있고, 지구촌의 환경에 대한 문제가 심각해짐에 따라 국제기후협약 등에서 정한 기준을 국내 정책에 맞추어 항만의 환경문제를 현실적으로 어떻게 운영·건설·관리할 것인가를 지속적으로 연구되어 왔다.

송만준(2000)은 항만계획 수립단계부터 환경을 우선하는 항만기술의 개발 및 운영이 필요하다고 하였고, 친환경 항만을 효율적으로 추진할 수 있는 구체적인 실천방안을 모색하였다.

한국해양수산개발원(2005)은 최근 부각되고 있는 항만의 대기오염 규제에 대한 국제기구 및 주요국들의 대응 동향을 소개하고 있다. 송계의, 한철환(2007)은 항만 환경오염 규제의 필요성, 세계 주요항만의 환경오염실태 및 각국의 항만환경오염 저감 방안 등을 고찰하여 국내항만에 대한 시사점을 도출하였다.

김우선 외 3인(2008)은 항만에서의 온실가스 배출 저감을 위한 친환경 항만운영기술의 개념을 정립하고 기술적 대안을 영역별로 구분하여 하역단계별로 적용 가능한 대안을 분류하였다. 전문가 면담을 통해서 우선순위를 결정하였으며 단기, 중기, 및 장기적인 관점에서 로드맵을 수립하였다.

정봉현(2009)은 광양항을 사례로 하여 항만의 수송 수요와 환경 실태를 분석하고 친환경 항만정책 방향을 제도적이고 정성적인 입장에서 강구하였다. 방희석, 임종섭(2010)은 미국, 일본, 네덜란드 등 주요국이 친환경 항만정책을 살펴

보고 국내에서 녹색항만 마케팅 추진, 관리체제와 항만물류장비 구축, 그린항만 인증제 도입 등을 통해 온실가스 저감이라는 해운항만 분야의 새로운 경쟁요소에 적극 대응해야 한다고 주장하였다.

한철환(2011)은 인천항에 발생하는 대기오염을 줄이기 위한 다양한 방안들을 컨테이너터미널과 일반부두로 구분하여 제시하고 있고, 최석범, 남정우(2011)은 일본의 온실가스감축 등 친환경 항만정책을 검토하여 한국정책 도입방안 마련하는데 중점을 두었다.

이어 울산항만공사 용역(2013)에서는 국내외 녹색항만 정책을 비교분석하여 울산항 정책방안을 제시하였고, 김태균, 김환성(2014)은 울산항의 친환경 항만정책의 현황 및 문제점을 분석 후 합리적인 정책대안 마련을 제시하였다. 로테르담항과 부산항의 그린포트 정책 비교(2014, 변지은), 항만과 도시의 연계성을 고려한 녹색항만 구축방안 연구(2014, 이태동) 논문에서도 연구되었다.

또한, 김성국, 박명섭(2016)은 파리기후협약을 기반으로 중국정부에서 시행하는 각종 친환경 항만 정책 검토하여 중국항만을 이용하는 한국 해운사들이 중국항만규정에 맞추어 대비할 것을 제시하였다.

제3장 녹색항만 정책적 동향

제1절 해외 선진항만의 녹색항만정책

1. 미국항만의 녹색항만 정책

녹색항만 구축과 연관성이 있는 대기청정법(CAA, Clean Air Act)법은 1990년 대부터 시행하여 청정대기질 유지를 위해 노력하고 있다. 미국 항만들은 대기 오염을 방지하기 위해 선박 오염물질 배출저감 장치 채택 및 오염물질 측정을 위한 장치 도입을 증가하고 추세이다.

로스엔젤레스(L/A)항 과 롱비치항(L/B)항은 미국 남부연안대기질 관리 지구의 연차적 연구보고서(2004, 2008) 결과, LA/LB항만 근처의 대기 유독성 위험 정도가 매우 높은 것으로 나타났다. 대기오염 방지를 위해 2006년 11월에 ‘산페드로만 청정대기 행동 5개년 계획’을 수립하였고, 이는 해당지역의 대기질을 개선과 함께 두 항만의 향후 비전을 연계한 미국 최초의 항만관련 청정대기전략이다.

이 행동계획에서 제시하고 있는 오염원별 통제방안은 다음과 같다. 첫째 LA항이 2008년부터 항만을 출입하는 노후트럭을 대체하는 청정트럭프로그램(CTP, Clean Trucks Program)을 도입하여 1989년 이전에 제작된 모든 트럭의 운영을 금지하여 항만 대기오염 수준을 2007년에 비해 70%까지 줄이는 효과를 거두었다.

둘째 선박속도저감프로그램, 즉 선박으로부터 배출되는 배기가스를 줄이기 위해 LA/LB항은 크게 운항 중과 정박 중인 선박의 배출량 저감 방안을 이원적으로 시행하고 있다. 먼저 운항 중인 선박에 대한 규제는 자발적 속도 저감프로그램으로 LA/LB항을 입출항하는 선박은 20마일 해상부터 12노트로 속도를 줄여 배출가스를 줄이는 방안이다. LB항은 동 프로그램에 참여하는 선박에 대해 부두접안료를 15% 감면해 주는 Green Flag Incentive Program을 운영하고 있으

며, 2008년부터는 항계를 40마일로 확대하여 시행 중이다.

셋째 정박 중인 선박에서 발생하는 대기오염을 줄이기 위한 방안으로는 육상 전원공급장치와 선박배기가스 흡착기, 해수세척기, 선택적촉매저감시설 등을 통한 호텔링 배출저감방안 두 가지를 시행하고 있다.

LA항은 AMP를 통해 세계 최초로 컨테이너선에 대한 전원공급을 시행하고 있고, LB항은 Cold Ironing이라는 이름으로 AMP를 사용하고 있다. LA/LB항은 입출항 선박에 대해 황함유 0.2% 미만인 저유황연료를 사용하는 선박에 대해 인센티브를 제공하는 Vessel Main Engine Fuel Incentive Program을 시행하고 있다 20)

[표3-1] LA/LB 항만 청정대기행동 계획 추진전략

구분	추진내용
중장비 트럭/장비	<ul style="list-style-type: none"> •노후화된 시설 교체 및 업그레이드 •대체 연료 및 청정연료 사용 권장 •대체 연료 개발을 위한 예산 지원
해양선박 /예인선	<ul style="list-style-type: none"> •항내 선박 운항속도 감소 •정박 중 육상전기 공급 지원 •저유황 연료 사용(주·보조엔진)
항만하역 장비	<ul style="list-style-type: none"> •기존 1단계에서 2단계 엔진 장착



자료: 한국해양수산개발원, 「친환경 항만운영기술 적용 및 실행방안 연구」, 2008. 12.

2007년도 미국환경보호청(EPA)은 90%이상인 외국적선에 대해 미국항만에 입항하는 선박의 주엔진과 보조엔진 연료로 함량 1,000ppm이하인 저유황유 사용을 규정하는 ‘2007 해상선박 배출 저감법’을 시행 중에 있다.

LA/LB항은 2014년부터 입항선박의 50%, 2017년부터 70%, 2020년 80%이상의 선박이 AMP를 사용해야 한다고 강제 규정화하고 접안한 선박의 보조엔진 사용시간을 3시간이하로 규제하였다.

20) 한철환, “대기오염 저감을 통한 인천항 Green Port전략”, 한국항만경제학회지 제 27집 제1호, 2011, pp.291-292.

2008년 3월 미국환경보호청은 디젤 분진과 질소 산화물 발생 기준을 보다 엄격하게 강화하였다. 일부 항만은 기존의 디젤엔진 교체와 디젤 배출 시스템 개량을 통해 오염물질 배출을 저감 하였다. 특히 전미 환경 친화적 항만 프로그램(Clean Port USA)은 크게 기술향상 전략과 운영개선 전략 등 2개 분야에서 항만의 대기오염 저감을 유도하고 있다.²¹⁾

[표 3-2] 운송수단별 규제 내용

구분	규제내용
선박	-장거리 선박에 대해 2008년 10월 해상오염 협정부속서 4에 따라 강화된 엔진 및 연도기준 IMO환경기준 적용
차량	-기존 운행 차량에 대해서는 디젤 배출 시스템 개량(retrofit) 시행
기관차	-현존하는 기관차의 대기오염 물질 방출 기준강화 -신설기관차와 해상디젤엔진에 새로운 방출 기준 적용 -향후 기관차 및 해상 디젤 엔진에 고효율 기술을 적용하여 중장기 기준설정

자료: EPA, Sector performance Report, 2008, p.98

뉴욕 · 뉴저지항은 첫째로 PM, SOx 3%, CO₂ 5%씩 매년 감축, 둘째로 정박선박 대상 청정저유황연료 이용 의무화, 셋째로 정박선박의 육상전원 공급, 넷째로 하역장비의 현대화, 다섯째로 트럭 교체 촉진, 여섯째로 항내 선박 엔진 개량, 일곱째로 향후 10년 내 90억 달러 투자 결정, 여덟째로 하이브리드 장비 투자·소유(325대), 아홉째로 주요 컨테이너 부두(APMT, NYCT)에 하이브리드 트럭 설치 등 CO₂ 배출저감 환경정책을 시행하고 있다.

시애틀항에서는 첫째, Puget Sound Maritime Air Forum 결성 및 정박 크루즈선에 1개의 AMP로 2척에 동시 육상전원 공급이 가능한 배출가스 저감시설 설치를 완료, 둘째, 디젤 구동식 겐트리 크레인의 전기 구동식 전환 완료, 셋째, 바이오디젤, 디젤 산화촉매제를 사용하는 디젤 배출저감프로그램 실시, 넷째, 트럭 배기가스 배출기준 강화 및 아이들링(Idling) 시간 최소화 등으로 2005년

21) 임종섭, “항만환경 규제에 따른 Green Port구축방안”, 한국항만경제학회지 제26집 제2호, 2010, pp.107-108

해상대기환경 개선을 결의하였다. 한편 미국의 북서부 시애틀항, 타코마항과 캐나다 벤쿠버항만간 공동으로 북서항만 청정대기전략을 추진하고 있다.

오클랜드항에서는 2008년 노후트럭 교체계획을 수립하여 2008년에 200만 달러를 투자하였으며, 2007년 배출가스 기준 충족을 요구하고 있다. 또한 항만뿐만 아니라 항만배후지역 화물운송 프로그램을 실시하였다. 항만당국은 대기관리위원회와 파트너십을 결성하였으며, 청정기술을 활용한 화물운송차량 인센티브를 제공하고 있다.²²⁾

2. 네델란드(로테르담항) 항만의 녹색항만 정책

로테르담항은 세계 10대 항만으로 2004년 7월 로테르담항만공사를 발족하여 모든 항만개발에 환경적인 내용을 수반하여 지속가능한 항만 실현에 많은 노력을 기울이고 있다.

2007년부터 로테르담시와 같이 로테르담 친환경항만정책(RCI, Rotterdam Climate Initiative)을 시행하고 있다. 로테르담항의 모든 선박에 대한 저유황 연료 사용을 추진하고 있으며 Clean Car 및 리스비용 인센티브, 탄소발자국, 내륙수로 항해선박에 대한 육상전력 공급시스템과 풍력 발전시설을 육상과 해상에 도입하고 있다. 직접적으로 항만에 신재생에너지인 풍력 발전시설을 도입함으로써 육상전력 공급시스템의 목표를 달성할 수 있다는 것이 특징적이다.²³⁾

항만에서의 탄소발자국(Carbon Footprint)은 컨테이너 1TEU 처리 시 발생하는 이산화탄소 양을 표시하며 배출원별로 탄소 배출량을 추적관리하는 시스템을 의미한다. 2011년 말까지 2007년 대비 35% 절감을 목표를 설정하였다.

AMP는 2009년 3월까지 자금 및 법률관련 내용을 확정하여 시행하였고, 바지터미널인 스테라인에서 최초로 시행하였다. 1994년부터 녹색인증제도를 시행하여 일찍부터 환경문제의 중요성을 인식해 온 로테르담 항은 항만 인근 라인몬

22) 최상희, 김우선, 하태영, 이주호, “녹색기술 기반의 미래항만 개발전략과 효과분석”, 한국해양수산개발원, 2011.12, pp.38-39

23) 박진일, “그린포트를 통한 녹색물류 구축효과에 관한 연구”, 동의대학교 경영학석사논문, 2013, p.11

트지역의 대기질이 2010년에는 EU 기준을 초과할 것이라는 심각한 상황에 직면하자 대기오염 개선을 위한 대책을 담은 ‘Rijnmond Air Quality Action Program’ 이라는 2011년경에 보고서를 발표하였다.

이 보고서에서 해운항만관련 주요 대응전략은 해운분야에 있어서는 기존 및 향후 EU의 환경정책 및 법안 지지, AMP의 도입, 배출가스통제기술의 개발과 시행을 제시하고 있다. 트럭은 지능형 하역시스템의 도입, 환경친화적 차량의 도입 및 기술개발의 촉진을 제시하고 있으며, 철도분야에 있어서는 디젤연료의 전기연료로의 전환과 EU 배출기준 준수를 배출가스 저감방안으로 내놓고 있다.

로테르담항의 차별화된 대기오염 전략으로는 내륙수로를 운항하는 바지선에 대한 대책과 선박에 대한 환경지수(ESD)의 적용을 들 수 있다. 먼저 로테르담항은 외항선뿐만 아니라 바지선에 의한 배출가스를 줄이기 위해 바지선 엔진 교체 프로그램의 시행, 바지선 속도 저감프로그램 및 바지선을 위한 AMP의 도입을 추진하고 있다.

특히 바지선을 위한 AMP 도입을 위해 2007년부터 Maashaven지역을 대상으로 시범운영을 시행한데 이어 2008년 말까지 모든 내륙수로 바지선 선석을 대상으로 AMP의 설치를 의무화하고 있다. 그리고 바지선의 엔진교체를 위해 보조금 프로그램을 시행하여 2025년까지 청정엔진을 장착한 바지선만 항만구역 내에 입항이 가능하도록 강제화한다고 밝혔다.

또한 선급협회나 항만공사 등이 선박의 배기가스 배출정도를 검사하여 해당 선박에 환경오염등급을 매긴 후 이를 인증해 줌으로써 해상운송의 청정화 및 기업의 사회적 책임을 강화하는 선박환경지수를 개발하여 시행 중이다. 이를 위해 해당 기준에 미달인 선박에 대해서는 높은 항만이용료를 부과하는 대신 기준을 준수한 선박에 대해서는 항만이용료 또는 하역료를 할인해 주는 금전적 인센티브를 제공할 계획이다.²⁴⁾

정부와 지역사회에 환경적인 요구조건이 충족할 수 있는 항만운영을 유도함

24) 한철환, “대기오염 저감을 통한 인천항 Green Port전략”, 한국항만경제학회지 제 27집 제1호, 한국항만경제학회, 2011, pp.292-293

으로써 지속 가능한 녹색 항만개발 정책을 추진하고 있다. 즉 항만 당국은 환경에 순응하는 최적의 조건으로 물류서비스를 고도화 하여 경쟁항만과 차별화를 통하여 경쟁력을 제고한다는 시각을 가지고 있다.

원양 해운 정책을 살펴보면, 녹색 보상제로 환경 친화적인 선박, 즉 선박의 안전관리, 환경보전에 뛰어나다고 인정되는 선박에 대해 입항시 각종 특전을 부여하는 방식으로 추진되고 있다.

이러한 녹색보상제를 수상하기 위해서는 운항측면과 기술적인 측면에서의 요구사항이 충족되어야 한다. 운항측면의 내용을 보면, 선박관리 운항을 위한 ISO 2000에 의한 확인서, 비상계획의 이용가능성, 육상/선박 인원에 대한 정책, 선내관리 확인서, SOPEP(Shipboard Oil Pollution Emergency Plan)의 이용가능성, 선원의 추가자격 및 이용가능성, 계획된 유지 시스템 및 조건 모니터링 시스템 등을 내용으로 한다. 25)

3. 일본항만의 녹색항만 정책

1992년 일본 국토교통성은 리우선언에 근거하여 1994년에 ‘환경과 공생하는 항만-Eco-Port’ 를 정책을 결정했다. 그 내용은 항만환경을 보전하기 위해 생태·친수성·정화기능 등을 적극 활용한 항만환경 창조를 종합적으로 이행하기 위한 항만환경계획을 책정한다는 것이다.

이는 항만관리자가 계획, 설계, 건설, 이용 등 각 단계에서 환경시책을 종합적으로 정리하여 환경정비 등 구체적인 시책을 실시할 때 지침서 활용하는 것이다. 26)

25) 방희석, 임종섭, “UN기후협약에 따른 친환경 항만정책 제언에 관한 연구”, 무역연구 제6권 제2호, 2010, pp.258-259

26) 최석범, 남정우, “일본의 친환경 항만정책과 시사점”, 한국항만경제학회지 제27집 제3호, 2011, pp.338-340

[표 3-3] 일본항만 환경정책 추이

주요목표	연도	주요내용
환경과의 공생	1994	새로운 항만환경정책 Eco-port의 형성을 책정
	1999	항만에 관한 환경시책의 충실을 중심으로 한 항만법 개정
	2000	항만법의 기본방침을 변경하여 환경보전을 법으로 규정
	2001	도시재생 프로젝트로 대도시의 도시환경 인프라의 재생을 두고 해안의 녹색 거점 형성, 바다의 재생
	2002	종합적인 정맥물류거점(리사이클 포트)의 지정 도쿄항 재생을 위한 행동계획의 책정
	2003	해변의 자연학교, 해변의 달인 양성강좌의 전개

자료: 國土交通省港灣局, 2004.6.2

동경항의 경우 2004년부터 트레일러 배기가스 배출 규제조치를 단행한 후, 질소산화물, 황산화물, 디젤분진까지 배출규제물질에 포함한 선박의 배기가스 규제방안을 시행하고 있다.

도쿄 항만당국은 2004년 6월 ‘선박 등에 의한 대기오염 대책 검토위원회’를 설치하여 항만 및 선박으로부터 발생하는 배기가스 저감 대책을 본격적으로 추진하고 있다. 이를 위해 협의회 산하에 외항선박, 내항선박, 항만하역 분과를 두고 각 분야별로 구체적인 저감 계획을 수립하여 추진하고 있다.

원양선사도 국제적으로 강화되고 잇는 환경규제에 적극 대응한다는 방침에 청정연료 사용, 엔진개량, 배기가스 처리장치 설치, 육상전원 이용 등 다양한 방안을 강구하고 있다. 27)

일본 정부는 2004년 “국토 교통성 환경행동계획”을 수립하여 환경부하를 저감시키기 위한 행정전반에 걸친 환경 부하 감소, 국토 전체적 관점에서 환경 친화적 교통·물류 행정 추진, 교통·물류정책의 종합적 집중적 추진, 국가차원의 연계·협동을 통한 교통·물류행정 추진 등 4가지 추진 목표를 제시하고 있다 28)

27) 방희석, 강동준, 박재현. “친환경 항만접근과 과제에 관한 기초연구”, 전자무역연구 제7권 제4호, 2009, p.203

28) 일본總合物流施策推進會議, 總合物流施策推進プログラム, 2009, pp.2-4

이러한 관점에서 일본은 교통 물류분야 뿐만 아니라 물류부문에 대해서도 환경 친화적 물류체계 구축을 위해 다음과 같은 녹색항만정책을 추진하고 있다.

첫째, 해운·항만분야에서는 초고속 친환경 선박(SES, Super Eco Ship)의 개발을 들 수 있다. 이는 지구 온난화 등 환경부하 절감을 촉진하고, 내항해운의 활성화를 위해 추진한 것으로 선박배출가스 규제에 대응하는 것이다.

둘째, 2005년부터 공유건조제도를 활용하여 친환경 선박인 SES선박을 보급하기 위해 독립행정법인 “철도건설·운수시설정비 지원기구”에서 선박공유건조제도를 이용하여 SES를 건조하는 경우 선박가격 상승분의 2/3에 해당하는 선박 임대료를 경감해 주고 있다.²⁹⁾

[표 3-4] 해운항만 부문의 지원정책

추진과제	목적	내용	담당기구
슈퍼 에코십 개발	환경부하 절감촉진 및 내항 해운활성화	-전기추진식 프로펠러 실제치수 모델 시험 및 실증선 건조 -추진시스템과 관계된 요소 기술개발 및 실증선 탑재용 추진시스템 제작	신에너지 산업 기술종합개발기구 (NEDO)
육상전력 공급설비정비	선박의 아이드링 중지	-육상전력 공급현황 및 추진과제 조사를 통해 실현가능성 검토	국토 교통성
항만공간에서의 풍력발전 도입 검토	항만의 풍력이용 가능성 검토	-항만지역의 풍력발전을 위해 입지, 환경, 기술적 과제의 산학연 추진	“항만 연안지역 풍력 발전 추진 연구회 설립”
연안피더 컨테이너 수송에 대한 인센티브	오사카항을 경유하는 수출입컨테이너의 연안피더운송 활성화	-신규피더 운송에 대해 1TEU당1,000엔 보조(보조기간은 1년미만)	오사카 항만국
해상운송 전환을 위한 시스템구축시 보조금	오사카항을 경유하는 해상 물류시스템 구축	-연안선, 부선의 개조, 샤시구입, 하역기계 정비등 150만엔 이상의사업에 대해 시스템 구축비용의1/3보조(건당상한 1,000만엔)	오사카 항만국
화주/물류기업 간그린	신규사업 파트너십에 의한 이산화탄소 배출감소	-이산화탄소 배출감소를위한 시설확보에 필요한경비지원-경비의 1/2지원(상한액 1억엔)	경제산업성 보조제도

29) 일본經濟産業省, “今後推進すべき具体的な物流施策”, 総合物流施策推進委員会, 2005, pp.9-10.21

물류파 트너십	보급형 사업	파트너십에 의한 에너지 고효율화	-에너지 고효율화에 필요한 경비지원 -경비의 1/3지원(상한액은5억엔)	신에너지,산업기 술종합개발기구(NEDO)
------------	-----------	----------------------	--------------------------------------------	-------------------------------

자료: 방희석, 임종섭, UN기후협약에 따른 친환경 항만정책 제언에 관한 연구, 무역
연구 제6권 제2호, 2010, pp.257-258

2005년 2월에 발효된 교토의정서에 의거 일본도 2012년까지 온실가스 배출량
을 1990년 대비 5.2% 감축할 의무를 부여받게 되면서 2020년까지 온실가스를
25% 삭감한다고 발표를 했다.³⁰⁾

4. 중국의 녹색항만 정책

중국 정부는 2013년 9월 “Action Plan on the Prevention and Control of Air
Pollution” 을 마련하여 베이징, 텐진 및 헤베이 지역과 양쯔 강 및 주강델타지
역의 대기질 향상에 노력하고 있다. 2015년 8월 선박 및 항만 오염방제 전문행
동 실시방안(2015-2020년)을 발표하였다. 이 방안은 2020년까지 장강삼각주 및
발해만 수역 선박의 황산화물, 질소산화물 및 미립자를 2015년 기준으로 각각
65%, 20%, 30%를 감소시키는 목표를 제시하였다.

