Journal of Korea Port Economic Association
Vol.35 No.4, 2019, pp.187-206.

울산항의 녹색물류체계 구축 방안

조진행*

Alternatives for Establishing Green Logistics System in Ulsan Port

Jo, Jin-Haeng

Abstract

After reviewing the concept and previous studies related to green ports, this study analyzes the implications of green port policy of advanced ports in foreign countries and analyzes problems in terms of environmentally-friendly green port policy for Ulsan port, and to present sustainable green logistics establishment measures. The literature survey and Benchmarking methods are adopted as research methodology and the results are as follows.

First, the pan-government climate change response management system, legislation of relevant laws, implementation of fiscal support policies, and roadmaps should be established. Second, the foundation for eco-friendly green growth should be established through the discovery of business models in conjunction with leading industries in the Southeastern Metropolitan Economic Area. Third, the Ulsan Port Greenport, such as AMP, in-port LNG propulsion ship, and ESI vessel incentive, should be built. Fourth, a low-carbon, high-efficiency sea-shuttle service shall be established through the introduction of the sea-shuttle service along the sea route. Fifth, energy self-reliant ports, including all institutions in the metropolitan Ulsan port area that have exceeded the level of Ulsan port Authority, should be built. Finally, water-type ports need to be built through the creation of coastal forests, the purification of marine water quality, and the introduction of colors to port.

Key words: Green Logistics, Ulsan Port, Green Port, Port Policy

▷ 논문접수: 2019. 12. 02. ▷ 심사완료: 2019. 12. 26. ▷ 게재확정: 2019. 12. 27.

* 한라대학교 경영학과 교수, 제1저자, jo0450@hanmail.net

Ⅰ. 서 론

산업혁명 이후 지구온난화로 기상 이변을 초래하고 동시에 인류의 생존이 위협 받는 상황에까지 이르게 되었다. 이를 예방하기 위하여 1992년 6월 브라질 리우환경회의에서 'UN 기후변화협약' 의 채택 및 발효로 온실가스 배출 감축의무가 부과되었다. 교토의정서는 2005년 2월 발효하여 1990년 대비 2008년부터 2012년까지 이산화탄소 배출량의 평균 5%를 감축하도록 규제하였다. 2015년 파리협정에서는 '2020년 이후 자발적 감축기여(INDCs)를 의무적으로 5년 마다 보고하여야 한다' 라고 밝혔다. 이에 따라 한국정부는 2030년까지 배출전망치 대비 37%(약 5억 3,590만 톤)의 온실가스 감축 목표를 설정하여 온실가스를 추가로 감축하는 방안을 제시하였다.

요즘 'IMO2020' 에 조선·해운·정유업계의 관심이 초집중되고 있다. 국제해사기구(IMO)의 선박연료유 규제가 내년 1월부터 시행되는 것이다. 국제해사기구는 1983년부터 '해양오염방지협약' (MARPOL)을 채택하여 발효시켰으나, 그 대상을 '수질' 과 '해양생태계' 로만 한정하였기 때문에 IMO는 대기오염의 문제 즉, '선박에 의한 대기오염의 문제' 를 최근 크게 강화하고 실행에 옮기고 있다. 이에 따라 관련업계는 스크러버설치, LNG추진선 확보, 저유황유 사용으로 'IMO2020' 규제에 최근 대응을 준비하고 있다.

우리나라에서도 지구온난화에 대응하기 위하여 2010년도에 '저탄소 녹색성장기본법' 을 시행하였으며, 2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입을 비전으로 설정하여 기후변화 적응 및 에너지 자립, 신성장 동력 창출, 삶의 질 개선과 국가위상 강화의 3대 전략을 추진하고 있다. 해양수산부는 '녹색항만 구축 종합계획' 을 수립하여 2020년까지 항만배출전망치의 BAU 대비 CO2 30% 감축안을 발표하여 추진하고 있다.