2015년 12월 교통운수부는 장강삼각주 및 발해만 수역 선박 배출통제구역 실
시방안을 발표하여 배출통제구역에서 핵심 시범항만지역을 선정, 적당한 시
기에 시범 실시효과를 평가해 배출통제기준을 배출통제구역 내 모든 항만으로 확
대 적용하도록 제시하였다.

2016년 항만의 여건에 맞춰 자율적으로 하되 2017년 1월부터는 ECA 내 11개
핵심 항만(선전항, 광저우항, 저우지아항, 상해항, 닝보-저우산항, 수저우항, 난
통항, 텐진항, 청도항, 탕산항, 후양항)에 정박하는 모든 선박은 황 함유량 0.5%
이하의 연료유만 사용한다는 내용이다.

상해항은 2015년 3월에 선박수역오염방지 관리방법(초안)을 발효하였고, 4월
엔 상해항 선박오염방지 방법을 발표하여 선박 대기 및 소음 오염 등에 관한

30) 최석범, 남정우, “일본의 친환경 항만정책과 시사점”, 한국항만경제학회지 제27집
제3호, 2011, pp.334-335

규정을 발표하였다. 또한 7월에 녹색항만 3년 행동계획을 통해 에너지 절약 및 오염물 배출감소 등 관련 71항의 조치를 실행하였다.

선전항은 2013년 9월 “Shenzhen Air Quality Enhancement Plan” 을 마련하여 2015년까지 선박기인대기오염 감축 목표를 달성하기 위하여 15개의 선석에 육전시설 인센티브 정책을 통하여 선박의 저유황유의 사용을 유도할 계획이다.

2015년 4월 중국 최초 심천항 녹색공약을 발표하고 입항하는 컨테이너선 연료는 저유황유로 사용할 것이라 발표하였다. 앞으로 접안선박을 육상전력기술 및 저유황 등 친환경 연료 이용을 통해 선박 오염물질 배출을 감소시켜서 공기 품질을 개선할 수 있게 된다. 선전항 녹색공약에는 항만업체 5개, 해운업체 7개, 총 66척 컨테이너선박이 함께 참여하였다. 31)

홍콩항은 선박으로부터 배출되는 오염원이 아닌 육상운송수단 및 지역적으로 발생하는 스모그로부터 오염원의 감축에 초점을 맞추어 정책을 실행했다. 환경오염물질 감축 목표를 1997년 대비 2010년까지 개별 오염물질별로 각기 달리 설정하여 오염원을 줄이기 위해 노력하고 있다.

[표 3-5] 홍콩 환경오염물질 감축 목표

오염원	1997 유입톤	2009 유입톤	1997-2009 유입 변화(%)	2010 /1997대비 감축목표(%)
SO2	66,200	50,500	-24	-40
NOx	124,000	84,000	-32	-20
RSP	11,500	4,890	-57	-55
VOC	68,800	29,400	-50	-55

자료: 울산항 그린포트 추진전략 수립용역 보고서, 2013, p152

환경오염물질 목표달성을 위해 홍콩정부는 2007년 이후 등록되는 모든 차량이 EU IV기준을 만족하도록 요구하였으며, 2008년에 대기오염관리법규를 개정하고 황 함유량이 0.05%를 넘지 않도록 규정하였다.

31) 김성국, 박명섭, “신기후체제의 출범과 중국항만의 온실가스 규제에 관한 연구” 한국항만경제학회 제32권 제2호, 2016, pp.75-76

홍콩항은 배후에 위치한 광동성 지역으로부터 발생하는 대기 오염에 직접적으로 노출되어 있어 홍콩 자체적인 자정노력만으로는 개선이 어려움을 인식하여 2002년부터 광동성과 대기오염 개선을 위한 노력을 함께 진행하고 있다. 이런 결과 1997년 대비 2010년의 각종 대기오염농도가 20-50%까지 감소되는 결과를 가져왔다.

또한 2010년에 완료되는 대기오염물질 감축계획을 연장 이행하기 위해 2006년 세계보건기구가 발표한 대기오염물질 배출 지침서를 참고하여 2012년 새로운 대기오염물질 감축계획을 발표하여 2014년부터 시행하고 있다.

2010년 MAERSK LINE 해운사가 홍콩항에서 자발적으로 저유황유를 사용한 이래 홍콩항을 이용하는 19개 해운사는 FAIR Winds Charter를 통해 2011-2012년까지 홍콩항 정박 중 0.5% 저유황유를 자발적으로 사용하기로 결의하였다.

2011년부터 선박의 저유황유 사용을 위하여 Fair Winds Charter프로그램을 도입하여 정박 중 자발적으로 0.5% 저유황유를 사용하는 선박에 대하여 최대 항세의 50%를 감면해 주는 인센티브 정책을 시행하고 있습니다.

2012년 9월 정박 중 자발적으로 0.5% 저유황유를 사용하는 선박에 대해 항세를 50%까지 감면하는 내용의 정책을 시행하고, 그간 선박 대기오염물질 배출관리에 소극적이던 정부가 적극적인 자세를 취하게 되었다.

2013년 A Clean Air Plan For Hong Kong 보고서에서는 홍콩 자체의 대기품질 수준 확보를 위해 선박으로부터의 대기오염물질관리 필요성을 강조하고 있다. 이러한 정부의 지원에 힘입어 민간업계는 2013년에도 Fair Winds Charter를 1년 연장 이행함으로써 배출감소 노력에 동참하고 있다.

2013년 6월 개장한 Kai Tak 크루즈터미널은 터미널 이용선박에 대해 육전 사용을 의무화하고, 이외에도 저속운전을 강제화하여 연료소모량 절감 및 대기오염물질 감소를 계획하는 등 대기오염물질 배출감소를 위한 홍콩정부의 노력이 가속화되고 있다.³²⁾

32) 울산항만공사, “울산항 그린포트추진전략 수립용역 보고서”, 2013, pp.152-156

5. 싱가포르의 녹색항만 정책

싱가포르항은 자체 생산, 소비에 필요한 수출입보다는 태평양항로나 유럽항로상 주변 국가들의 수출입화물을 연계시켜주는 환적화물 위주의 자유무역지대를 운영함에 따라 2011년 말 물동량 기준 2위를 차지하고 있는 중요한 항만이다.

싱가포르항은 환적화물을 유치하기 위해 하역료 우대조치, 선석 우대조치, 자유무역지대 운용 등 각종 우대조치를 통해 매년 환적처리물량을 확보하여 물동량이 증대하고 있다. 선박 오염환경 감소를 위해 싱가포르정부는 2011년 향후 5년간 친환경적인 해상운송활동 증진을 위해 1억 싱가포르달러 투자를 내용으로 하는 MSGI(Maritime Singapore Green Initiative)를 발표하였다.

첫째, Green Ship Program은 싱가포르 국적선박으로써 국제해사기구가 채택한 신조선 에너지효율설계지수를 만족하는 선박에 대해 국적등록비 50% 감면 및 톤세 20%를 환급해주는 혜택을 제공할 뿐 만 아니라 해당 선박이 승인된 Scrubber 장치를 장착할 경우 국적등록비 25% 감면 및 톤세 20%를 추가 감면 혜택을 받을 수 있는 프로그램이다.

둘째, 그린테크놀로지 프로그램은 환경오염물질의 배출량을 감축할 수 있는 기술을 개발하는 싱가포르 해사연구기관에 프로젝트 당 200만 달러 한도내에서 개발비용의 50%를 지원하는 프로그램이다. 그러나 배출량의 10% 이상을 감축할 수 있는 기술을 개발하는 경우에는 프로젝트 당 300만 달러 한도 내로 개발 지원금 증액하여 기술개발을 지원 받는다.

셋째, 녹색항만프로그램은 복잡한 싱가포르 해협내 통항 상황을 고려하여 많은 선사들이 안전운항상 문제로 참여를 기피함에 따라 정부는 2013년 7월부터 정박중이라도 Scrubber와 같은 승인된 친환경 설비를 사용하거나 저유황유를 사용시 항비의 15%를 감면해 주는 제도이다.

정부의 노력결과 MSGI 서명기관은 12곳에 불과하였으나 2012년에는 40개 기관으로 확대되었다. 서명기관은 해운회사, 메이저 오일회사, 선급 등 다양한 해양관련 기관이다. 서명기관 증가는 정부정책 신뢰성 증가와 환경정책의 실효성에 긍정적 효과가 있을 것으로 판단된다.³³⁾

6. 해외 선진항 녹색항만 정책의 시사점

1994년 3월 기후변화협약이 발효되면서 세계 각국은 온실가스 감축에 대한 목표와 추진정책을 수립하였다. 미국, EU, 일본, 캐나다, 호주, 러시아 등 주요 온실가스 배출국들은 2020년까지 대규모 온실가스 감축목표를 수립하고, 이를 달성하기 위해 관련 법 제정 등 다양한 노력을 기울이고 있다.

[표 3-6]처럼 EU, 일본, 영국 등에서는 2020년 온실가스 발생량을 1990년 대비 20-30% 감축한다는 목표를 수립하였으며, 우리나라도 2020년까지 2005년 대비 온실가스를 30% 감축한다는 목표를 설정하였다.³⁴⁾

또한, 2015년 파리협정에서는 미국, 중국 등 국가별 감축목표 제출과 우리 정부도 2030년까지 배출전망치 대비 37%의 온실가스 감축목표를 제출한 바 있다.

[표 3-6] 주요 선진국 온실가스 감축목표

국가	온실가스 감축목표
미국	○ 2020년까지 2005년 대비 17%(1990년 대비 4%) 감축
일본	○ 2020년까지 2005년 대비 30%(1990년 대비 25%) 감축
영국	○ 2008년 11월 발효한 [기후변화법] : 1990년 대비 최소 26% 감축 ○ 2009년 4월 재무부 : 1990년 대비 34% 감축 ○ 2009년 7월 기후변화에너지부 : 1990년 대비 36% 감축
캐나다	○ 2020년까지 2006년 대비 20% 감축
EU	○ 2020년까지 1990년 대비 20% 감축(범세계 동참 시 30% 감축) - 국가별 감축량은 GDP를 고려하여 각국이 결정하도록 권고 ○ 2008년 12월 [20-20-20 기후변화종합법] ※ 20-20-20 : 2020년까지 온실가스 배출량 20% 감축, 재생에너지 사용비율 20% 확대
호주	○ 2020년까지 2000년 대비 5-15% 감축 - 범세계 동참 시 25% 감축
러시아	○ 2020년까지 1990년 대비 10-15% 감축

자료: 전형진, 이주호, 김우선, 김찬호, “저탄소 녹색성장을 위한 국가수송체계 개편방안 연구”, 정책연구, 한국해양수산개발원, 2010, p.15

33) 울산항만공사, “울산항 그린포트추진전략 수립용역 보고서”, 2013, pp.156-159

34) 전형진, 이주호, 김우선, 김찬호, “저탄소 녹색성장을 위한 국가수송체계 개편방안 연구”, 한국해양수산개발원, 정책연구, 2010, pp.14-15

지금까지 경제우선 정책을 추진한 일본, 중국, 싱가포르 등 아시아 항만당국에서는 자국내 환경오염문제의 심각성을 인식하여 국제적 추세에 맞추어 정책을 추진하고 있는 녹색항만의 틀을 만들었다. 특히 세계 물동량의 대부분 차지하고 있는 중국의 경우 정부의 강력한 법 및 각종 인센티브를 통해 녹색항만을 동참하고 있는 추세이다.

미국 LA/LB항, 로테르담항, 홍콩항, 싱가포르항 녹색항만 정책의 시사점은 첫째 국가, 지자체(시) 연계하여 다양한 규제방안의 발효로 온실가스 배출 관리를 위해 강력하게 시행하고 있다. 둘째, 선박운항자, 터미널 운영사 등 항만 이해 당사자들이 자발적으로 녹색항만정책에 참여할 수 있도록 유도할 수 있는 다양한 재정지원정책을 병행하여 추진하고 있다. 셋째, 온실가스 저감을 위해 녹색항만 프로그램을 운영하고 있다. 여기서 울산항에서도 녹색항만 중장기 정책 비전을 설정하여 전략수립을 위한 프로그램을 운영할 필요가 있다.

해외 선진항만은 2015년 파리기후협약에서 제시하는 온실가스 감축목표와 국제해사기구의 선박시설 기준 이상으로 항만별로 녹색항만 정책을 수행하고 있다. 우리나라의 경우 해양수산부에서 5대 녹색항만 추진전략을 시행하고 있지만 항만공사가 설립된 4개 항만에서 주도적으로 지침을 제정하여 규제행정을 시행할 수 없는 것이 현실이다.

선진항만에서 살펴볼 때 녹색항만 항만을 조성하기 위해서는 재원투자가 선행되어야 하는데, 이를 위해서는 지난 수년 동안 인상하지 못한 항만시설 사용료 개정하여 인상한 재원을 가지고 녹색항만에 투자를 해야 한다.

현재 울산항만공사에서 지원하고 있는 사업은 LED 교체 사업, 친환경호퍼, 태양광발전시설, 하역장비 동력원 전환(e-RTGC)사업 등 주로 육상의 항만시설이고 해상의 선박관련 한 것은 환경지수선박뿐이다. 선박과 트럭으로부터의 배출을 저감하기 위해서는 노후트럭 연료유 전환, 저유황유 사용 선박, 선박 속도 저감 프로그램, 배출통제구역 등으로 확대 할 필요가 있다.

해외항만의 시사점은 각 항만별로 좋은 녹색항만 정책을 추진하기 위해서는 추진 주체, 즉 국가(지방청) 혹은 항만공사, 협의체(국가, 지자체, 항만공사, 민

간)를 구성하여 여기서 전략적으로 선정된 프로그램을 가지고 예산지원, 인센티브, 홍보, 교육 등 여러 방안을 마련하여 시행하는 방안이 필요하다.

제2절 우리나라 및 국내항만 녹색항만정책

1. 우리나라 녹색항만 정책

정부는 1998년 국무총리를 위원장으로 하는 기후변화협약 범정부대책기구 및 2001년 기후변화협약 대책위원회를 구성하고 정부합동으로 기후변화대응 종합대책을 마련하였다.

관계부처 합동으로 제1차 기후변화대응 종합대책(1999-2001, 8개 부문 36개 과제), 제2차 종합대책(2002-2004, 5개 부문 84개 과제), 제3차 종합대책(2005-2007, 3개 부문 91개 과제)을 수립하였으며, 2008년 기후변화대응 종합기본계획(2008-2012, 3개 부문 11개 과제)을 수립하여 기후변화 대처를 위한 국제사회의 노력을 선도하고 온실가스 감축을 위한 체계적·전략적 대응방안을 마련하였다.

국가는 기후변화 심화에 따른 피해를 저감하고 신속하게 비용 효과적으로 기후변화에 적응하기 위하여 2008년 국가 기후변화적응 종합계획(2009~2030)을 수립하였으며, 「저탄소 녹색성장 기본법」(2010.4) 시행에 따른 법정계획으로 2010년 10월 제1차 국가기후변화 적응대책(2011-2015)에 이어 2015년 12월 제2차 국가기후변화 적응대책(2016-2020)을 수립하였다.

제2차 적응대책에서는 건강, 재난/재해, 농·수산, 산림/생태계, 물관리, 국토/연안, 산업, 인프라/국제협력, 기후변화 감시예측 등9개 부문 67개 세부과제를 확정하였다. 또한 20개 관계부처 합동으로 세부시행계획을 수립하여 효율적·효과적으로 기후변화에 적응하기 위한 국가적 노력을 기울이고 있다.

정부는 경제와 환경의 조화로운 지속가능한 발전 전략인 국가녹색성장정책 중, 녹색항만 정책 관련하여 2009년 4월 국토해양부는 녹색성장, 기후변화에 대비한 정부의 그린포트구축방안을 발표하였다.

2009년 11월 이명박 대통령은 우리나라의 온실가스감축 목표를 2020년 BAU 대비 30%로 확정하였음을 발표하였다. 2020년 우리나라의 BAU는 8억 1,300만 톤으로 목표량은 BAU 대비 30%를 차감한 5억6,900만 톤이다. 따라서 2020년 우리나라의 온실가스 목표량은 2005년 발생량의 95.8%에 해당한다.

2010년 4월부터 녹색항만 구축의 법적 근간이 되는 저탄소 녹색성장 기본법이 시행되고, 5월 국토해양부는 ‘그린포트구축 종합계획’을 수립과 2011년 7월에 확정 고시된 제3차 항만기본계획의 7대 추진 과제로 “그린포트, 재해대응 체계 구축”이 포함되어 있다.

항만에서 녹색항만 구축을 종합적으로 수립하기 위해 5대 전략을 수립하였다. 첫째로 항만구역내 온실가스 배출량 산정 및 저감 방안을 강구하기 위해 「탄소저감형 항만」, 둘째로 화석연료 사용에 의한 기후변화 대처와 에너지 효율성 증대를 위해 「에너지 자립형항만」, 셋째로 지구온난화에 의한 기상이변과 대규모 재난에 적극적으로 대처하기 위해 「재난안전형 항만」, 넷째로 녹색친수시설 조성을 통한 항만공간의 활용도 제고와 삶의 질 개선을 위해 「친환경·친수형 항만」, 다섯째로 준설토의 매립 투기 및 소각 등으로 인한 환경피해 방지와 폐기물의 자원화를 위해 「자원순환형 항만」 5대 유형별 녹색항만 개발 방향을 제시하였다.

2010년 국토해양부의 녹색항만 구축 종합계획 수립 이전과 그 이후 현재까지 우리나라 주요 항만인 부산, 인천, 울산 및 광양항 등을 중심으로 수행되어온 녹색항만 정책은 세계 선진항만에서 현재 사용되고 있는 정책방안들과 유사함을 알 수 있다.

이를 정리하면 첫째, 선박기인 대기오염 배출을 줄이기 위한 방안으로 육전시설 설치, 선박의 저유황유 또는 친환경연료유 변경사용, 선택적촉매저감시설(SCR) 설치와 속도저감프로그램 등이다. 둘째, 하역장비의 저감방안으로 전기식 및 친환경연료 하역장비(E-RTGC, Hybrid RTTC, Eco-RMGC, Battery type Y/T 등)로의 교체, 배출통제기술(DOC, DPF)의 적용 등을 들 수 있다.

셋째, 항만 트럭 및 기차에 대하여 노후트럭 및 기차의 교체 또는 대체연료

사용, 게이트 자동화시스템 구축과 모달 쉬프트 등이다. 마지막으로 에너지 효율화를 위하여 LED 등으로 교체와 신재생에너지인 태양열과 풍력 등의 사용이다.

2. 국내 주요항만 녹색항만 정책

1) 부산항 녹색항만 정책

부산항은 현재 동북아 최대 환적 중심항만으로 컨테이너, 크루즈 등 연간 약 10만 척이 입출항하는 항만이다. 부산항만공사는 2004년 1월 자본금 3조 2,976억 원 정부의 현물출자로 출범하여 17.1월 현재 자산 약 5조 7천억 원과 연 예산 6702억 원을 투자하여 매출 4,266억 원과 약 3.6억 톤의 물동량을 올리고 있다.

[표 3-7] 부산항 물동량 처리 현황

구분	2013	2014	2015	2016
컨테이너(만 TEU)	1,769	1,868	1,947	1,943
총 물동량(만톤)	32,490	34,670	35,970	36,233
크루즈 승객(만명)	20	25	16	57
국제여객(만명)	117	100	113	120

부산항만공사 녹색항만 로드맵은 1)선박배출 미세먼지 저감 대책 2)선박환경지수 인센티브 확대 3)그린쉽 인센티브 및 어워드제도 4)부산항 관공선 LNG연료 추진선박 5)친환경 하이브리드 및 전기차 도입 6)항만구역내 비점오염원 저감 및 관리 강화 7) 건설공사현장 미세먼지관리 강화 8)다중이용시설 등 실내 공기질 관리 9)항만구역내 대기오염 측정소 설치 등 환경오염원을 집중관리하고 있다.

부산항의 주요 녹색항만 세부 추진전략은 다음과 같다. 첫째, 컨테이너터미널 하역장비인 RTGC 동력원 전환이다. 이는 기존 디젤유를 전기로 전환 사용하는 e-RTGC로 개조하는 것이다. e-RTGC 장비 교체에 투입되는 비용은 전기를 공급하는 기반시설 설치비용(2억원)과 디젤엔진에서 전기엔진으로의 장비교환비용(2억원)을 각각 부산항만공사와 터미널운영업자가 부담하고 있다.

2010년까지 북항에 있는 186대 RTGC 가운데 94대를 교체하였다. 94대의 e-RTGC 교체로 연간 28,000 톤 CO₂ 저감과 160억원의 연료비가 절감된다고 추

정하고 있고, e-RTGC의 고장률은 RTGC의 절반밖에 되지 않고, 소음도 85dB에서 65dB으로 감소되는 것으로 추정하고 있다.

둘째, 부산항 항만내외 모든 백열등(총 22,723개)을 LED조명으로 교체하는 것이다. 공사는 백열등은 1단위의 에너지를 소비하여 10%의 빛과 90%의 열을 생산하는 반면, LED등은 90%의 빛과 10%의 열을 생산하는 것으로 추정되어 LED등이 백열등에 비하여 60%의 에너지효율이 있는 것으로 추정하고 있다. 또한 LED등의 수명이 백열등보다 10배 정도 길어 이산화탄소 배출량도 크게 감축할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

셋째, 부산신항의 터미널 건물에 태양열 및 지열 등 신재생에너지를 활용하고 있다. 부산신항 2-1단계 건물의 냉난방은 150미터의 지열시스템을 이용하고 있으며, 2-2단계 및 기타 지역의 건물에는 옥상 및 창문에 설치한 태양열시스템을 이용하고 있다. 이러한 신재생에너지 사용으로 연간 300톤 CO₂가 감소할 수 있을 것으로 추정하고 있다.

넷째 2005년부터 터미널 크레인 100여대의 동력원을 유류에서 전기방식으로 변환하고 있다. 이로 인해 연 운영경비는 약 100억원 절감, 온실가스 배출도 약 3만톤 이상 감축하고 있다. 또한 육상전력공급 장치, 환경선박지수(ESI) 적용 인센티브 등을 실시하여 녹색항만을 구축하고 있다. 35)

다섯째, 17.7월 현재 부산북항과 신항의 9개 터미널에서 운영하는 야트트랙터는 모두 654대인데, 이 중 사용연수가 5년 이상 남은 340대를 우선 LNG로 바꾸는 사업을 진행하고 17.12월까지 107대를 전환 완료할 예정이며, 연료비는 약 24%정도 줄어들 것으로 예상하고 있다. 나머지 233대는 정부, 터미널운영사 등과 협의하여 빠른 시일내에 전환하기로 했다.36)

또한 우리나라 최초로 녹색항만 구축종합계획을 수립한 항만인 부산항에서 현재 시행되고 있는 정책을 살펴보면 다음과 같다. 정부의 구체적인 녹색항만 추진방안들인 컨테이너터미널 하역장비의 동력원을 디젤유에서 전기(e-RTGC)

35) 변지은, “로테르담과 부산항의 그린포트에 관한 비교연구”, 성균관대학교 논문, 2014.12, pp56-59

36) 국제신문, “부산항 모든 하역장비 친환경으로 전환”, 2017.7, 국제신문 보도자료

로 교체하고 있으며, LED 등의 교체, 태양열 및 지열 신재생에너지의 사용과 신항의 AMP 공급시스템 구축, 대기오염측정소 설치 등을 들 수 있습니다.

2) 인천항 녹색항만 정책

2005년 7월 2조 2214억의 자산으로 인천항만공사를 출범하였고, 인천항은 항만 물류와 관광의 중심기지 육성 항만으로 매년 약 4만 척 이상의 선박이 입출항 하고, 연간 1.6억 톤의 화물을 처리하고 있다.

인천항은 128개 선석(컨 13선석 포함)과 92,671천 RT(컨 321만개 포함) 하역능력 그리고 아암물류단지 등 배후단지 2,317백만㎡, 국제 및 연안여객 15개 항로를 운영하고 있다.

[표 3-8] 인천항 물동량 처리 현황

연도별	전체화물 물동량(톤)	컨 물동량(TEU)	비고
2012	143,939,484	1,981,855	
2013	146,106,278	2,160,797	
2014	150,083,888	2,334,939	
2015	157,623,769	2,376,996	
2016	161,304,161	2,679,504	

자료 : 인천항만공사 홈페이지 통계자료

인천항은 석탄 및 모래, 컨테이너 및 자동차, 양곡 및 고철, 그리고 유류 및 원목 등 공해성 화물들 취급으로 질소산화물, 황산산화물, 이산화탄소뿐만 아니라 비산먼지 등의 배출과 같은 대기오염 등의 환경문제로 인하여 항만과 접하고 있는 인근 도심지역의 환경문제가 심각하다.

인천항만공사는 2013년 ‘인천항 그린포트 구축 종합계획’을 수립하여 1)하역장비 e-RTGC 동력전환사업, 2)항만 온실가스 인벤토리 개발사업, 3)최대 10MW태양광발전시설 구축, 4)항내 LED조명 설치, 5)친환경호퍼 도입, 6)LNG 냉열활용 물류단지 건립, 7)LNG 에코누리호 건조, 8)AMP설치와 선박배출가스

저감장치 부착 활성화 등 8개 사업을 선정하였다.

인천항의 녹색항만 추진을 살펴보면은 첫째, 벌크화물의 비산먼지 문제를 해결하기 위해 세계 최초로 벌크호퍼시스템(에코 호퍼)를 도입하여 기존 하역장비에 비하여 날림먼지의 80%를 저감하는 효과를 자랑하는 분진방지 하역장비 도입이다.

둘째, 약 100억원을 투자하여 인천항 태양광 발전소 신재생에너지 1단계 사업을 준공하여 연간 3.4MW를 생산하여 사용 중에 있고, 스마트 갑문운영동은 지열을 활용하여 냉난방에 이용함으로써 기존건물 대비 에너지가 40%이상 절감되는 신재생에너지 정책을 추진하고 있다.

셋째, 인천항내 조명타워용 LED 투광등 발명 특허 취득 및 2009년 8월까지 LED 조명등으로 완전 교체하여 에너지를 절감하고 있다. 넷째, 항만관리선 에코누리호를 친환경 LNG연료 추진선박으로 건조, 운항하여 황산화물 100%, 질소산화물 92%, 분진 99%, 이산화탄소 23%를 감축하였다.

다섯째, 내항 3부두, 5부두, 역무선부두, 연안부두 9개소에 AMP를 설치하여 관공선과 연안여객선 등 작은 선박에 대한 육상전력공급시스템 구축함으로써 대기환경을 보전하고 있다. 여섯째, 국내항만 최초로 전기자동차 도입하여 운행 중이고, 이는 연료비 감축뿐만 아니라 탄소배출 0%를 달성하여 친환경 구축에 기여하고 있다.

일곱째, 그린포터 항만이미지 제고 및 대외적 인지도 제고를 위해 인천항을 방문하는 관광객의 친밀도를 향상하기 위해 갑문타워 빌딩 채색작업을 실시하여 운영 중에 있다.³⁷⁾

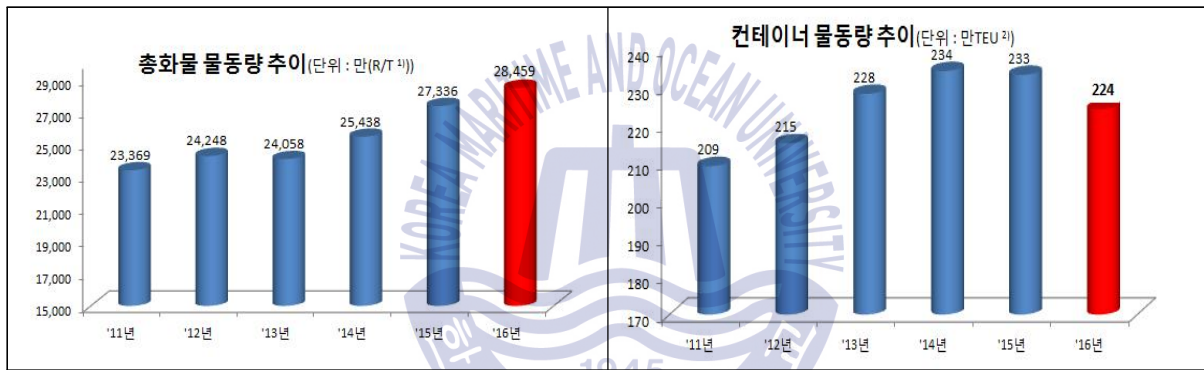
현재 인천항만공사는 녹색항만 일환으로 지열을 이용한 냉난방시설을 2012년 인천항 갑문운영사무소에 설치하였고, 2017.7월 현재 신국제여객터미널과 크루즈터미널에 설치 계획을 완료하였다.

37) 울산항만공사, “울산항 그린포터 추진전략 수립용역 보고서”, 2013, pp.85-86

3) 여수광양항 녹색항만 정책

1923년 6월 여수항 개항 이래 광양항 컨테이너부두를 1997년 착수하여 2007년 3단계 1차 산업이 준공되어 컨테이너 전용부두를 운영하고 있다.

2011.8월 1조 9162억 원 자산으로 출범한 여수광양항만공사는 항만 운영 및 개발 등에 연 2732억 원 예산으로 운영되고 있다. 여수항만공사는 여수항 2개 선석과 광양항 97개 선석(컨 12선석 포함)에서 294억 톤(컨 384만TEU 포함) 하역능력과 항만배후단지 388만㎡을 갖추고 환적물동량 등을 처리하고 있다. 연도별 물동량 추이는 [그림 3-1]에 의하면 해마다 물동량이 증가하는 것을 볼 수 있다.



[그림 3-1] 여수광양항 연도별 물동량 추이 현황

여수광양항만공사의 녹색항만 정책은 1)AMP구축 사업, 2)LED 조명교체, 3)태양광 발전사업, 4)e-RTGC 개조사업 등 친환경항만정책을 추진하고 있다.

첫째 AMP 구축사업은 2009년 낙포부두에 29개소, 15년 광양항 2-2단계에 12개소, 16년 광양항 2-1단계 8개소 등이 설치되어 있다. 이를 통해 총 2억 4,687만원의 유류비를 절감하고 325톤의 CO₂를 절감하는 효과를 거둘 수 있다.

둘째, LED 조명교체사업으로 2010년부터 2016년까지 백열전구, 투광등, 신호등 및 가로등, 접현등, 형광등을 LED등으로 총 7,223개를 교체하여 연간 2,698천KWh을 에너지를 절감하고 이를 이산화탄소를 절감량으로 환산하면 연간 1,144톤이 절감된다.

셋째, 태양광 발전사업은 2011년부터 2014년까지 황금물류센터 4곳에 설치하였다. 총 설비용량 6.6MW급을 공사하여 연 7,558KW 전력생산과 이는 총 2,510가구 공급물량으로 연간 3,205톤의 이산화탄소를 절감된다.

넷째, 2012.12월에 컨부두 RTGC의 동력을 유류에서 전기로 전환사업으로 e-RTGC 37개를 개조하여 연간 3,586천 리터 유류절감 효과를 창출하고 있다.

38)

3. 우리나라 및 국내 주요항만 녹색항만 정책의 시사점

정부의 녹색항만구축 종합계획의 시행에 있어 문제점은 첫째 IMO(국제해사기구)에서 정한 기준 이상으로 항만대기가스배출 최대오염원인 선박에 대해 직접 규제를 할 수 있는 명확한 국내 법적 근거가 미약하다는 것이다.

둘째, 국가 Green Port 구축종합계획의 정책 및 사업을 시행하기 위해 필요한 재원이 부족하다. 선박과 트럭으로부터의 대기오염을 줄이기 위해서는 컨 터미널 하역장비의 연료유 전환, 노후트럭교체, ESI, AMP, 저유황유 사용, 선박 속도저감 프로그램과 같은 선박의 자발적 참여를 유도하는 인센티브 제도의 적극적 도입이 필요하며 이를 위해서는 지속적이고 적극적인 재정지원이 필요한 것이다.

셋째, 오염물질 배출규제에 참여 국가들이 증가하면서 선박 배출통제지역이 날로 확대하고 있는데 우리나라는 현재까지 지정된 지역이 없다. 중국은 주강 삼각주, 양쯔강 및 발해만의 연안과 내수 지역을 대상으로 2015.12월부터 ECA를 시행한다고 발표하여 17.1월부터 11개 자국항만 입항 시 황 함유량 0.5%이하의 연료유 사용규정을 적용했으며, 18.1월부터 전체 입항기간 동안 저유황유 사용을 의무화 했다. 일본의 경우도 2010년부터 일본해역을 ECA로 지정하기 위해 항만오염물질이 대기오염에 미치는 영향을 평가하고 지정에 따른 효과를 시뮬레이션하고 있다.

넷째, LNG 추진선은 인천항만공사의 항만관리선(에코누리호) 정도인데 국제적 온실가스감축에 따라 신조선들이 차츰 건조될 것으로 예상된다. 현재 정부

38) 여수광양항만공사, “광양항 그린포트 추진실적”, 2014.4, pp.1-8

에서는 관공선을 시험적으로 추진하고 있지만 예인선, 화물선 등 추진에는 미약하다. 향후 소형선 위주의 LNG선박을 공공기관에서 먼저 도입 후 민간부문의 LNG선박, 운항제도 정비 등 확대할 필요성 있다.

다섯째, 육상전원장치를 사용할려면 기존 선박의 경우 선박 개조 비용, 대형선의 접안시 높은 전기요금, 전기선 인입을 위한 기존부두 공사비 등 많은 문제가 상존하고 있다. 이를 해결하기 위해서 정부재정 투입(항만공사 공사비 포함), 사용료 감면 등 국가, 항만공사, 지자체, 한국전력 등 협의체를 구성하여 온실가스를 줄이기 위해 대형선까지 확대방안을 마련해야 할 숙제로 남아있다.

여섯째, 우리나라는 2020년까지 온실가스 배출을 BAU 대비 30% 감축목표를 설정한 바, 이에 국가 전체 및 각 항만의 온실가스에 대한 통계 자료를 체계적으로 관리가 미약하다. 이런 자료를 가지고 각 항만의 녹색항만 정책을 수행하는데 이를 체계적으로 관리할 통계·분석시스템을 구축해야 한다.

일곱째, 항만에서 온실가스 배출의 국제규제 강화에 대응하여 실효성 있는 정책을 집행하기 위해서는 국가(지방청)와 지자체, 공기업 및 민간(학계 포함)이 구성되는 대규모 온실가스대책협의체를 구성하여 국제수준에 대처를 해야 한다.

여덟째, 항만건설분야에서도 2020년 이후 미래의 항만건설에 대한 녹색항만 모델을 구상해야 할 구체적 중장기 정책방향을 설정해야 한다. 정부의 장기적인 미래 녹색항만의 모습과 구상에 대해 세부적인 사항을 정부와 항만공사와 협의하여 중장기 항만기본계획에 반영되어야 한다.

제4장 울산항 녹색항만 실태 및 정책

제1절 울산항 녹색항만 실태

울산항은 위치에 따라 울산본항, 온산항, 미포항 및 울산신항으로 이루어져 있다. 울산항 항만 시설능력은 총 안벽길이 20,218m에 최대 113척 선박을 접안시킬 수 있으며 연간 70,583천 톤의 화물처리 능력을 갖추고 있다.

액체화물 부두시설은 총 62선석을 갖추고 연간 약 1억 5천만 톤의 액체화물을 취급하는 액체화물 중심항만으로, 2015년 울산항은 연간 5만 척 입출항 선박과 약 190천 톤의 화물을 취급하는 국내 3위 항만이다. 울산항에서 처리한 화물량은 약 1억9천만 톤으로 이 중에서 액체화물이 약 1억5천만 톤(약 80%), 나머지는 일반화물과 컨테이너 화물이 4천만 톤(약 20%)에 이르고 있다.

해양수산부가 실시한 2007년 기준 전국항만 CO₂발생량 추정 연구에서 울산항(280,484천톤 처리화물량 기준)은 광양항 다음으로 가장 많은 80만 톤의 CO₂를 배출(전국 항만의 약 19%)하고 있다.

배출오염원은 선박(64.9%), 하역장비(20.4%), 외부차량(14.7%) 순으로 이산화탄소를 배출하고 있었으며, 2013년 공사 연구결과에서도 선박으로부터의 배출량이 61.6%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이는 선박 증가와 화물량의 증가로서 대기오염 문제를 더욱 촉발할 것이다.

이에 울산항을 관리·운영하고 있는 울산항만공사는 4대 전략목표 중 하나인 “미래 성장동력 확보” 라는 전략과제로 “녹색항만” 조성을 채택하고 국가 녹색항만 구축정책에 따라 친환경항만정책을 추진하고 있다.

지금까지 울산항의 녹색항만정책 결과에 대해 살펴보면, 첫째 살적화물에 대하여 분진, 비산먼지 저감 방안인 에코호퍼 도입하였으며, 창고 신축 등을 추진

하였다. 둘째 에너지 효율증대를 위해 항만 노후화 조명시설 교체, 신재생에너지인 태양광과 지열을 사용하였다. 셋째 2011년 12월 국내항만 최초로 국제표준화기구(ISO)가 제정한 환경경영시스템인 ISO 14001을 인증 받아 실천하고 있다.³⁹⁾

제2절 울산항 녹색항만 정책

1. 환경선박지수(Environment Ship Index, ESI)

(1) 국내·외 현황

2008년 11월 미국 LA에서 개최한 IAPH 항만환경위원회 심포지엄에서는 기후변화에 대응하기 위해 항만시설 및 항만내 운송수단으로부터 배출가스를 저감시키기 위한 여러 사업을 추진할 세계항만환경계획(WPCI)을 설립하였다. 여기에서 탄소발자국, 육상전력공급, 환경선박지수 등 논의하여 사업을 확정하였다.

세계 주요 항만은 입항 선박 환경지수를 평가하는 ESI를 도입해 항만 내 온실가스를 줄이기 위해 선사들의 자발적인 참여를 이끌고 있다. ESI 프로그램은 선박에서 배출하는 탄소를 줄이기 위해 자발적으로 엔진, 연료, 기술 강화를 실시한 선사들에게 인센티브를 주는 제도이다.

ESI는 2009년부터 개발한 웹기반 툴로서 2011년 1월부터 유럽 주요항에 도입되어 전 세계 주요항만이 채택하여 운영하고 있다. 이는 질소산화물, 황산화물, 디젤분진(DPM), 이산화탄소 등 오염물질 배출과 관련된 선박의 환경저감 노력을 측정해 수치화한 것이다. 국내·외 항만들은 ESI를 통해 선사들에게 선박의 탄소배출을 줄일 수 있는 친환경 선박 기술에 투자할 수 있도록 인센티브를 제공키로 했으며, 이를 통해 더 많은 친환경 선박 입항을 유도하고 탄소배출을 줄여 깨끗한 항만을 만든다는 전략이다.

IAPH는 단계별로 ESI로 통해 세계 항만의 참여를 유도할 계획이며 향후 친환경 선박에 투자하는 선사가 증가할 것으로 보고 있다. 환경선박지수(ESI)의 산출방식은 [표 4-1]와 같다.⁴⁰⁾

39) 김태균, 김환성, “우리나라 항만특성에 맞는 그린포트정책 수립에 관한 연구”, 한국항해항만학회지 제38권 제5호, 2014, pp.555-556

[표 4-1] 환경선박지수(ESI) 산출방식

○ ESI(환경선박지수) =	$\frac{2 \times \text{ESI NO}_x + \text{ESI SO}_x + \text{ESI CO}_2 + \text{OPS}}{3.1}$
- ESI NO _x :	NO _x 배출량에 따라 0점에서 100점 부여
- ESI SO _x :	SO _x 배출량에 따라 0점에서 100점 부여
- ESI CO ₂ :	선박에너지효율관리계획서(SEEMP) 비치시 10점 부여
- OPS :	육상전력공급(OPS) 연결장치 설치선박에 35점 부여

자료: www.esi.wpci.nl

ESI는 질소산화물, 황산화물, 이산화탄소 등 선박의 배출가스를 측정해 산출한 것으로 1부터 100까지 수치한 것으로 100에 가까울수록 친환경 선박으로 분류된다. 참여 선사들은 IAPH/WPCI 웹사이트를 통해 ESI프로그램에 기업과 선박을 등록해야 한다. 2015년 4분기 WPCI 사무국에 등록된 ESI지수 선박은 전 세계의 총 4,043척이며 이 중 31점 이상 선박은 총 1,263척으로 34.2%이다.

2015년도 해외 주요항만 ESI 제도 도입현황을 살펴보면 [표 4-2]와 같다.

[표 4-2] 해외 주요항만 ESI 제도 현황

(기준 : 2015.1.1.일 시행)

항 만	내 용
암스테르담 (네덜란드)	○ ESI 31점 이상 선박 톤수별 차등 인센티브 제공 - 0톤 ~ 3,000톤 : 200유로/ - 3,001톤 ~ 10,000톤 : 500유로 - 10,001톤~30,000톤 : 900유로/- 30,001톤~50,000톤 : 1,200유로 - 50,001톤 이상 : 1,400유로
로테르담 (네덜란드)	○ ESI 31점 이상 선박입출항료(GT 기준) 10% 감면 - 분기별 최대 20항차까지 감면 적용 - ESI 점수 중 NO _x 점수가 31점 이상 시 20% 감면
오슬로 (노르웨이)	○ ESI 25점 ~ 50점 : 선박 접안료 20% 감면 ○ ESI 50점 이상 : 선박 접안료 40% 감면
함부르크 (독일)	○ ESI 20점 이상 : 선박 입출항료 10% 감면 ○ LNG연료 선박 : 선박 입출항료 15% 감면

40) 강미주, “왜 녹색해운인가?-환경선박지수(ESI)시행 현황과 영향”, 2012, 해양한국 10월호

브레멘/ 브레머하펜 (독일)	○ 연간 25척(ESI 고득점 순)의 선박에게 인센티브 제공 - ESI 20점 ~ 30점 : 선박입출항료 5% 감면 - ESI 31점 이상 : 선박입출항료 10% 감면
엔트워프(벨기에)	○ ESI 31점 이상 : 선박입출항료 10% 감면
LA(미국)	○ ESI 점수별 차등 인센티브 지급 - ESI 30점~34점 : 750 US달러 / - ESI 35점~39점 : 1,000 US달러 - ESI 40점 이상 : 1,250 US달러
뉴욕/뉴저지 (미국)	○ ESI 점수별 차등 인센티브 지급(속도저감 기준 충족시) - ESI 20점 ~ 29점 : 1,500 US달러 - ESI 30점 이상 : 2,500 US달러
밴쿠버 (캐나다)	○ ESI 점수별 차등 인센티브 지급 - ESI 20점 ~ 30점 : 선박입출항료 23% 감면 - ESI 31점 ~ 39점 : 선박입출항료 35% 감면 - ESI 40점 이상 : 선박입출항료 47% 감면
부산	○ ESI 31점 이상 : 선박입출항료 15% 감면
동경(일본)	○ ESI 점수별 차등 인센티브 지급 - ESI 20점 ~ 29.9점 : 선박입출항료 30% 감면 - ESI 30.0점 ~ 39.0점 : 선박입출항료 40% 감면 - ESI 40점 이상 : 선박입출항료 50% 감면

ESI제도를 도입한 항만은 2012. 7월 현재 네델란드, 노르웨이, 독일, 벨기에, 이탈리아 등 유럽 14개항과 북미 태평양 지역 최초로 도입은 미국 LA항이다.

여기에 에버그린, 함부르크수드, 하팍로이드, 머스크, NYK, 양밍 등의 선사가 참여하고 있다. 일본은 2015년에 동경항이, 2017년 4월부터 요코하마항이 친환경선박의 입항료 15%를 감면해 주고 있다. 우리나라는 2014년에 부산항 컨테이너 전용 외항선박에 대하여 입출항료 15% 감면하고 있고, 울산항은 2016년 1월부터 선박 입출항료 10% 감면 적용하고 있다.

(2) 울산항 ESI 선박 인센티브

울산항만공사에서는 2014년 5월 “울산항 환경개선 종합계획”을 수립하여 다양한 울산항 환경개선 방안을 마련하여 울산항의 지속가능한 환경 개선을 추진하고 있다. 2016년 1월부터 환경선박지수(ESI)인센티브 제도 도입으로 선박 1척당 최대 질소산화물 20%, 황산화물 96.3% 감소와 온실가스 약 0.82톤(CO₂/백

만원) 저감이 가능할 것으로 보았다.

2016년 인센티브 집행 실적을 보면, 대형입항 선박은 982척이고, 인센티브 선박은 131척으로 대형선박 중 감면선박 비율은 약13.4%로 나타났다. 환경선박지수(ESI) 감면선박 중 대형선박비중은 약 93%로 대부분 대형선박 위주로 감면을 받는 것으로 나타났다.

[표 4-3] 2016년 울산항 환경선박지수(ESI) 인센티브 집행실적

구분	1분기	2분기	3분기	4분기	총계
대형선박 입항선박(척), A	243	262	228	249	982
감면선박(척), B	27	35	34	35	131
감면선박 중 대형선박(척), C	26	35	27	34	122
총 감면금액(천원), D	18,382	25,579	21,468	23,773	89,202
ESI감면선박 중 대형선박비중(%)C/B	96	100	79	97	93
대형선박 입항선박 대비 ESI 감면선박 비중(%) B/A	11	13.3	15	14	13.4

자료 : 울산항만공사 내부문서

2. 미세먼지 측정기 설치

항만 내에서 실시간으로 미세먼지 및 초미세먼지 데이터를 측정할 수 있는 모니터링 시설로서, 이는 항만내 발생하는 미세먼지를 측정하여 내부적으로 먼지 저감 대책을 수립하는데 이용하는 정책이다.

2015년 PM10 농도는 서울 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 부산 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 인천 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 울산 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고, PM2.5 농도는 서울 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 부산 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 인천 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 울산 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다. 2016년에도 항만내 비산먼지 및 미세먼지 저감을 위해 다양한 저감 계획을 추진하여 울산본항 여천동 인접구역은 PM10 농도가 43.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 감소하게 되었다.

지금까지 항만내 미세먼지 측정기가 없어 지자체 인근 자료를 활용하였으나 2017. 8월부터 사옥, 본항 2부두, 7부두, 염포부두, 용연부두 6개를 설치하여 직

접 자료를 활용하게 되었다. 이는 측정 반경 150m 내 미세먼지(PM10, PM2.5) 및 총휘발성유기화물 등 환경위해요소에 대해 실시간 모니터링을 통해 관리기준을 정하여 초과 사업장에 대해 항만운영규정에 따라 하역 중지 등으로서, 미세먼지의 저감 조치를 취할 계획이다.

모니터링을 실시하여 비산먼지(날림먼지)발생 및 통제하여 항만 대기오염 저감방안 성과를 분석하여 보다 향상된 녹색항만 정책을 제시될 것이다.

3. 저탄소 에너지 저감 시설(LED등, AMP)

정부의 “저탄소 에너지 고효율 녹색항만 구축”을 위한 녹색항만 종합계획에서 항만내 에너지 소비효율을 높이고, 태양광, 지열, 조력 등 신·재생에너지를 통해 에너지 자립형 항만구축을 제시하였다.

이에 공사에서는 2014년부터 저탄소녹색에너지 항만, 녹색지속가능 항만 및 녹색 상호 견인 항만의 3대 전략을 수립하여 진행하고 있다. 이 중 저탄소녹색에너지 항만을 구축하기 위해 고효율 LED등 조명, 태양광발전시설, 육상전력공급장치 등 항만시설을 운영하고 있다.

(1) 고효율 LED등 조명

2012년까지 모든 공공기관 조명기기의 30%이상을 고효율 LED등으로 교체하라는 총리지시와 2015년부터 항만 주체별로 조명등 교체주기 등을 감안하여 교체하도록 해양수산부 지시가 있었다.

울산항만공사에서는 저탄소 녹색성장 기본법에 따라 2015년까지 기준년도 대비 20% 감축을 목표를 설정하여 단계적으로 조명등을 교체해 왔고, 현재도 현대자동차 부두 등의 교체작업을 진행하고 있다.

울산항 부두별 조명시간에 따라 전력사용량이 차이가 있지만 사용전력량 기준, 전력소비량 기준, 원단위 기준 3가지 중 원단위 기준으로 부두면적(m²)에 연간 단위면적당 이산화탄소 배출량을 적용하여 아래와 같이 산출되었다.

2012년도의 부두 총 전기사용량(Mwh)은 24,981이고 본항 13,193, 온산항 8,534, 미포항 239, 신항 2,172, 기타 843로 나타났다. 또한, 조명관련 이산화탄소 배출량은

2,087천 톤이며, 본항 1,103천 톤, 미포항 19천 톤, 온산항 715천 톤, 울산신항 182천톤, 기타 432천 톤이 배출되는 것으로 나타났다. 41)

[표 4-4] 울산항만공사 LED 조명기구 설치현황(기준: 2017.4)

부두/관리 및 시설	규격 및 갯수	부두/관리 및 시설	갯수	부두/관리 및 시설	갯수
1부두	400W 22개 250W 22개	울산항 마린센터	2,520	장생포 선원휴게소	12
2부두	400W 68 420W 114 250W 46	5부두 경비본부	172	5부두 항만근로자휴게소	210
3부두	400W 50 540W 33 250W 55	6부두 경비초소	14	일반부두 항만근로자휴게소	176
4부두	540W 27 250W 83	일반부두 경비초소	10	온산항 항만근로자휴게소	164
6부두	300W 112	7부두 경비초소	26	동구 항만근로자휴게소	104
7부두	420W 3	1.2부두 경비초소	20	1.2부두항만근로 자 휴게소	62
8부두	400W 115 420W 5	3.4부두 화장실	22		
9부두	400W 46 420W 2	8부두 화장실	23		
일반부두	400W 15 420W 1	본항 선원휴게소	58		
용연부두	480W 131	장생포부두	4		
신항배후단 지 1공구	180W 122	달포부두 초소	6		
신항배후단 지 3공구	150W 88	온산항 선원휴게소	26		

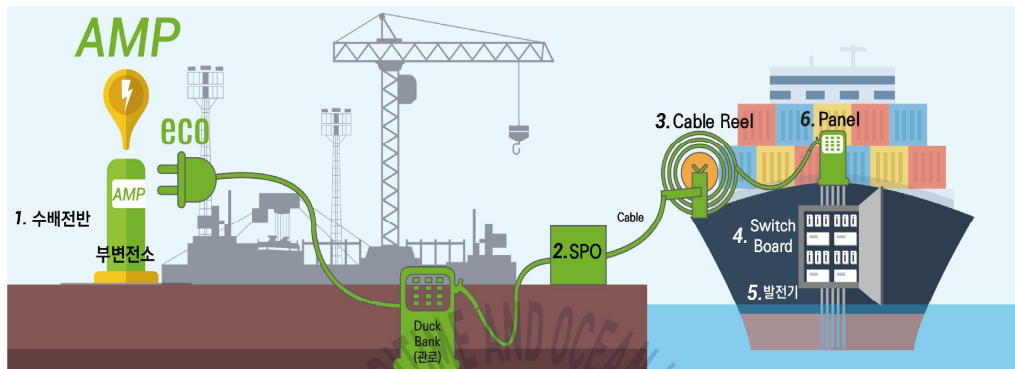
자료 : 울산항만공사 내부자료

울산항 LED 조명교체는 2013년 울산항 조도보강사업부터 2016년 울산항 운영건물 조명개선공사까지 약 21억을 투자하여 2,818개를 교체한 결과 CO₂ 251톤을 절감하는 효과가 나타났다.

(2) 육상전력공급장치(AMP, Alternative Maritime Power)

41) 울산항만공사, “울산항 그린포트 추진전략 수립 용역 보고서”, 2013, pp.231-240

기존에는 선박이 항만에 접안하는 동안에 B-C類를 통해 선박의 보조엔진을 가동하여 냉컨테이너, 장비, 선박내 편의시설 등의 전력을 공급하였다. 이는 보조엔진을 가동하는 B-C類의 연료에 의해 항만 환경을 악화시키는 원인이므로 현재는 동력을 육상 전기를 사용하여 선박의 수요 동력을 공급하는 방식으로 전환하고 있다.



자료: 이연경 외, 「선박의 육상전원공급설비 구축계획수립 및 자동화부두 조명기준 개선 연구」, 해양수산부, 2016. 4. KMI 재구성

[그림 4-1] 육상전원공급장치 현황도

우리나라의 경우 부산항(관공선부두, 중앙부두), 인천항(쌍용양회 돌핀, 동양시멘트 돌핀), 목포항(동양부두 돌핀, 서해어업지도선, 쌍용부두), 광양항(석탄부두, 관공선부두), 군산항(1.2.3부두), 울산항(예선부두, 관공선부두) 등 도입하여 운영하고 있지만 저조한 편이다.

우리나라의 2010년 온실가스 배출량은 연간 6.6억톤으로 세계 7위 온실가스 배출국가이고, 이 중 항만의 탄소배출량은 약 4.2천톤으로 대형선박에서 사용하는 B-C유로 인해 발생한다.

김봉진(2013)의 “항만 대기오염 적감을 위한 육상전원설비의 필요성 연구”에서는 2012년 기준으로 볼 때 울산항의 경우 정박시 연료소비량(867천kl)이 접안시 연료소비량(283천kl) 보다 3배 이상 많은 것으로 나타났다. 이로 인한 울산항 대기오염량을 산정하였는데 [표 4-5]와 같다.

[표 4-5] 울산항 대기오염량 산정(2012. 톤/년)

구분	CO2	NOX	SOX	PM10
접안시 대기오염량	263.8	1,823.9	5,409.3	1,923.2
정박시 대기오염량	-	2,911.5	15,491	732.5

자료: 김봉진, 항만 대기오염 저감을 위한 육상전원설비의 필요성 연구, 한양대학교 공학대학원 석사학위논문, 2013, pp.27-28

육상전원과 선박 보조발전기 공해 물질 배출을 비교해 본 결과, 육상전원공급시설을 사용할 경우 CO₂가 50% 저감되었고, NO_x, SO_x, PM 등 98%이상으로 나타났다.

[표 4-6] 육상전력과 선박 보조발전기 공해 물질 배출비교

배출가스	보조엔진(lb/MWH)	육상전원/화력발전(lb/MWH)	저감율(%)
NOX	32.4	0.123	99.6
SOX	27.1	0.007	99.9
PM	1.8	0.025	98.6
CO2	1,591.7	810	49.1
HC&VOC	0.9	0.067	92.6

자료: 2004년 미국항만협회(AAPA) Cruise Work Shop

경제성측면에서도 컨테이너선박과 여객선박에 대해 분석한 결과 1-4년이면 투자비를 회수할 수 있을 정도로 경제성이 확인되었다. 특히 항만 주변 대기환경이 비약적으로 개선과 국가 이미지 개선에도 큰 도움이 될 것으로 기대된다. 42)

항만공사 경우 항만오염을 저감하기 위해 [표 4-7]와 같이 관공선부두, 예선부두 등 일부 AMP를 운영하고 있지만 CO₂, NO_x, SO_x, PM을 저감하는데 극히 미미하다. 현재 대형선박에 대한 AMP로 전환하기 위해서는 비싼 전기가격, 설치비용, 설비관리, 유지관리 및 안전관리자 선임 등 선주가 부담하는지, 혹은 항만주체가 하는지 등 문제점을 해결해야 한다.

42) 김봉진, “항만 대기오염 저감을 위한 육상전원설비의 필요성 연구”, 한양대학교 공학대학원 석사학위논문, 2013, pp.71

[표 4-7] 울산항만공사 육상전원공급장치 설치현황(2017.4)

항별	위치	갯수	용량(KW)	용도
장생포항	통선장	1	20	세관용
	소형선부두	1	10	항만청용
	해경부두	12	450	해경용
울산본항	매암부두	12	200	예선용
온산항	예선부두	4	145	예선용
울산신항	작업부두	2	70	예선용
남화물양장	예선부두	8	300	예선용

자료 : 울산항만공사 내부자료

4. 신재생에너지 시설(태양광발전)

태양광발전은 태양에너지를 전지 및 모듈, 전력 변환 및 제어장치 등을 통해 전기로 전환시키는 에너지 기술로 반도체 소자를 이용하여 발전된 전류를 전력 변환 장치를 사용하여 부하에 전력을 공급하는 방식이다.

2015년 세계 태양광시장은 약 56GW가 설치된 것으로 추정되며, 이는 전년대비 24%의 고성장으로 온실가스 감축을 위한 선진국의 개도국 태양광시장 확대 로 인도를 중심으로 한 개도국 태양광 수요도 빠르게 확산되고 있다.

2012년까지 세계 태양광 수요의 68%를 유럽이 차지했으나, 2040년까지 중국의 태양광 설치량은 1,000GW에 달해 세계 태양광 수요의 약 30%를 차지할 것으로 예상된다. 또한 중국 다음으로 유럽 18%, 인도 15%, 미국 12% 순이고, 중국, 인도 등 아시아 지역 비중이 60%에 달할 것이다. 43)

우리나라는 2012년 1월부터 「신·재생에너지 개발이용보급촉진법」이 발효되었고, 「녹색건축물조성지원법」이 2013년 2월에 발표되어 에너지이용 효율 및 신·재생에너지의 사용비율이 높은 온실가스 배출을 최소화하는 건축하도록 했다.

항만공사는 본사 건물, 경비본부 옥상 등에 약 170KW 용량에 약 676백만 원을 투자하여 태양광발전시설을 설치하여 에너지 절감율 약 40%을 달성하였다.

43) 강정화, “2016년 세계 신재생에너지 산업전망 및 이슈”, 한국수출입은행, 2016, pp.3-4

이에 대한 이산화탄소 저감 약 50톤 줄일 수 있는 효과가 있다.

[표 4-8] 울산항만공사 태양광 발전설비 현황(기준: 2017.5월, 내부분서)

위치		규격(KW)	사업비(백만원)	에너지절감율(%)
마린센터 (본관)	옥상	16.8	475	11.47
	1층 주차장	40.5		
	다목적홀 지붕	50.49		
	3층 휴게실	12		
부두운영센터		16.25	74	10.6
5부두 항만근로자휴게소		15.0	62	11.0
경비본부		18.9	65	7.4
총 계		169.94	676	40.47

5. 친환경 호퍼 시설

미세먼지는 PM10과 PM2.5가 있는데 PM10은 입경 10 μ m 이하의 미세한 먼지로 인체의 폐포까지 침투하여 각종 호흡기 질환의 직접적인 원인이 되며 인체의 면역기능을 약화시킨다. PM2.5는 2.5 μ m 이하인 극세미세먼지인데 입자의 크기가 작을수록 건강에 미치는 영향이 크다는 결과에 따라 선진국에서 미세입자에 대한 기준을 90년대 후반부터 도입하기 시작했다.

미세먼지 원인은 모래먼지, 산불 등 자연발생원과 화석연료를 사용하는 발전설비, 선박 등 배출가스와 공사장 비산먼지 등 인위적발생원이 있다. 이는 인간의 호흡기 질환의 직접 원인과 식물 광합성 작용 등을 저해하여 식물성장에 심각한 영향을 미친다. 미세먼지를 10-30%감축하면 수도권의 관련 질환 사망자수가 해마다 40-120명이 줄어들 것으로 보고 있다. 44)

울산항만공사에서는 2013년부터 사료 부원료의 하역 및 운송시 발생하는 과도한 비산먼지를 저감하기 위해 친환경 호퍼 개발 및 사료 부원료 보관창고(2동) 건립, 일반부두 모래하역 및 운송 현대화 시설을 설치하도록 하여 비산먼지를 획기적으로 저감하였다.

44) 안중구, “옥외 저장장에서 발생하는 석탄분진의 효율적인 저감방안 연구”, 성균관대학교 대학원 석사청구논문, 2012, pp.6-10

이 중 친환경호퍼에 대해 2013년 「비산먼지 저감을 위한 친환경 호퍼개량 프로젝트」 계획하여 기술개발비 약 84백만원과 전기인입공사 150백만원을 투자하여 호퍼 6기(1개 UPA소유, 5개 항만운영사 소유)를 제작하였다. 이는 본항에서 취급하는 사료부원료 하역과정상 발생하는 곡물 비산먼지를 저감하여 인근 기업체 및 부두이용자들의 호흡기 질환 예방과 클린항만 구축에 일조하였다. 호퍼개량 시범사업 추진방식은 [표 4-9]와 같다.

[표 4-9] 울산항 친환경 호퍼개량 시범사업 추진방식

구 분	중력식 게이트 방식	집진&DSH호퍼방식	원심력 집진설비 방식
제작사	에스엠테크(주) (호퍼,그랩제작업체)	(주)여진 (악취,먼지저감 업체)	크린에어테크(주) (집진설비 전문업체)
사업비	34백만원(호퍼제외)	120백만원(호퍼포함)	124백만원(호퍼포함)
제작 기간	3개월	5개월	2~3개월이내
집진 방식	게이트 이용 역류먼 지 차단	집진설비 ※풍량 : 600CMM	원심력 집진설비 ※풍량 : 1,200CMM
하부	슈트설치로 낙차거 리 최소화	DSH호퍼 부착	집진설비/측면 밀폐
먼지저 감효과	50% 이하	60% 수준	70~80% 수준
장점	◦사업비 저렴	◦집진설비와 DSH호퍼 이용 먼지 저감 60% 정도 효과 예상	◦집진설비 전문업체로서 집진설계시 자체 시 물레이션 장비를 활 용 충분한 검토 후 설 계에 반영하는 등 기술 력 확보
단점	◦먼지저감효과 낮음	◦악취저감 전문업체 ◦집진설비 기술력 부 족으로 외주예상 ◦DSH 호퍼(수입품) 도 입/유지보수비 과다	◦기업 신뢰성 있음 ※ 3개사중 가장 우수

자료 : 울산항만공사 내부자료

친환경 호퍼는 비산분진을 집진장치 내 멀티싸이클론과 울트라 나노 필터에 포집하여 스크류 컨베이어를 통해 회수할 수 있어, 밀, 콩 등 사료부원료를 하역할 때 발생하는 분진을 70-80% 저감되는 효과가 있다.

6. 3정 5S

항만공사는 항만 하역 및 작업 생산성을 제고하기 위해 3정(정품, 정위치, 정량) 및 5S(정리, 정돈, 청소, 청결, 습관화)로 울산항 클린항만을 조성하고 있다. 근로자 교육, 프로세스 구축, 하역사 컨설팅 제공 등 하역현장의 실천운동과 시설 및 환경개선 등 인프라구축으로 산업혁신문화 정착 3대 전략사업을 추진하고 있다.

3정 5S 기대효과는 첫째 항만환경 분야에서는 항만내 비산먼지 저감과 불필요한 조명등 소등으로 에너지 절감을 들 수 있고, 둘째 항만안전 분야에서는 항만내 육상 안전사고 발생을 최소화하고, 위험물 취급과정에서 대형 재난을 사전에 예방할 수 있다. 셋째 항만생산성 측면에서는 작업방법을 개선으로 원가절감, 작업효율성, 체선율 완화 및 물류비 절감에 기여할 수 있다.



제5장 울산항 녹색항만 정책 개선방안에 관한 실증 분석

제1절 설문조사 개요

1. 조사의 목적 및 자료 수집

현재 울산항만공사에서 추진하고 있는 녹색항만 정책에 대해 울산항 직접 이해 당사자인 항만이용자에게 인식도, 만족도 및 개선도 내용으로 울산항 녹색항만정책 개선방안을 도출하기 위해 설문조사를 실시하였다.

조사대상은 항만관련단체, 일반하역업체, 부두운영업체, 선사 및 대리점, 항만 운송관련 업체 등 115개 표본을 추출하여 설문지를 배포하였고, 설문조사기간은 2017년 10월 23일부터 2017년 11월 10일까지 오프라인을 통하여 진행하였다. 총 115부 중 92부가 회수되었고, 이 중 설문에 유용하지 않은 20부를 제외하여 설문조사를 분석하였다.

[표 5-1] 설문대상 항만이용자 등 응답률 및 유효 응답률

구분	설문개요	비고
배포부수 (A)	115	
총 회신 부수 (B)	92	
분석투입 부수 (C)	72	
분석제외 부수	20	
응답률(%), B/A	80	
유효 응답률(%), C/B	78.2	

2. 설문구성 및 분석 방법

울산항 녹색항만정책 개선방안을 도출하기 위해 항만이용자들의 녹색항만의 이해를 위해 인식여부와 현재 항만공사에서 추진하고 있는 녹색항만 정책들의 만족여부를 조사 후, 해외항만 및 국내항만에서 추진하고 있는 정책들에 대한

개선방향을 설정하기 위해 개선도 조사하였다.

설문지의 일반사항은 4문제로 향만이용자의 연령, 직책, 근무경력, 울산항 이용 빈도를 조사하였고, 둘째로 울산항 녹색항만정책의 인식도 및 만족도에 대해서는 5점 척도로 리커도 측정방식으로 하였다. 마지막으로 울산항 녹색항만 정책 개선도 조사는 총 9문제로 중장기 정책, 추진 주체, 현 녹색항만 정책의 개선분야, 향후 우선 추진해야 할 녹색항만 정책을 조사하였다.

[표 5-2] 설문지의 구성

분류	설문항목	문항수
일반사항	1. 연령 2. 직책 3. 근무경력 4. 매달 향만이용 빈도	4
울산항 녹색항만 인식도	1. 울산항 녹색항만 정책 2. 선박환경지수(ESI) 인센티브제도 3. 항만내 대기오염 미세먼지 측정기 운영 4. 울산항 육상전원장치(AMP) 5. 울산항내 태양광시설 6. 울산항내 LED 전기시설 7. 울산본항에 친환경호퍼 운영 8. 울산본항내 3정 5s	8
울산항 녹색항만 만족도	1. 울산항 녹색항만 정책 2. 선박환경지수(ESI) 인센티브제도 3. 항만내 대기오염 미세먼지 측정기 운영 4. 울산항 육상전원장치(AMP) 5. 울산항내 태양광시설 6. 울산항내 LED 전기시설 7. 울산본항에 친환경호퍼 운영 8. 울산본항내 3정 5s	8
울산항 녹색항만 개선도	1. 기후변화에 대응 중기정책 분야 2. 녹색항만 주도적 기관여부 3. 현 녹색항만 정책 중 시급하게 개선할 분야 4. 녹색항만 정책 중 향후 개선분야 5. 선박분야 중 우선 추진해야 할 정책 6. 항만에너지 분야 중 우선 추진해야 할 정책 7. 항만환경분야 중 우선 추진해야 할 정책 8. 컨부두 항만교통분야 중 우선 추진해야 할 정책 9. 건설산업분야 중 우선 추진해야 할 정책	9

3. 설문응답의 일반적 특성

본 조사 응답자는 울산항을 이용하는 이용자들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. [표 5-3] 와 같이 연령대는 20-29세 10명(13.8%), 30-39세 16명(22.2%), 40-49세 28명(39%), 50-59세 18명(25%), 60세 이상 0명(0%)로 나타났으며, 직급별로 임원급 이상 9명(12.5%), 실장 및 부장 21명(29.2%), 차장 14명(19.4%), 과장 6명(8.4%), 사원(대리포함) 22명(30.5%)으로 설문되었다.

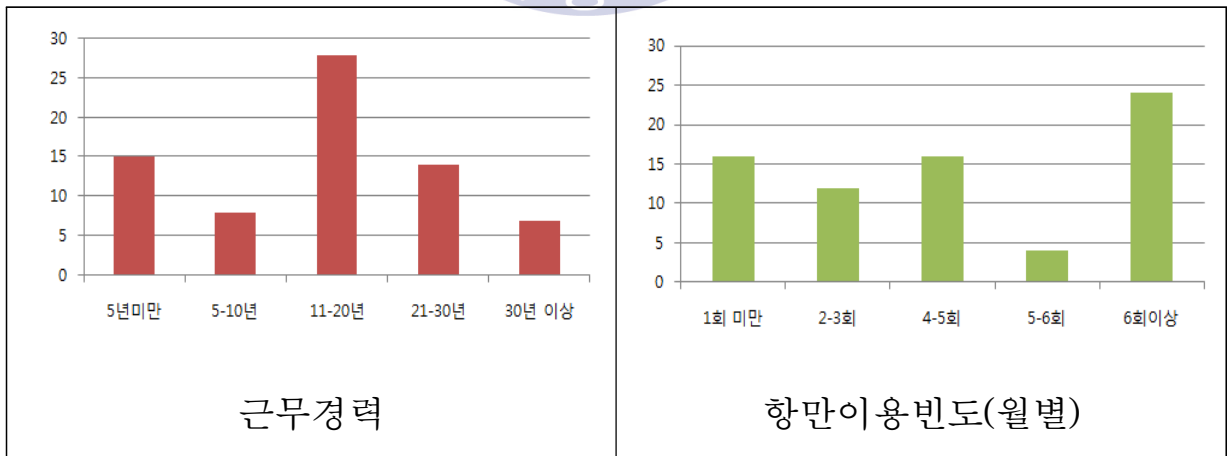
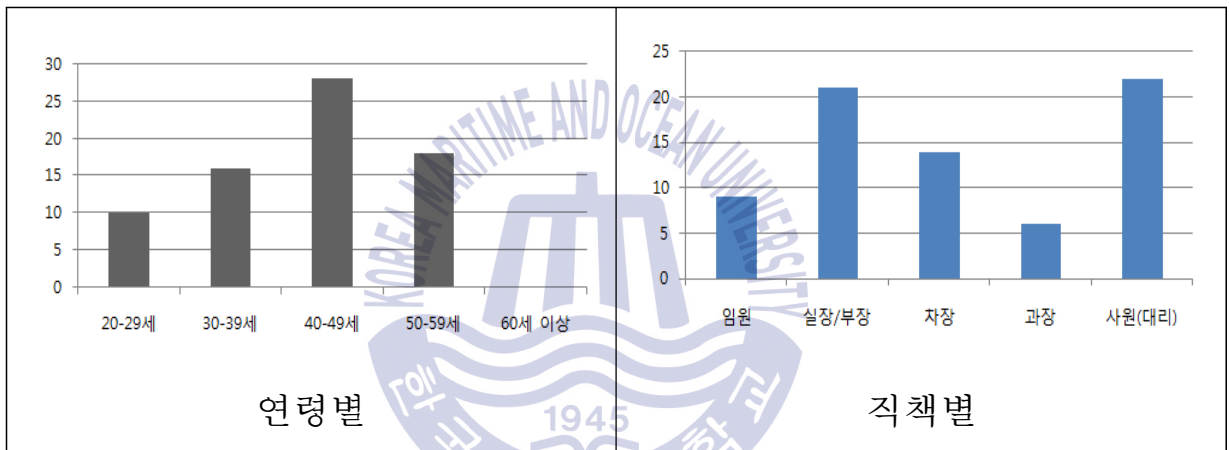
해운 및 항만 관련업계 근무 연수의 비중은 5년 미만 15명(20.8%), 5-10년 8명(11.1%), 11-20년 28명(38.9%), 21-30년 14명(19.5%), 31년 이상 7명(9.7%)으로 조사되었다. 또한 울산항 이용 빈도에 대해 한 달을 이용 횟수는 1회 이내 16명(22.2%), 2-3회 12명(16.7%), 4-5회 16명(22.2%), 6회 4명(5.6%), 7회 이상 24명(33.3%)으로 조사되었다.

조사결과를 살펴보면 주로 연령대는 30-40대가 61% 이상을 점하고 직급은 실장급 및 사원이 약 60%로 설문에 응했다. 근무경력은 11-20년이 약 40%로 높았고, 월별 항만이용빈도는 1회 미만 및 4-5회 22.2%로 동일하게 나타났다.

[표 5-3] 설문 표본 집단의 구성(전체 응답자)

전체		유효응답수(명)	비율(%)
		72	100
연령별	20-29	10	13.8
	30-39	16	22.2
	40-49	28	39.0
	50-59	18	25.0
	60세 이상	0	0
직책별	사원(대리포함)	22	30.5
	과장	6	8.4
	차장	14	19.4
	실장 및 부장	21	29.2
	임원(사장, 상무, 이사급)	9	12.5
근무경력	5년 미만	15	20.8

	5-10년	8	11.1
	11-20년	28	38.9
	21-30년	14	19.5
	31년 이상	7	9.7
	1회 이내	16	22.2
항만 이용빈도(월)	2-3회	12	16.7
	4-5회	16	22.2
	6회	4	5.6
	7회 이상	24	33.3



[그림 5-1] 설문구성별 현황표

제2절 실증분석

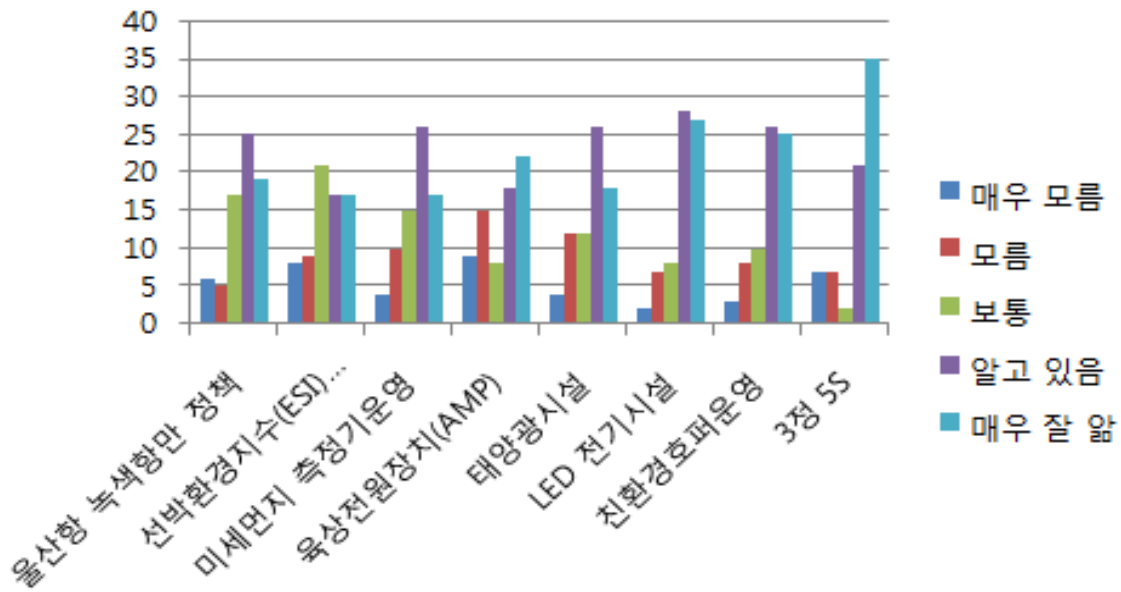
1. 녹색항만 정책 인식도 조사

울산항 이용자들에게 공사에서 추진하는 녹색항만 정책을 정확히 이해하고 있는가를 측정하기 위해 녹색항만 정책, 선박환경지수선박, 미세먼지측정기 운영, 육상전원장치, 태양광시설, 울산항내 LED, 친환경호퍼, 3정 5S 정책에 대해 인식도 조사를 하였다.

울산항 녹색항만 정책 인식도 조사결과, 전체적으로 알고 있음 이상이 63.8% 이상 설문이 조사되어 항만이용자들이 8개 녹색정책에 대해 잘 알고 있는 것으로 조사되었다.

[표 5-4] 울산항 녹색항만 정책 인식도 조사 결과

조사항목(명/%)	매우 모름		모름		보통		알고 있음		매우 잘 앎	
	명	%	명	%	명	%	명	%	명	%
울산항 녹색항만 정책	6	8.3	5	7.0	17	23.6	25	34.7	19	26.4
선박환경지수(ESI) 인센티브제도	8	11.1	9	12.5	21	29.2	17	23.6	17	23.6
대기오염 미세먼지 측정기 운영	4	5.6	10	14.0	15	20.8	26	26.1	17	23.6
울산항 육상전원장치(AMP)	9	12.5	15	20.8	8	11.1	18	25.0	22	30.6
울산항내 태양광시설	4	5.6	12	16.7	12	16.7	26	36.1	18	25.0
울산항내 LED 전기시설	2	2.8	7	9.7	8	11.1	28	28.9	27	37.5
울산본항에 친환경호퍼 운 영	3	4.2	8	11.1	10	14.0	26	36.1	25	34.7
울산본항내 3정 5s	7	9.7	7	9.7	2	2.8	21	29.2	35	48.6
합계	43	7.5	73	12.7	93	16.2	187	32.5	180	31.3



[그림 5-2] 울산항 녹색항만 정책 인식도(총괄) 조사 결과

세부적으로 울산항 녹색항만 정책 인지도 조사 결과, 매우 모름 6명(8.3%), 모름 5명(7%), 보통 17명(23.6%), 알고 있음 25명(34.7%), 매우 잘 알고 있음 19명(26.4%)으로 [그림 5-2]와 같이 나타났다.

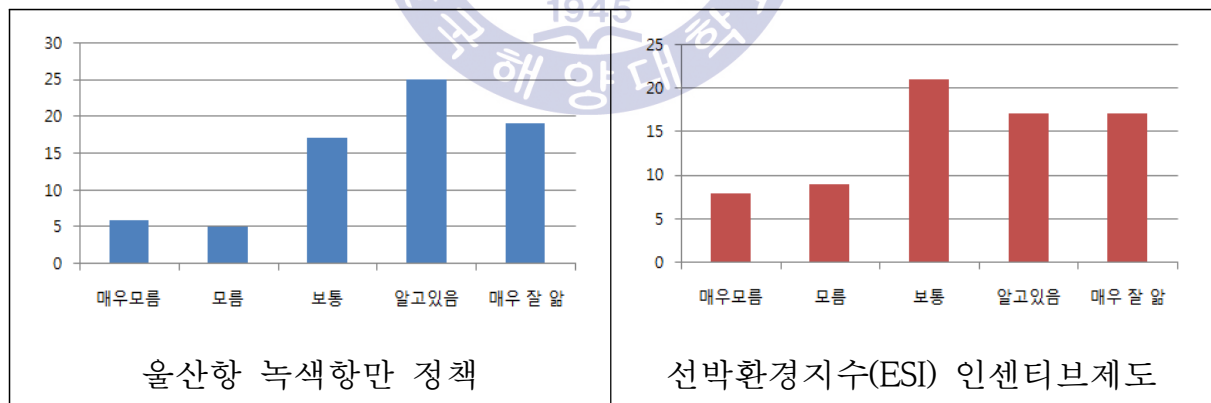
연령별로 20대(10명)가 매우 모름 0명, 모름 1명, 보통 4명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 0명, 30대(16명)는 매우 모름 1명, 모름 3명, 보통 3명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 2명, 40대(28명)는 매우 모름 4명, 모름 1명, 보통 8명, 알고 있음 9명, 매우 잘 알고 있음 6명, 50대(18명)는 매우 모름 1명, 모름 0명, 보통 2명, 알고 있음 4명, 매우 잘 알고 있음 11명으로 응답했다.

직급별로 임원(9명)은 매우 모름 1명, 모름 0명, 보통 2명, 알고 있음 0명, 매우 잘 알고 있음 6명, 실장 및 부장(21명)은 매우 모름 1명, 모름 1명, 보통 5명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 8명, 차장(14명)은 매우 모름 1명, 모름 0명, 보통 2명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 4명, 과장(6명)은 매우 모름 0명, 모름 0명, 보통 2명, 알고 있음 4명, 매우 잘 알고 있음 0명, 사원(22명)은 매우 모름 2명, 모름 4명, 보통 6명, 알고 있음 9명, 매우 잘 알고 있음 1명으로 응답했다.

선박환경지수(ESI) 인센티브 인지도 조사결과, 매우 모름 8명(11.1%), 모름 9명(12.5%), 보통 21명(29.2%), 알고 있음 17명(23.6%), 매우 잘 알고 있음 17명(23.6%)으로 [그림 5-3]와 같이 나타났다.

연령별로는 20대(10명)가 매우 모름 2명, 모름 3명, 보통 2명, 알고 있음 1명, 매우 잘 알고 있음 2명, 30대(16명)는 매우 모름 1명, 모름 0명, 보통 4명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 6명, 40대(28명)는 매우 모름 3명, 모름 3명, 보통 11명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 6명, 50대(18명)는 매우 모름 2명, 모름 3명, 보통 4명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 3명으로 응답했다.

직급별로 임원(9명)은 매우 모름 1명, 모름 0명, 보통 3명, 알고 있음 4명, 매우 잘 알고 있음 1명, 실장 및 부장(21명)은 매우 모름 2명, 모름 3명, 보통 8명, 알고 있음 3명, 매우 잘 알고 있음 5명, 차장(14명)은 매우 모름 1명, 모름 3명, 보통 4명, 알고 있음 2명, 매우 잘 알고 있음 4명, 과장(6명)은 매우 모름 1명, 모름 0명, 보통 1명, 알고 있음 2명, 매우 잘 알고 있음 2명, 사원(22명)은 매우 모름 3명, 모름 3명, 보통 5명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 5명으로 응답했다.



[그림 5-3] 울산항 녹색항만정책 및 선박환경지수 인센티브 현황

울산항내 대기오염 미세먼지 측정기 운영 인지도 조사결과, 매우 모름 4명(5.6%), 모름 10명(14%), 보통 15명(20.8%), 알고 있음 26명(36.1%), 매우 잘 알고 있음 17명(23.6%)으로 [그림 5-4]와 같이 나타났다.

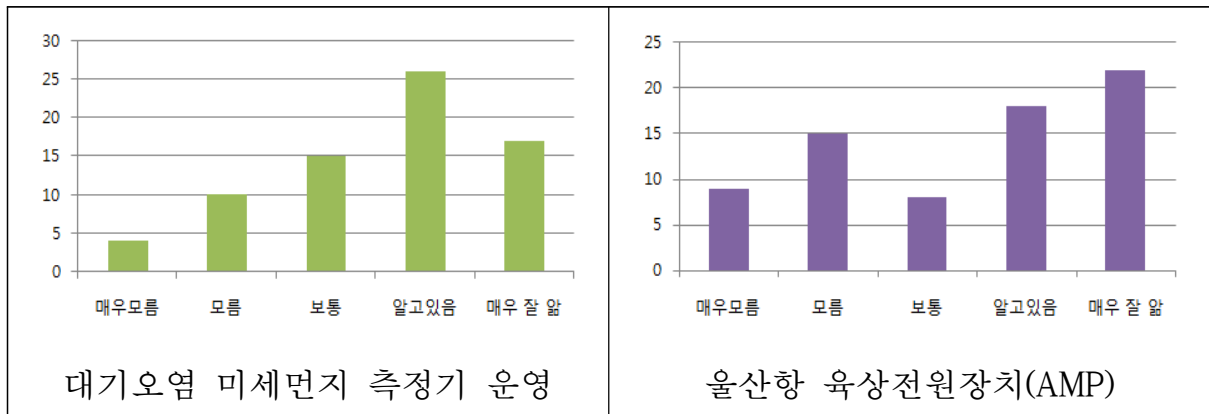
연령별로는 20대(10명)가 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 2명, 알고 있음 4명, 매우 잘 알고 있음 2명, 30대(16명)는 매우 모름 0명, 모름 3명, 보통 6명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 1명, 40대(28명)는 매우 모름 2명, 모름 5명, 보통 5명, 알고 있음 9명, 매우 잘 알고 있음 7명, 50대(18명)는 매우 모름 2명, 모름 0명, 보통 2명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 7명으로 응답했다.

직급별로 임원(9명)은 매우 모름 1명, 모름 0명, 보통 2명, 알고 있음 3명, 매우 잘 알고 있음 3명, 실장 및 부장(21명)은 매우 모름 2명, 모름 2명, 보통 3명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 8명, 차장(14명)은 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 2명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 3명, 과장(6명)은 매우 모름 0명, 모름 1명, 보통 2명, 알고 있음 2명, 매우 잘 알고 있음 1명, 사원(22명)은 매우 모름 1명, 모름 5명, 보통 6명, 알고 있음 8명, 매우 잘 알고 있음 2명으로 응답했다.

울산항 육상전원장치(AMP)인지도 조사결과, 매우 모름 9명(12.5%), 모름 15명(20.8%), 보통 8명(11.1%), 알고 있음 18명(25%), 매우 잘 알고 있음 22명(30.6%)으로 [그림 5-4]와 같이 나타났다.

연령별로는 20대(10명)가 매우 모름 0명, 모름 3명, 보통 2명, 알고 있음 2명, 매우 잘 알고 있음 2명, 30대(16명)는 매우 모름 4명, 모름 2명, 보통 3명, 알고 있음 4명, 매우 잘 알고 있음 3명, 40대(28명)는 매우 모름 4명, 모름 8명, 보통 3명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 7명, 50대(18명)는 매우 모름 1명, 모름 2명, 보통 0명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 10명으로 응답했다.

직급별로 임원(9명)은 매우 모름 1명, 모름 0명, 보통 2명, 알고 있음 2명, 매우 잘 알고 있음 4명, 실장 및 부장(21명)은 매우 모름 3명, 모름 5명, 보통 2명, 알고 있음 1명, 매우 잘 알고 있음 10명, 차장(14명)은 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 0명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 5명, 과장(6명)은 매우 모름 1명, 모름 2명, 보통 1명, 알고 있음 1명, 매우 잘 알고 있음 1명, 사원(22명)은 매우 모름 4명, 모름 6명, 보통 3명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 2명으로 응답했다.



[그림 5-4] 울산항 미세먼지 측정기 운영 및 육상전원장치 현황

울산항내 태양광시설 인지도 조사결과, 매우 모름 4명(5.6%), 모름 12명(16.7%), 보통 12명(16.7%), 알고 있음 26명(36.1%), 매우 잘 알고 있음 18명(25%)으로 <그림 5-5> 와 같이 나타났다.

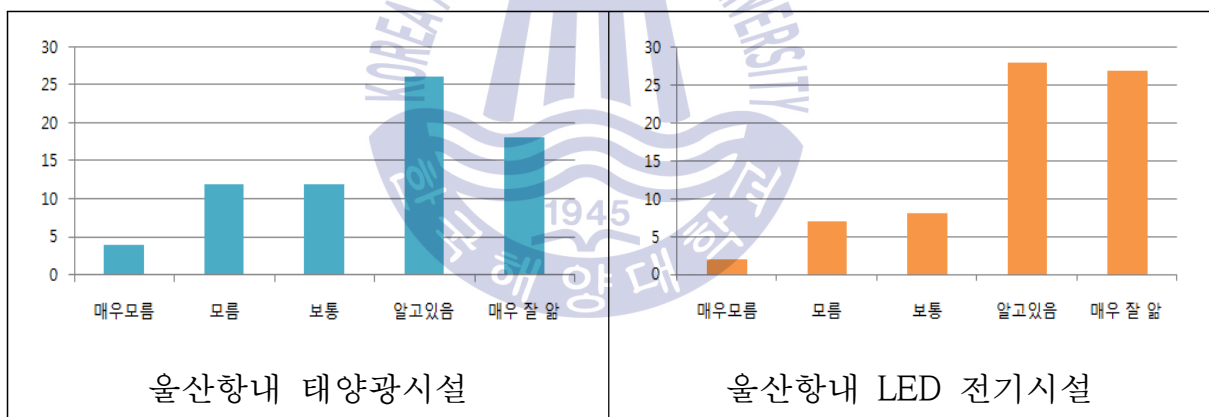
연령별로는 20대(10명)가 매우 모름 0명, 모름 3명, 보통 1명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 0명, 30대(16명)는 매우 모름 2명, 모름 2명, 보통 4명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 3명, 40대(28명)는 매우 모름 2명, 모름 5명, 보통 5명, 알고 있음 8명, 매우 잘 알고 있음 8명, 50대(18명)는 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 2명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 7명으로 응답했다.

직급별로 임원(9명)은 매우 모름 0명, 모름 0명, 보통 2명, 알고 있음 2명, 매우 잘 알고 있음 5명, 실장 및 부장(21명)은 매우 모름 2명, 모름 4명, 보통 4명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 5명, 차장(14명)은 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 1명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 5명, 과장(6명)은 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 0명, 알고 있음 3명, 매우 잘 알고 있음 1명, 사원(22명)은 매우 모름 2명, 모름 4명, 보통 5명, 알고 있음 9명, 매우 잘 알고 있음 2명으로 응답했다.

울산항내 LED 전기시설 인지도 조사결과, 매우 모름 2명(2.8%), 모름 7명(9.7%), 보통 8명(11.1%), 알고 있음 28명(38.9%), 매우 잘 알고 있음 27명(37.5%)으로 [그림 5-5]와 같이 나타났다.

연령별로는 20대(10명)가 매우 모름 0명, 모름 0명, 보통 0명, 알고 있음 9명, 매우 잘 알고 있음 1명, 30대(16명)는 매우 모름 1명, 모름 3명, 보통 3명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 4명, 40대(28명)는 매우 모름 1명, 모름 3명, 보통 5명, 알고 있음 9명, 매우 잘 알고 있음 10명, 50대(18명)는 매우 모름 0명, 모름 1명, 보통 0명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 12명으로 응답했다.

직급별로 임원(9명)은 매우 모름 0명, 모름 0명, 보통 1명, 알고 있음 1명, 매우 잘 알고 있음 7명, 실장 및 부장(21명)은 매우 모름 2명, 모름 2명, 보통 6명, 알고 있음 9명, 매우 잘 알고 있음 5명, 차장(14명)은 매우 모름 0명, 모름 0명, 보통 0명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 7명, 과장(6명)은 매우 모름 0명, 모름 1명, 보통 2명, 알고 있음 3명, 매우 잘 알고 있음 0명, 사원(22명)은 매우 모름 0명, 모름 4명, 보통 3명, 알고 있음 11명, 매우 잘 알고 있음 4명으로 응답했다.



[그림 5-5] 울산항 태양광시설 및 LED 전기시설 현황

울산본항 친환경호퍼 인지도 조사결과, 매우 모름 3명(4.2%), 모름 8명(11.1%), 보통 10명(14%), 알고 있음 26명(36.1%), 매우 잘 알고 있음 25명(34.7%)으로 [그림 5-6]와 같이 나타났다.

연령별로는 20대(10명)가 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 1명, 알고 있음 3명, 매우 잘 알고 있음 4명, 30대(16명)는 매우 모름 0명, 모름 4명, 보통 4명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 3명, 40대(28명)는 매우 모름 2명, 모름 1명, 보통

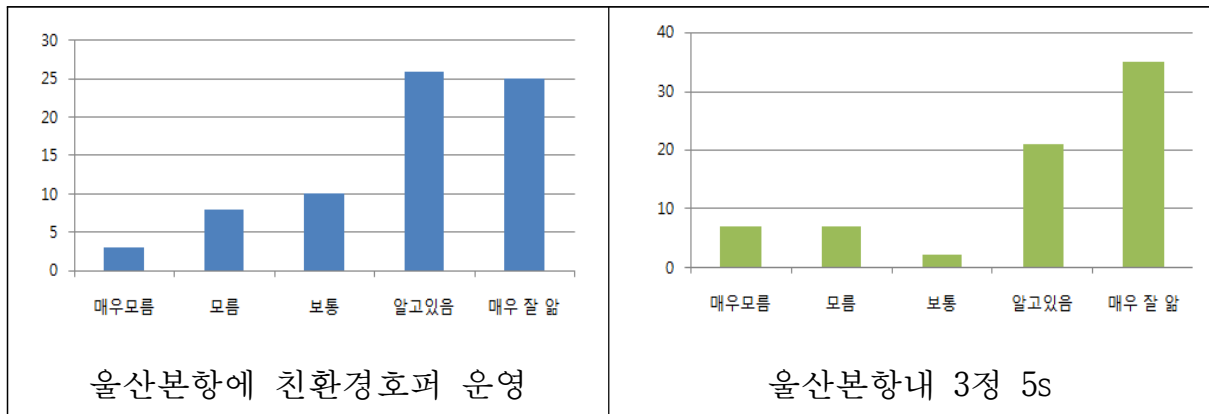
3명, 알고 있음 12명, 매우 잘 알고 있음 10명, 50대(18명)는 매우 모름 1명, 모름 1명, 보통 2명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 8명으로 응답했다.

직급별로 임원(9명)은 매우 모름 0명, 모름 0명, 보통 2명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 2명, 실장 및 부장(21명)은 매우 모름 2명, 모름 2명, 보통 1명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 9명, 차장(14명)은 매우 모름 1명, 모름 1명, 보통 1명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 6명, 과장(6명)은 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 2명, 알고 있음 1명, 매우 잘 알고 있음 1명, 사원(22명)은 매우 모름 0명, 모름 3명, 보통 4명, 알고 있음 8명, 매우 잘 알고 있음 7명으로 응답했다.

울산본항내 3정 5S 인지도 조사결과, 매우 모름 7명(9.7%), 모름 7명(9.7%), 보통 2명(2.8%), 알고 있음 21명(29.2%), 매우 잘 알고 있음 35명(48.6%)으로 [그림 5-6]와 같이 나타났다.

연령별로는 20대(10명)가 매우 모름 0명, 모름 0명, 보통 0명, 알고 있음 6명, 매우 잘 알고 있음 4명, 30대(16명)는 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 1명, 알고 있음 7명, 매우 잘 알고 있음 6명, 40대(28명)는 매우 모름 7명, 모름 4명, 보통 0명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 12명, 50대(18명)는 매우 모름 0명, 모름 1명, 보통 1명, 알고 있음 3명, 매우 잘 알고 있음 13명으로 응답했다.

직급별로 임원(9명)은 매우 모름 1명, 모름 0명, 보통 1명, 알고 있음 1명, 매우 잘 알고 있음 6명, 실장 및 부장(21명)은 매우 모름 2명, 모름 3명, 보통 0명, 알고 있음 4명, 매우 잘 알고 있음 12명, 차장(14명)은 매우 모름 2명, 모름 0명, 보통 0명, 알고 있음 5명, 매우 잘 알고 있음 7명, 과장(6명)은 매우 모름 0명, 모름 2명, 보통 0명, 알고 있음 2명, 매우 잘 알고 있음 2명, 사원(22명)은 매우 모름 2명, 모름 2명, 보통 1명, 알고 있음 9명, 매우 잘 알고 있음 8명으로 응답했다.



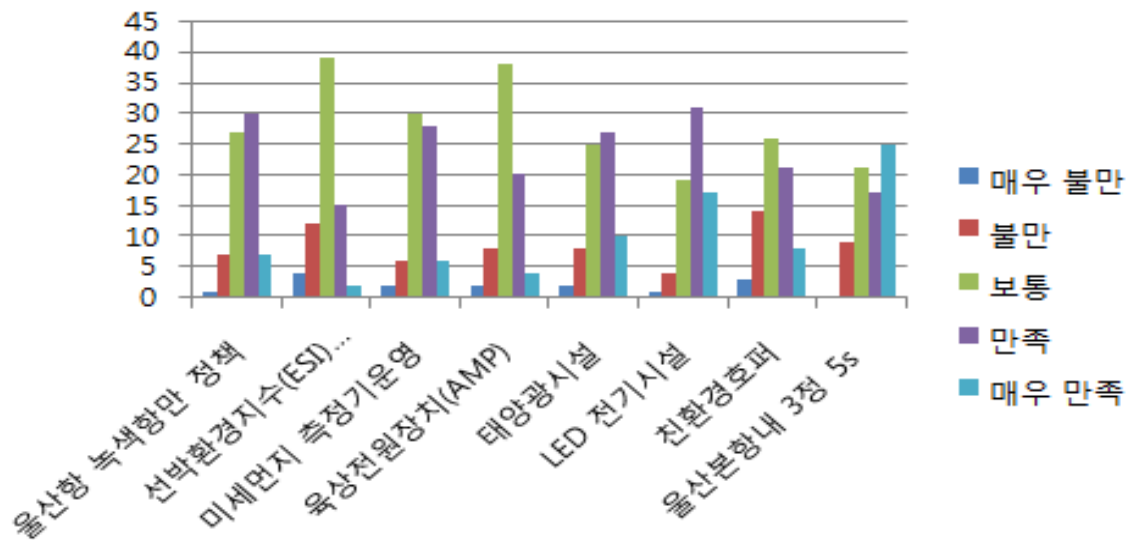
[그림 5-6] 울산항 친환경호퍼 운영 및 3정 5S 현황

2. 녹색항만 정책 만족도 조사

울산항에서 현재 추진하고 있는 녹색항만 8가지 정책에 대한 만족도를 조사하였다. 아래 [표 5-5]는 녹색항만 만족도를 응답자들이 평가한 내용을 분석한 것이다. 조사결과 전체 응답자의 만족도 수준은 평균적으로 보통이상이 약 85.6%로 나타났으며, 울산본항내 3정 5S가 가장 높은 만족도를 나타내었고, 선박환경지수 인센티브 및 육상전원 장치에 대해서 보통으로 나왔다.

[표 5-5] 울산항 녹색항만 만족도 조사 결과표

조사항목	매우불만		불만		보통		만족		매우만족	
	명	%	명	%	명	%	명	%	명	%
울산항 녹색항만 정책	1	1.4	7	9.7	27	37.5	30	41.7	7	9.7
선박환경지수(ESI) 인센티브제도	4	5.6	12	16.7	39	54.2	15	20.8	2	2.8
항만내 대기오염 미세먼지 측정기 운영	2	2.8	6	8.3	30	41.7	28	38.9	6	8.3
울산항 육상전원장치(AMP)	2	2.8	8	11.1	38	52.8	20	27.8	4	5.6
울산항내 태양광시설	2	2.8	8	11.1	25	34.7	27	37.5	10	14.0
울산항내 LED 전기시설	1	1.9	4	5.6	19	26.4	31	43.0	17	23.6
울산본항에 친환경호퍼 운영	3	4.2	14	19.5	26	36.1	21	29.2	8	11.1
울산본항내 3정 5s	0	0	9	12.5	21	29.2	17	23.6	25	34.7
합계	15	2.6	68	11.8	225	39.1	189	32.8	79	13.7



[그림 5-7] 울산항 녹색항만 만족도 조사 총괄

연령별 분석한 결과, 20대는 선박환경지수인센티브 및 친환경호퍼 시설에, 30대는 그린포트 정책, 선박환경지수 인센티브 및 육상전원장치에, 40대는 그린포트정책, 선박환경지수 인센티브에 보통이하로 별로 만족하지 못한 것으로 조사되었다.

직급별로 만족도 조사결과, 세대(20-50대)로 모두 보통이상으로 만족한 것으로 나타났는데 실장 및 부장그룹에서 선박환경지수 인센티브에 대하여 약간 불만족으로 조사되었다.

3. 녹색항만 개선도 조사

지구촌 온실가스 저감을 위해 국제협약 및 국내외 항만의 녹색항만 정책을 바탕으로 설문구성을 하였다. 울산항의 녹색항만의 향후 정책을 위해 기후변화에 대응하여 중기(3-5년)내에 추진할 사항, 추진 주체, 분야별 개선 사항 등으로 조사했다.

항만공사에서 현 정책, 즉 선박환경지수선박, 육상전원장치, 신재생에너지, 고효율 LED사업, 친환경호퍼, 3정 5S 중 우선 정책을 설문조사하여 향후 추진할 정책은 무엇인가 개선사항을 도출하고자 했다.

녹색항만 정책 중 선박, 항만에너지, 항만환경, 항만교통 및 항만건설 분야로

대분류하였고, 다시 세부 사항별로 구분하였다. 선박분야는 CNG/LPG 예인선, 선박속력 저감, 저유황연료 선박, LNG 선박으로, 항만에너지분야는 AMP확대, LED확대, 태양광시설확대, 풍력 및 지열로 조사하였다.

또한 항만환경분야는 3정 5S확대, 온실가스목표제, 선박배출통제구역, 친환경호퍼 확대, 항만교통분야는 컨테이너 부두에서 추진하는 야트트랙터 연료유 전환, e-RTGC, 차량배출가스 규제, CNG야트트랙터, 항만건설분야는 수질오염, 공사시 소음, 준설토 투기 및 친환경항만건설로 분류하여 조사하였다.

1) 기후변화 대응을 위한 중기(3-5년) 정책

울산항의 녹색항만 구축을 위해 중기(3-5년)내 추진할 분야를 조사한 결과, 선박 대기오염 49명(68%), 하역 시 소음 및 진동 6명(8.3%), 교통공해 9명(12.5%), 수질 및 토양 5명(7%), 항만경관 3명(4.2%)로 조사되었다. 울산항의 항만이용자들은 선박대기오염을 가장 높게 조사되었고, 나머지 소음 및 진동 등에 대해서는 거의 같은 수준이고, 항만경관이 낮게 조사되었다.

[표 5-6] 기후변화에 대응하는 중기(3년) 정책 현황

기후변화 대응중기(3-5년) 정책	응답자	비율(%)
선박대기오염	49	68.0
하역시 소음 및 진동	6	8.3
교통공해	9	12.5
수질 및 토양	5	7.0
항만경관	3	4.2

2) 녹색항만 정책 추진 주체

울산항 녹색항만 법 및 제도 개선, 정책지원, 인력양성 등 녹색항만 정책 수행에 있어 정책 추진 주체를 조사한 결과, 울산광역시, 항만공사 합의체 34명(47.2%), 울산항만공사23명(32%), 국가(18%)로 응답하였다.

[표 5-7] 녹색항만 정책 추진 주체 현황

녹색항만 정책 추진 주체	응답자	비율(%)
국가(지방청 포함)	13	18.0
울산광역시	2	2.8
울산항만공사	23	32.0
지방청+시+공사 합의체	34	47.2
민간기업	0	0

3) 현 녹색항만 정책 중 우선 개선 사업 분야

현재 울산항에서 추진하고 있는 녹색항만 정책 8개 중 6개 축출하여 설문조사한 결과, 선박환경지수선박(ESI) 인센티브 및 신재생에너지 사업(태양광, 지열 등)에 높은 응답을 하였다.

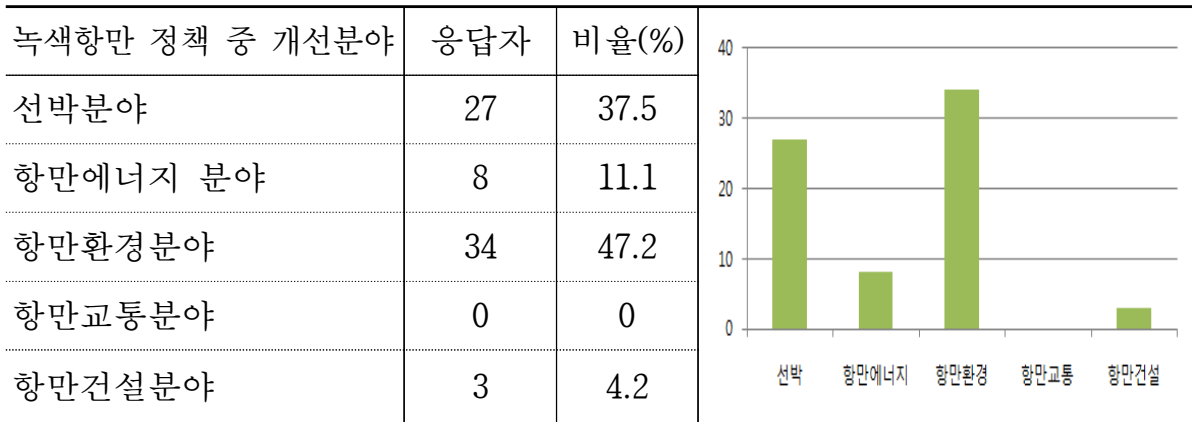
[표 5-8] 현 녹색항만 정책 중 우선 개선사업분야 현황

현 녹색항만 정책 중 우선 개선 사업 분야	응답자	비율(%)
선박환경지수선박(ESI)	32	44.5
육상전원장치(AMP)	4	5.6
신재생에너지 사업	21	29.1
고효율 LED	3	4.2
친환경 호퍼	8	11.0
3정 5S	4	5.6

4) 녹색항만 정책 중 개선분야

울산항 녹색항만 정책 중 향후 어떤 분야를 개선할 것인가에 대한 설문조사 결과, 선박분야가 27명(37.5%)와 항만환경분야 34명(47.2%)가 높게 설문조사가 나왔다.

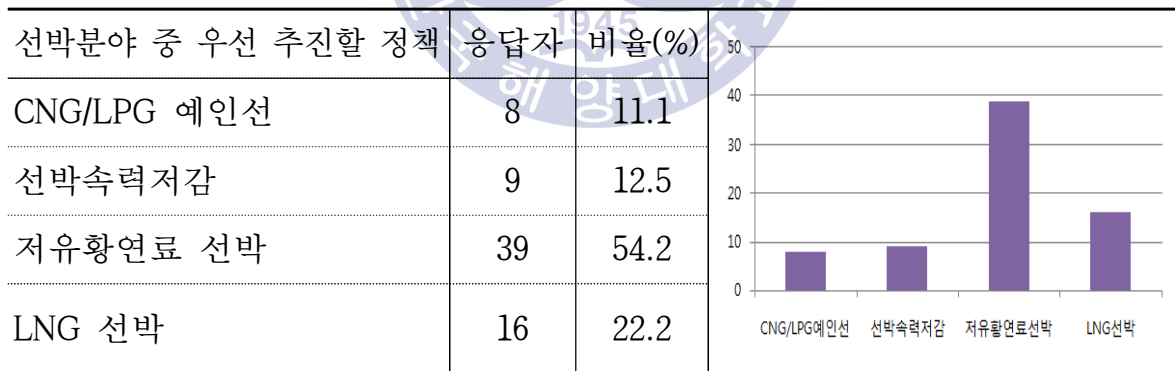
[표 5-9] 녹색항만 정책 중 개선분야 현황



5) 선박분야 중 우선 추진할 정책

위 4번 항목에서 선박분야 37.5%를 점하고 있어 울산항 녹색항만 정책을 추진하는 것이 타당한 것으로 나타나서 선박분야 중 4개 항목 중 우선 추진할 정책 항목은 저유황연료 선박에 대한 개선필요성이 설문조사 결과 나타났다.

[표 5-10] 선박분야 중 우선 추진할 정책 현황

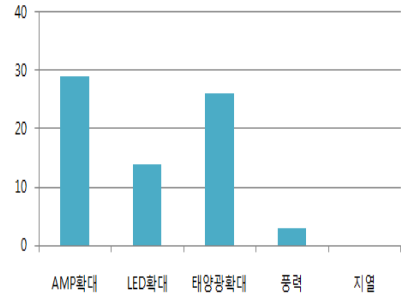


6) 항만에너지 분야 중 우선 추진할 정책

위 4번 항목에서 항만에너지분야 개선사항은 11.1%로 낮게 나왔지만 추가 및 보강할 사업이 무엇인가에 대한 설문조사에서 육상전기공급 장치 확대 29명 (40.3%)와 태양광 시설 확대가 26명(36.1%)로 조사되어 현재 추진사업을 두 사업에 대해 확대해야 할 것으로 응답되었다.

[표 5-11] 항만에너지 분야 중 우선 추진할 정책 현황

항만에너지 분야 중 우선 추진할 정책	응답자	비율(%)
AMP(육상전기공급) 확대	29	40.3
LED확대	14	19.4
태양광 시설 확대	26	36.1
풍력	3	4.2
지열	0	0

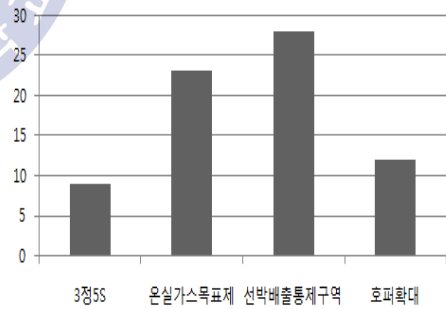


7) 항만환경 분야 중 우선 추진할 정책

위 4번 항목에서 항만환경분야 34명(47.2%)가 높게 응답했고, 3정 5S 등 4대 정책 중 우선 추진할 정책은 선박배출통제구역 지정 28명(38.9%)와 온실가스목표제 23명(31.9%)로 응답하여 향후 우선 추진해야할 것이다.

[표 5-12] 항만환경분야 중 우선 추진할 정책 현황

항만환경 분야 중 우선 추진할 정책	응답자	비율(%)
3정 5S 확대	9	12.5
온실가스 목표제	23	31.9
선박배출통제구역	28	38.9
친환경 호퍼 확대	12	16.7

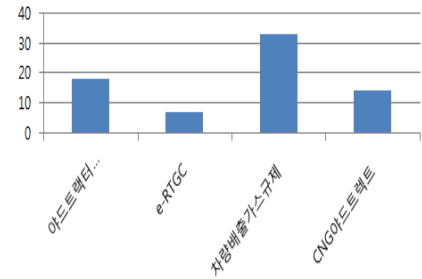


8) 컨 부두 항만교통분야 중 우선 추진할 정책

울산항내 컨테이너 부두는 정일컨부두 및 울산신항컨부두(UNCT) 2개 컨부두를 운영하고 있는데, 컨 부두에서의 항만교통분야 개선할 사항에 대해 설문조사한 결과, 차량배출가스 규제가 33명(45.8%)로 가장 높게 응답을 하였다.

[표 5-13] 컨테이너 부두 항만교통분야 중 우선 추진할 정책 현황

컨 부두 항만교통분야 중 우선 추진할 정책	응답자	비율(%)
야트트랙터 연료유 전환	18	25.0
e-RTGC	7	9.7
차량배출가스규제	33	45.8
CNG 야트트랙터	14	19.5

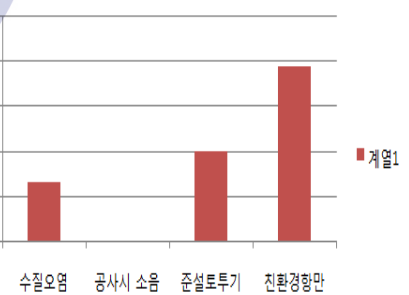


9) 건설분야 중 우선 추진할 정책

울산신항을 중심으로 동북아 오일허브사업, 울산신항 남방과제, 북항 3선석 개발 등 대규모 항만건설사업이 진행 중에 있다. 항만건설 분야 중 우선 추진할 정책 설문조사 결과, 친환경 항만 건설에 39명(54.2%)로 응답하여 건설 사업 시 친환경항만을 우선해야 할 필요가 있다.

[표 5-14] 항만건설분야 중 우선 추진할 정책 현황

건설분야 중 우선 추진할 정책	응답자	비율(%)
수질오염	13	18.0
공사 시 소음	0	0
준설토 투기	20	27.8
친환경항만 건설	39	54.2



4. 실증분석과 종합 시사점(문제점)

울산항 녹색항만 정책 인식도 설문조사 결과, 선박환경지수(ESI) 인센티브제도의 경우 응답자의 23.6%가 모른다고 응답하였고 육상전원장치(AMP)는 응답자의 33.3%가 잘 모르고 있는 것으로 응답을 했다. 울산항 이용 고객들의 반응은 자기 회사 업종과 관련해서는 잘 알고 있지만 다른 분야에 대해서는 잘 모르는 것으로 나타났다.

이는 선박환경지수 인센티브제와 육상전원장치는 선사와 대리점은 잘 알지만 하역사나 컨테이너관련 회사들은 잘 모르고 있는 것으로 분석되었다. 여기서 시사하는 점은 녹색항만정책의 적극적 홍보가 필요한 것 같다.

만족도 조사 결과, 선박환경지수 인센티브 제도, 미세먼지 측정기 운영, 육상전원장치, 친환경호퍼 운영에 대한 만족하지 못한 것으로 응답되었다. 선박환경지수 인센티브의 경우 대형선 위주로 운영되기 때문에 이용자들이 잘 모르고 만족하지 않는 것 같고, 미세먼지 측정기 운영은 올해부터 본항에 설치하여 내부적으로만 이용하다 보니 만족도 다소 떨어진 것 같다.

육상전원장치와 친환경호퍼의 경우 특정한 분야, 즉 예선업, 하역업체만 이용하다 보니 만족도가 낮게 나온 것으로 분석된다. 여기서 시사하는 점은 선박환경지수(ESI) 선박을 중형선으로 확대할 수 있도록 선사에게 기준을 알려줘야 하고, 미세먼지측정기 운영 결과 자료 공표 및 공유, 육상전원장치의 경우 전기료 협상, 시설 구축, 선박개조 등 적극적 대응책을 마련해야 할 것으로 본다.

친환경호퍼의 경우 막대한 예산을 투자하여 구축한 결과 기계의 여러 모순으로 운영에 불만을 느끼고 있어 조속히 항만공사에서 적극 해결책을 마련할 필요가 있다.

마지막으로 개선도 조사결과, 기후변화 대응을 위한 중기(3년)정책은 선박속력저감, 저유황연료선박, LNG선박, 예선 연료유 전환 등 선박 대기오염에 대한 정책을 국제기준에 맞춰 중기목표를 설정하여 대책을 마련하여 추진해야 한 것으로 분석되었다.

울산항의 녹색항만 정책할 추진주체는 항만공사를 포함하여 국가, 시로 구성된 합의체에서 주도적으로 추진해야 할 것으로 나왔다. 현재 추진 중인 녹색항만 정책 개선해야 할 분야는 선박환경지수 인센티브 개선방안과 태양광시설을 확장을 구상해야 할 것으로 분석된다.

향후 미래의 녹색항만 정책에 대해서는 선박분야와 항만환경분야로 저유황연료 선박이나 선박배출통제구역, 온실가스 목표제에 높은 관심을 보여 향후 대응책을 마련하여 시행해야 할 것으로 본다.

울산항 컨테이너 부두내에서 항만교통분야는 차량배출가스 규제를 우선 순위로, 야드트랙터 연료유 전환을 차순위로 개선사항으로 지적하였는데 이는 규제 관련 법 정비 필요와 연료유 전환시 예산 지원 등 후속조치가 필요하다.

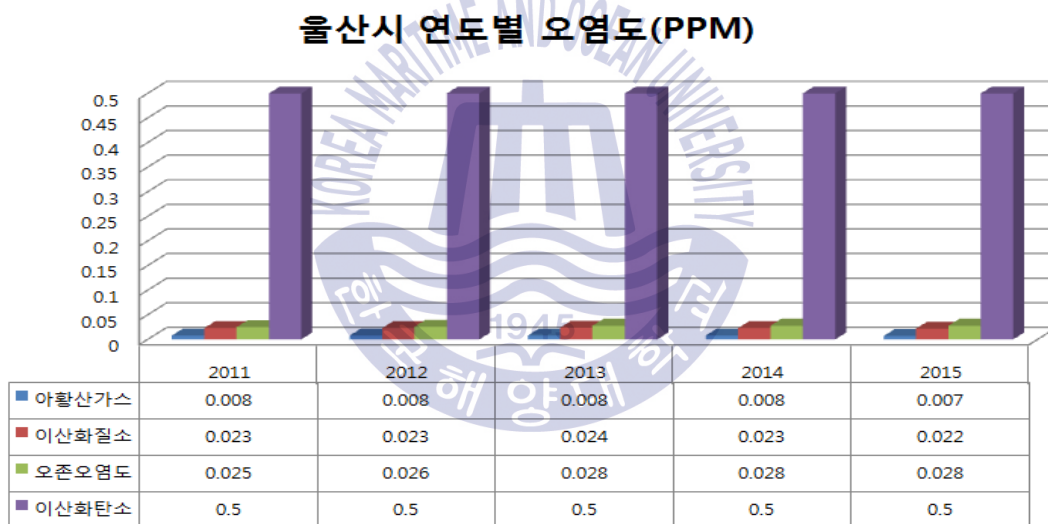
항만건설분야 중 준설토 투기와 친환경항만 건설을 우선 개선할 사항으로 조사되었는데 향후 준설토 처리 대책, 장생포 친환경 항만 조성과 연계하여 추진해야 할 것으로 본다.



제6장 울산항 녹색항만 전략 재정립

제1절 녹색항만 중장기 로드맵 재수립

울산시 2016년 환경백서 자료에 의하면 최근 5년간 아황산가스 0.008ppm 수준, 이산화질소 0.023ppm수준, 오존오염도 0.027ppm수준, 이산화탄소 0.5ppm수준으로 [그림 6-1]와 같다.



자료 : 보건환경연구원 재구성

[그림 6-1] 울산광역시 연도별 오염도

울산항은 연간 약 5만 척의 선박이 입출항하여 약 190백톤의 화물하며, 이 중 액체화물이 약 80%가 액체류, 일반화물 20%를 처리하고 있다. 2013년 울산항녹색항만 구축 종합계획 용역결과, 2012년 항내 발생하는 이산화탄소의 배출량은 239,513톤으로 주로 선박 64.9%와 하역 20.4%과정에서 발생하였고, 2020년에는 305,771톤, 2025년에는 323,852톤으로 추정되고 있다.

울산광역시 대기환경 지표와 울산항의 지표를 바탕으로 항만공사에서는 온실가스 저감을 위해 국가 목표인 2020년 항만배출전망치의 BAU대비 CO₂ 30% 감축을 해야 한다. 또한, 울산항 녹색항만 개선방향을 설정하기 위해 중기(3-5년) 설문조사에서도 선박대기오염을 최고 높게 설문에 응답을 했다.

따라서 항만공사는 2013년 용역 후 개별적으로 단기 및 중기 목표를 설정하여 운영했지만 향후 중장기(3-5년) 목표를 설정하여 녹색항만정책을 새롭게 개선하여 추진해야 한다.

이를 위해 항만공사는 2016년 중장기 경영목표를 설정 시 “사회적 가치를 추구하는 경쟁력 있는 에코 스마트 항만” 비전을 설정하였고, 3대 전략과제로는 저탄소 녹색항만조성, 안전항만구축, 항만 스마트화 준비체계 구축으로 정했다. 이에 세부과제는 신기후체제 대응역량제고, 클린항만조성, 지능형 항만운영역량 강화, 지능형 항만구축계획 수립 등 7개를 선정하였다.

지금까지 태양광 시설, 고효율 LED, 육상전기인입시설, 친환경호퍼 등 다양한 정책을 시행하여 왔지만 효과는 미미한 실정이다. 따라서 울산항만공사 3대 전략과제를 실현하기 위해서는 선박대기오염 문제 해결에 중심을 정하고 다른 녹색항만 정책을 시행해야 할 것으로 보인다.

이에 대한 해외 및 타 항만을 자료를 살펴 본 바 같이 울산항의 저탄소 녹색항만정책으로는 대형선이 이용할 수 있는 육상전원장치 확대, 민간시설의 현대화 장비 도입 지원, 태양광 시설 확대, 신규 항만배후단지 고효율 에너지 기구 전환, 컨테이너 터미널 RTGC 전기전환, 항만 내 외부운송수단 탄소배출 규제 강화, 하이브리드 예인선, CNG 야드트랙터, 선박배기가스 배출 처리 시스템 등 도입 및 확대가 필요하다.

울산항의 녹색항만 중장기 실행을 높이기 위해서는 국가(해양수산부)에서 항만별 녹색항만정책 사업별 단위 목표를 설정해야 한다. 또한 지구촌의 온실가스 저감을 위해서는 울산시의 육상오염원 관리는 광역시에서, 해상오염은 울산항을 관리하는 지방청과 항만공사 연대하여 각종 녹색항만 정책을 수립하여 적극적인 진행이 요구된다.

제2절 울산항 녹색항만 전략사업

1. 온실가스·에너지 목표관리제 도입

우리나라는 2015년 6월에 2030년 온실가스 감축목표를 달성하는데 있어 예상되는 온실가스 발생량(BAU) 37% 감축하는 것으로 목표를 설정하고 유엔기후변화협약사무국에 자발적 감축 기여 방안을 제출하였다.

이에 ‘저탄소녹색성장 기본법’에 따라 국가 온실가스·에너지 감축목표 중 연안 해운 분야는 2020년까지 배출전망치 대비 약 5.6%인 18만 1,000톤을 감축해야 한다. 2014년부터 연안해운 감축 목표달성을 위해 해운법 제3조 및 제23조에 따른 국내항 간 여객·화물 해상운송사업자가 보유한 선박으로부터 연간 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 총합이 아래의 [표 6-1]의 기준 이상인 쌍용해운, 씨월드고속훼리의 2개 업체를 온실가스 목표관리제 관리업체로 지정했다.

[표 6-1] 온실가스·에너지 목표관리제 대상 업체 기준

구분	온실가스배출량 (kilotonnes CO ₂)		에너지 소비량 (Terajoules)*	
	업체	사업장	업체	사업장
2014. 1. 1부터	50 이상	15 이상	200 이상	80 이상

* TJ(테라줄): 23.88 TOE(Ton of Oil Equivalent, 원유 1톤에 해당하는 열량)

자료: 해운법 제3조 및 제23조

정부와 관련기관의 주도로 ‘온실가스 배출량 및 에너지 소비량 검증방안 연구’를 추진하는 등 온실가스 목표관리제 시범사업을 하고 있으며, 온실가스 목표관리제 수행을 위해 관리업체를 추가 지정하여 ‘연안해운 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 일제조사’를 실시계획을 수립하고 추진 중이다.

온실가스 목표관리제의 기업별 감축 목표치는 해당 기업의 3년간 온실가스 배출 실적, 생산 증가 예상치 및 온실가스 감축 계수 등을 고려하여 결정한다.

해당업체는 결정된 감축량에 대해 연말까지 목표 달성을 위한 구체적 이행계획을 만들고 매년 이행 결과를 정부에 보고해야 한다. 45)

지난 2013년 울산항 녹색항만 구축 종합계획수립 시 전문가 및 항만관계자들의 설문시 제시된 2005년 대비 2020년 목표치는 탄소배출량의 경우 30%감축, 분진은 60% 감축, 질산화물 40% 감축, 황산화물 60% 감축, 소음 15% 감축을 제시된 바 있다.

이를 위해 항만공사에서는 2030년 온실가스 발생량(BAU) 37% 감축하기 위해 항만온실가스 통합관리시스템을 구축할 필요가 있다. 항만 온실가스 배출 인벤토리의 구축과 지속적인 배출량 관리를 위한 시스템구축을 해야 한다.

2. CNG/LNG 항만예인선(TUG-BOAT) 도입

2016년 3월 현재 울산항내 예인선은 7개사 44척이 선박입출항시 예선업무를 지원하고 있지만 대부분 디젤엔진가동으로 각종 오염원을 배출하고 있다. 이는 울산항의 온실가스 배출량의 16.5%를 차지하고 있다.

2030년까지 BAU대비 37% 감축을 위해서는 예인 선박 연료유를 경질유에서 CNG/LNG로 전환하여 운영할 필요가 있다. 문제는 전환 비용이 척당 20억원, 전체 880억으로 민간(자가), 국가, 항만공사, 지자체 등 협의체를 구성하여 문제 해결방안을 모색할 필요가 있다. LNG로 전환했을 때 기대효과는 ‘이산화탄소 27% 감소, 질산화물 51% 감소 등으로 나타날 것이다’ 라고 2013년 울산항 녹색항만 용역에서 밝힌 바 있다.

3. 육상전원장치(AMP) 확대

항만에너지 분야 중 우선 추진할 정책 설문조사에서 육상전기공급 장치 확대가 40.3%로 높게 조사되었다. 선박 접안시 보조엔진 전원을 전기로 전환하게 되면 울산항의 이산화탄소 36% 감소, 질산화물 99.6%감소, 황산화물 99.9% 감소 등 효과가 있는 것으로 용역결과 밝혀졌다.

45)최상희, 김우선, 하태영, 이주호, “녹색기술 기반의 미래 항만 개발전략과 효과분석”, 한국해양수산개발원, 2011, pp.202-203

현재 울산항 육상전원장치는 예선부두(매암부두, 남화부두)에 예인 선박과 용연부두내 대형선박에 전기를 공급하고 있다. 항만내 각종 오염원을 줄이기 위해서는 대형선박까지 확대하여 운영해야 하는데 선석당 약 10억 원의 시설전환비용과 선박 개조비용이 들 것으로 추정된다. 이 문제를 해결하기 위해서는 민간시설의 경우 보조금 지원, 항만공사의 예산확보, 사용전력량에 대한 국가 지원 등 여러 가지 해결할 사항이 많아 국가의 적극적인 의지가 필요하다.

따라서 항만내 온실가스를 줄이기 위해 항만공사에서는 육상전원장치를 확대차원에서 2016년 울산본항 1-2부두내에 약 8억을 투자하여 육상전원장치 전기인입선 공사를 시작하였다.

4. CNG 야드트랙터(Y/T) 도입

항만에서 디젤로 구동되는 야드트랙터는 안벽에서 장치장까지 컨테이너 이송하는 장치로 싼 경유를 사용함에 따라 이산화탄소, 질산화물 등 발생의 영향으로 대기질 오염을 일으키고 있다. 2013년 용역서에 의하면 야드트랙터의 연료유를 경유에서 CNG연료유로 전환하면 이산화탄소 24.3% 감소, 대기오염 93% 감소로 추정하였다.

울산항은 울산신항 컨테이너 터미널에 야드트랙터 18기(6.8톤 12대, 7톤 6대)를 운영하고 있고 전환하는 비용은 대당 5천만원이고 총 9억원의 전환비용이 든다. 향후 항만공사에서 온실가스 배출량을 감축하기 위해서는 현대화 장비이자 지원금을 통해 친환경 연료유로 전환시킬 필요가 있다.

5. e-RTGC(Rubber Tired Gantry Crane)

컨테이너 터미널내 장치장에서 운행되는 RTGC는 컨테이너 장치를 위한 시설로 경유를 주로 사용하고 있다. 그러나 각종 국제협약 및 자국의 녹색항만 정책에 맞춰 e-RTGC로 전환하도록 하고 있는 실정이다. 디젤엔진에서 전기를 이용하여 운영하는 방식으로 전환하면 항만내 이산화탄소 73%절감, 대기오염 93%를 절감할 수 있는 효과가 있다.

울산항내 정일컨테이너 터미널에 3대, 울산신항 컨테이너터미널에 11기 운용

하고 있고, 교체 비용은 대당 3.7억원이 소요되는 것으로 용역서에서 추정했다.

컨테이너 부두 항만교통분야 중 우선 추진할 정책 설문조사에서 9.7%로 낮게 나왔지만 장기적 관점에서 추진해야 할 사업으로 추정된다. 울산항내 RTGC 전환사업은 전기 시설은 민간회사(컨테이너 운영사)가, 시설교체비는 국가 및 항만공사에서 재정적 지원을 해야 실질적인 교체할 수 있다.

6. 자발적 선박속력 저감 인센티브 도입

항계 및 항계인근 연안에서 항해하는 선박의 속력을 감소시켜 항해선박에 기인한 배출가스인 이산화탄소, 질산화물, 황산화물, 미세분진 등을 저감을 유도하기 위해 인센티브를 도입하는 방안이다.

울산항의 경우 도선점(PS)을 중심으로 20마일 해역에서부터 입출항 선박의 종류에 따라 12노트 이하로 운항하는 선박에 대하여 선박입항료의 몇 %를 감면시켜주는 것이다. 대상 선박별로 G1(컨테이너 선박, 자동차운반선), G2(기타 선박)으로 분류하고, G1 선박은 12노트이하로, G2 선박은 10노트이하로 운항한다는 가정 하에 G1 선박은 평균 연료소모량의 15%절감과 577톤 이산화탄소 저감 효과와 G2 선박은 연료소모량의 20% 절감과 1828톤 이산화탄소 저감하는 효과가 있다라고 용역서에 밝혔다.

자발적 선박속력을 저감하는 방법에는 선사의 자율성과 국가 등 강제성이 있는 공사에서는 후자인 강제성을 기준으로 항만법 개정, 항만시설사용료 개정 등 규제와 인센티브를 통해 개선방안을 마련해야 한다.

7. 선박배출통제구역(ECA, Emission Control Area) 도입

해양대기환경 보전, 오염물질 저감 및 온실가스 감축목적으로 “선박으로부터의 대기오염방지를 위한 규칙(MARPOL ANNEX VI)”을 운영하고 있으며, 본 협약은 선박배출가스의 황산화물, 질소산화물 등을 규제하여 선박배출통제구역(ECA)을 확대하고 있고, 국제수역에서 항해하는 모든 선박은 2005년 5월 19일부터 선박에서 배출되는 대기오염물질에 대한 규제를 받게 되었다.

선박배출통제구역을 지정 방법은 3가지 방법으로 첫째, IMO에서 정한 ECA

지정기준과 절차에 따라 진행하는 방법으로 서유럽 방식이다. 둘째, 정부 또는 지자체에서 개별적으로 ECA를 추진하는 방법으로 현재 중국의 방식이다. 셋째, 인근 해역에서 다른 나라와 공동으로 ECA 지정을 추진할 경우 당사국이 서로 협력해서 공동 제안을 하는 방법이다.

IMO의 MEPC에 ECA 지정 신청에 필요한 자료와 MARPOL 부속서 VI의 부록 III에 의거 ECA 지정을 위한 절차와 기준에 맞춰 정해진 절차에 따라 신청을 해야 한다. ECA 지정을 신청하면 IMO에서 규정을 신청서류를 검토하고, 해당 지역에 대한 설명을 포함하여 선박에서 배출되는 대기오염물질에 대한 규제가 필요하다는 것을 스스로 증명해야 하고, ECA 지정으로 인해 발생하는 비용과 편익에 대한 자료도 제시해야 한다.

ECA 지정을 위해서는 선박배출 대기오염물질의 실태를 파악하고, 외항선과 내항선, 상선과 어선, 선박의 용도와 관계없이 전체가 대상이다. 그리고 선박이 운항 중일 때와 항만에 정박 중일 때를 구분하고 연료 종류별로 배출물질을 파악해야 한다.

현재 우리나라 항만도시 전체를 대상으로 모든 선박에서 배출하는 대기오염 물질을 조사한 보고서가 없고, 항만도시의 대기환경과 대기질에 대한 공식보고서도 발표된 사례가 없는 상태이다. 해양환경기본계획인 환경관리해역 기본계획 및 해역별 관리계획수립 연구에서도 선박 배출 대기오염물질에 대한 관리방안은 없다. 46)

유럽, 미국, 중국항만 등에서 실시하고 있는 이 제도를 울산항에 적용하기 위해서는 해양수산부에서 기본 지침을 국내항만에 시행지침을 마련하여야 한다. 울산항만공사는 정부의 강력한 의지에 의거 전략과제로 선정하여 선박배출통제 구역을 지정하여 정박하는 모든 선박에 대해 황 함유량 0.5%이하의 연료유만 사용하도록 시행할 필요가 있다.

46)이호춘, 황진희, 박한선, 류희영, “우리나라 선박 배출 대기오염물질의 체계적 관리방안”, 한국해양수산개발원, 기본연구2019-9, 2016.12, pp92-94

제 7 장 결 론

제1절 연구결과 및 시사점

인간은 자연과 더불어 행복하게 살 권리가 있다. 그러나 산업화, 정보화, 4차 혁명시대를 걸치면서 환경오염이라는 무서운 적이 인간의 삶을 심각한 수준으로 훼손하고 있는 것이 오늘의 현실이다. 환경오염에 대한 세계인의 인식이 1992년 리우 기후변화협약에서 출발하여 2015년 파리기후변화협약까지 수많은 정책이 나왔고, 이에 국내 정치 및 행정학회에서도 인간의 삶을 더 풍요롭게 만들기 위해 녹색환경정책을 지속적으로 추진하고 있다.

본 논문에서는 항만 오염원을 저감하려는 국제기준, 국내기준 및 항만정책을 분석하여 현재 울산항에서 추진하는 녹색항만 정책, 즉 환경선박지수 인센티브, 육상전원장치, 태양광시설, LED 전기시설, 친환경호퍼, 3정 5S 등에 대한 확대 여부를 연구하였다.

녹색항만 연구결과 울산항만공사가 울산항 녹색항만 중장기 목표를 수립하여 시행하고 있지만, 2020년까지 온실가스감축 목표인 BAU대비 30% 목표에 대한 세부적 실행계획이 미약하다. 이를 위해서는 각 정책별 목표설정이 중요하다.

본 논문에서는 2020년까지 온실가스감축 목표인 BAU대비 30%를 목표로 녹색항만 중장기계획 수립, 온실가스·에너지 목표관리제 도입, CNG/LNG 예선도입, 대형선 위주의 육상전원장치 확대, CNG야드트랙터, e-RTGC, 자발적 선박속력 저감 인센티브 제도 등을 재검토하여 울산항만공사 녹색항만 정책에 도움을 줄 것으로 확신한다.

울산항 녹색항만정책을 확대 및 개편하여 시행한다면, 첫째로 이산화탄소, 질소산화물, 황산화물, 미세먼지 등 대기환경 유해물질이 저감되어 항만환경이 크게 개선될 것이다. 둘째, 울산항 녹색항만 단기정책보다 중장기 정책을 통해 온

실가스감축 목표인 BAU대비 37%를 달성할 것이다. 셋째, 울산항 업계의 설문
을 반영하여 추진하기 때문에 고객들의 만족도에도 크게 영향을 미칠 것이다.

본 연구는 녹색항만에 대한 종합적 분석한 자료를 가지고 향후 울산항만공사
에서 추진해야할 울산항 녹색항만 중장기 로드맵으로 시사하는 바가 크다. 이
를 위해 항만공사에서는 해양수산부(울산지방해양수산청), 울산광역시, 항만업
단체 및 환경단체 등 지역 거버너스를 구성하여 앞으로 닥쳐올 미래 환경문제
에 대해 정책적으로 추진할 사항들을 만들어 가야 한다.

이를 위해 거버너스에 취합된 의견을 항만공사 내부에서는 녹색항만 제도 및
시설 개선에 대한 장단점을 꼼꼼히 따져 실행가능한 것부터 점진적으로 추진해
야 할 것이다.

또한, 실질적으로 90년대부터 추진한 녹색항만에 대한 정책들이 일관성을 가
지고 추진될 수 있도록 정부의 의지 및 항만관리주체들의 실행력의 힘이 매우
중요하다. 이를 위해 정부에서는 지속적인 녹색항만 정책 추진을 위해 각 항만
별 녹색항만의 지표를 설정하여 경영평가에 반영한다면 환경오염원을 더 줄일
수 있을 것이다.

울산항 녹색항만 개선연구를 통해 울산항의 환경오염원에 대해 세밀히 분석
하였다. 항만의 환경오염을 개선하기 위해 울산항 녹색항만 중장기 로드맵을
가지고 온실가스 및 에너지 목표관리제 도입, LNG 예인선도입, 육상전원장치
확대, CNG야드트랙터 도입, 자발적 선박속력 저감 인센티브 등 실행방안을 제
시하였다.

항만별 녹색항만의 실행력은 항만주체들의 의지력에 달려있다. 국가정책 뿐
만 아니라 국제기준에 맞는 정책을 가지고 세부적으로 계획을 수립한다면 항만
오염원이 획기적으로 개선될 것이다.

세계 신재생에너지 시장은 빠르게 확대될 것으로 예상됨에 따라 석탄, 석유
등 화석연료에서 태양열, 지열, 풍력 등 신재생에너지 산업으로 변경 추세에 맞
춰 울산항도 미래의 신재생에너지 산업을 어떻게 지원하고, 항만에 적용할 것
인가도 준비하고 고민해야 한다. 울산항은 태양열 발전설비 등 극히 미미하게

운영하고 있지만 향후 청정항만을 조성하기 위해서는 자연친화적인 신재생에너지를 사용하여 아름다운 그린항만을 조성되도록 노력할 필요가 있다.

제2절 연구의 한계 및 향후 연구 방안

본 연구의 설문조사 대상을 울산항 녹색항만 현 정책과 미래에 추구해야 할 정책에 대해 실질성을 확보하기 위해 항만이용자만을 대상으로 개선도를 조사하였다. 자칫 항만이용자만의 설문조사로 녹색정책의 오류에 빠질 수도 있기 때문에 향후 학계, 연구소의 전문가와 국가 등 정책집행자들의 포괄적인 범위를 확대하여 조사할 필요가 있다.

설문조사에서 녹색항만 정책에 대한 연령별, 직위별로 인식도, 만족도 및 개선도의 차이가 있는데 연령-인식-만족-개선과 직위-인식-만족-개선을 연결하여 체계적인 연구를 하지 못해 향후 한계점을 개선 보완하여 심층적인 연구 더 필요하다. 또한 항만 내 녹색정책에 대한 항만운영측면만 강조하다 보니 항만물류분야의 연구가 부족한 점이 있어 물류분야로 확대하여 조사 분석해야 할 것이다.

본 연구에서 가장 심각하게 고민한 것은 전문학적인 예산 확보와 적절한 인센티브 지원을 어떻게 해야 할 것인지이다. 녹색항만에 대한 국가예산, 항만공사별 예산, 민간예산 등 통합적인 체계 마련을 시급히 개선되어야 한다.

국가에서 일괄적으로 항만 오염원별 체계적인 조사를 통해 오염원별 감축목표를 할당하여 배분하고, 이에 항만별로 실행을 위해 목표설정, 전략 및 세부과제를 사업별로 설정하여 실천하도록 명령하는 것이 최우선의 정책이 아닐까 생각한다.

본 논문에서 더 확장해야 할 것은 국내 개별 항만들이 녹색항만 정책 인센티브 예산 집행하는데 기준을 설정해야 한다. 이를 위해 항만범위를 명확하게 개념화하여 그 범위내의 화물별 성과지표를 도출하여 선박환경지수 선박처럼 지수를 개발하여 인센티브를 집행하는 연구를 해 보는 것도 의미가 있을 것 같다.

참 고 문 헌

- 울산광역시, 2016. 2016 환경백서 : 울산광역시
- 울산항만공사, 2013. 울산항 그린포트 추진전략 수립용역 : 울산항만공사
- 여수광양항만공사, 2014. 광양항 그린포트 추진실적
- 강미주, 2012. 왜 녹색해운인가?-환경선박지수(ESI)시행 현황과 영향, 2012, 해양한국 10월호
- 강정화, 2016. 2016년 세계 신재생에너지 산업전망 및 이슈, 한국수출입은행, 학술지 논문
- 최상희, 김우선, 하태영, 이주호, 2011. 녹색기술 기반의 미래항만 개발전략과 효과분석, 한국해양수산개발원
- 전형진, 이주호, 김우선, 김찬호, 2010. 저탄소 녹색성장을 위한 국가수송체계 개편방안 연구, 한국해양수산개발원
- 김성국, 박명섭, 2016. 신기후체제의 출범과 중국 항만의 온실가스 규제에 관한 연구, 한국항만경제학회
- 육근형, 김대경, 2016. 신기후변화체제(Post-2020)대두에 따른 해양수산분야 저감부분 이슈와 대응방향, 한국해양수산개발원 NO.08
- 정준식, 2011. 도심인접 수출입항의 그린포트구축 전략과 개발우선순위에 관한연구, 관세학회지 12권, pp.224-225
- 방희석, 강동준, 박재현, 2009. 친환경 항만접근과 과제에 관한 기초연구, 전자무역연구 제7권 제4호, pp.193-194
- 한철환, 2011. 대기오염 저감을 통한 인천항 Green Port전략, 한국항만경제학회지 제27집 제1호, 한국항만경제학회, pp.291-292.
- 임종섭, 2010. 항만환경 규제에 따른 Green Port구축방안, 한국항만경제학회지 제26집 제2호, pp.107-108
- 박진일, 2013. 그린포트를 통한 녹색물류 구축효과에 관한 연구, 동의대학교 대학원 경영학석사논문, p.11
- 방희석, 임종섭, 2010. UN기후협약에 따른 친환경 항만정책 제언에 관한 연구, 무역연구 제6권 제2호, pp.258-259

최석범, 남정우, 2011. 일본의 친환경 항만정책과 시사점, 한국항만경제학회지 제27집 제3호, pp.338-340

방희석, 강동준, 박재현. 2009. 친환경 항만접근과 과제에 관한 기초연구, 전자무역연구 제7권 제4호, p.203

김성국, 박명섭, 2016. 신기후체제의 출범과 중국항만의 온실가스 규제에 관한 연구, 한국항만경제학회 제32권 제2호, pp.75-76

김태균, 김환성, 2014. 우리나라 항만특성에 맞는 그린포트정책 수립에 관한 연구, 한국항해항만학회지 제38권 제5호, p555

변지은, 2014. 로테르담과 부산항의 그린포트에 관한 비교연구, 성균관대학교 석사학위논문, pp56-59

김봉진, 2013. 항만 대기오염 저감을 위한 육상전원설비의 필요성 연구, 한양대학교 공학대학원 석사학위논문, p.71

이종필, 2012. 넓은 동작범위에서 고효율을 가지는 대용량 계통연계형 태양광 발전용 PSC에 관한 연구, 고려대학교 대학원 박사학위 청구 논문, p.11

안종구, 2012. 옥외 저탄장에서 발생하는 석탄분진의 효율적인 저감방안 연구. 성균관대학교 대학원 석사청구논문, 2012, pp.6-10

이호춘, 황진희, 박한선, 류희영, 2016. 우리나라 선박 배출 대기오염물질의 체계적 관리방안. 한국해양수산개발원, pp92-94

D. Davis John, Scott MacKnight, IMO staff and others, 1990. Environment Considerations for Port and Harbor Development, World Bank Technical Paper, No.126, p.9

일본 総合物流施策推進会議, 2009. 総合物流施策推進プログラム, pp.2-4

일본 経済産業省, 2005. 今後推進すべき具体的な物流施策, 総合物流施策推進委員会, pp.9-10.21

국토해양부, 2009. 녹색성장, 기후변화 대비 Green Port 추진, 보도자료

국제신문, 2017. 부산항 모든 하역장비 친환경으로 전환, 국제신문 보도자료

부 록

<설문지>

울산항 녹색항만 정책 재정립을 위한 개선방안 연구

안녕하십니까?

저는 한국해양대학교 해양금융물류대학원에서 ‘울산항 녹색항만 정책 재정립을 위한 개선방안 연구’를 진행 중에 있습니다.

여러 가지로 바쁘실텐데 설문조사를 위해 소중한 시간을 내주시어 감사드립니다. 항만이용자들에 좋은 의견을 들어 울산항에서 실효성 있는 녹색항만을 구축하여 진행하고자 합니다.

귀하께서 응답해 주신 내용은 통계법 제33조 및 제39조에 의거 비밀이 보장되며, 답변내용과 분석결과는 연구과제를 위한 목적 이외의 용도로 사용하지 않습니다.

설문에 대한 문의사항은 아래 연락처로 문의하여 주시기 바랍니다.

한국해양대학교 해양금융물류대학원 해양항만물류학과

지도교수 : 김환성

연구자 : 신광철

설문지 반송 및 문의처

전화 : 010-8810-3589/팩스 052-228-5489/이메일 uriduri2@upa.or.kr

주소 : (우)44780 /울산광역시 남구 장생포고래로 271 11층 감사팀

I. 일반사항

1. 귀하의 연령대는 어떻게 되십니까?

- 1) 20-29세 2) 30-39세 3) 40-49세 4) 50-59세 5) 60세 이상

2. 귀하께서 현 직책은 무엇인가요?

- 1) 임원 2) 실장 및 부장 3) 차장 4) 과장 5) 사원

3. 귀하께서 관련분야에 근무한지 얼마나 되십니까?

- 1) 5년 미만 2) 5-10년 3) 11-20년 4) 21-30년 5) 31년이상

4. 귀하는 한 달에 몇 번 울산항을 이용하고 있으십니까?

- 1) 1회 이내 2) 2-3회 3) 4-5회 4) 6회 5) 7회 이상

<참고자료>

울산항만공사에서 추진하는 녹색항만 정책

- 선박환경지수 선박 인센티브 : 선박 배출가스를 수치화하여 31점 이상 선박에 대해 입출항료 10%를 감면해주는 인센티브
- 육상전원장치(AMP) : 예선부두, 용연부두에 설치
- 태양광설비 : 부두운영건물, 사옥 및 경비본부 / · LED : 울산항 및 배후
- 친환경호퍼 : 본항 6대 / · 미세먼지측정기 : 본항, 염포부두, 용연부두
- 3정(정품, 정위치, 정량) 5S(정리, 정돈, 청소, 청결, 습관화)

II. 녹색항만 정책 인지도 조사

설문항목	매우 모름 ⇔ 매우 잘 앎				
	1	2	3	4	5
1. 울산항 녹색항만(그린포트) 정책					
2. 선박환경지수(ESI) 인센티브제도					
3. 항만내 대기오염 미세먼지 측정기 운영					
4. 울산항 육상전원장치(AMP)					
5. 신재생에너지(태양광시설)					
6. 울산항내 LED 전기시설					
7. 친환경호퍼					
8. 3정 5s					

1) 매우 모름 2) 모름 3) 보통 4) 알고 있음 5) 매우 잘 알고 있음

III. 녹색항만 정책 만족도 조사

설문항목	매우 불만족 ⇔ 매우 만족				
	1	2	3	4	5
1. 울산항 녹색항만(그린포트) 정책					
2. 선박환경지수(ESI) 인센티브제도					
3. 항만내 대기오염 미세먼지 측정기 운영					
4. 울산항 육상전원장치(AMP)					
5. 신재생에너지(태양광시설)					
6. 울산항내 LED 전기시설					
7. 친환경호퍼					
8. 3정 5s					

1) 매우 불만 2) 불만 3) 보통 4) 만족 5) 매우 만족

IV. 녹색항만 정책 개선도 조사

1. 기후변화에 대응을 위하여 중기(3-5년 이내)에 추진해야 할 정책은?
 - 1) 선박 대기오염 2) 하역 시 소음 및 진동 3) 교통공해
 - 4) 수질 및 토양 5) 항만경관
2. 녹색항만을 위해 주도적으로 추진할 기관은 ?
 - 1) 국가(울산지방해양항만청) 2) 울산광역시 3) 공기업(울산항만공사)
 - 4)지방청+시+공사 합의체 5) 민간기업
3. 현 녹색항만 정책 중 가장 시급하게 개선할 사업 분야는?
 - 1) 선박환경지수선박 2) 육상전원장치(AMP) 3) 신재생에너지 사업
 - 4) 고효율 LED 5) 친환경호퍼 6) 3정5S
4. 녹색항만 정책 중 향후 어떤 분야를 개선해야 하는가?
 - 1) 선박분야 2) 항만에너지분야 3) 항만환경분야
 - 4) 항만교통분야 5) 항만건설분야
5. 선박분야 중 우선 추진해야 할 녹색항만 정책은?
 - 1) CNG/LPG 예인선 2)선박속력 저감 3)저유황연료 선박 4) LNG선박
6. 항만에너지분야 중 우선 추진해야 할 녹색항만 정책은?
 - 1) AMP 확대 2) LED 확대 3)태양광 확대 4) 풍력 5) 지열
7. 항만환경분야 중 우선 추진해야 할 녹색항만 정책은?
 - 1) 3정 5S 확대 2) 온실가스목표제 3) 선박배출통제구역 4) 호퍼확대
8. 항만교통분야 중 우선 추진해야 할 녹색항만 정책은?
 - 1) 야드트랙터 연료류 전환 2)e-RTGC 3) 노후트럭교체 4)트레일러 배출규제
9. 건설사업분야 중 우선 추진해야 할 녹색항만 정책은?
 - 1) 수질오염 2) 공사시 소음 3) 준설토 투기 4) 친환경항만건설