우리나라의 녹색항만구축계획의 실행의 문제점은 첫째 IMO(국제해사기구)에서 정한 기준 이상으로 항만대기가스 배출 최대 오염원인 선박에 대해 직접 규제를 할 수 있는 명확한 국내 법적 근거가 미약하다는 것이다. 둘째, 국가 Green Port 구축 종합계획의 정책 및 사업을 시행하기 위한 재원이 부족하다.

셋째, 오염물질 배출규제에 참여 국가들이 증가하면서 선박 배출통제지역이 날로 확대하고 있는데 우리나라는 현재까지 지정된 지역이 없다. 넷째, LNG 추진선은 정부의 예인선, 화물선 등에서 일부 시작하고는 있지만, 그 도입 실적이 미미하다.

다섯째, 육상전원장치의 도입을 위해서는 기존 선박의 개조 비용, 높은 전기요금, 기존 부두의 공사비 등 많은 비용 문제가 상존하고 있지만, 이를 해결하기 위한 제도가 아직 미흡하다.

여섯째, 우리나라는 국가 전체 및 각 항만의 온실가스에 대한 통계 자료의 체계적 구축 및 관리가 미흡하다. 마지막으로 항만에서 온실가스 배출의 국제규제 강화에 대응하여 실효성 있는 정책을 집행할 온실가스 대책협의체가 부재하다.

따라서 본 연구에서는 먼저 녹색항만의 개념 및 선행 연구를 검토한 후 해외 선진항만의 녹색항만 정책을 분석하여 시사점을 도출하였다. 이를 토대로 우리나라의 대표적인 에너지허브항만인 울산항의 환경친화적인 녹색항만정책 측면에서 문제점을 분석하고 지속가능한 녹색물류 구축방안을 제시하는데 본 연구의 목적이 있다. 본 연구의 연구방법으로는 문헌조사방법을 이용하여 해외 선진항만의 사례 및 같은 오일항만인 광양항의 사례 그리고 우리나라의 대표적 항만인 부산항의 사례를 벤치마킹하여 연구가 수행되었다.

본 연구와 선행연구의 차이점은 우선 국내 대표 에너지 항만인 울산항에 대한 기후변화에 따른 대기오염에 관한 연구가 소수에 불과한 가운데 특히 울산항 녹색물류체계에 대하여 연구한 최초의 연구이다. 둘째 본 연구의 초점은 기후변화에 따른 대기오염에 대한 연구보다는 녹색항만물류체계 구축 방안에 대하여 수행하였다. 특히 법규, 재정, 인센티브 및 전략에 대하여 집중하였다.

II. 이론적 배경 및 선행 연구

1. 녹색항만의 개념

1) 기후변화의 국제적 동향 및 우리나라 온실가스 감축 목표

산업혁명 이후 화석연료 사용량의 지속적 증가는 지구온난화를 가속화하여 기상 이변을 초래하고 동시에 인류의 생존에 위협을 가하고 있다. 이러한 현상을 예방하기 위한 1992년 6월 브라질 리우환경회의에서 'UN 기후변화협약' 이 채택되어 1994년 3월 정식으로 발효되었다. 이 협약에서 온실가스 배출 감축의무를 부과하였고, 교토의정서에서는 2005년 2월 발효하여 1990년 대비 2008년부터 2012년까지 이산화탄소 배출량의 평균 5%를 감축하도록 하였다.[1] 2015년 12월 파리협정에서는 '2020년 이후 자발적 감축기여(INDCs)를 의무적으로 5년 마다 보고하여야 한다' 라고 밝혔다. 한국정부는 2030년까지 배출전망치 대비 37%(약 5억 3,590만 톤)의 온실가스 감축목표를 설정, 즉 25.7%는 국내 감축 분, 11.3%는 해외에서 배출권을 구매하여 상쇄하여 온실가스를 추가로 감축하는 방안을 제시하였다.[2]

국제해사기구(IMO)는 1978년 해양오염방지협약(MARPOL, 1978) 부속서 VI에서 선박기인 대기오염 규제가 마련되었고, 2005년 MARPOL 부속서 VI에서 기존의 질소산화물 등 중심에서 2013년부터 이산화탄소 규제로 변화하였다. 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 하였다. 2013년 1월부터 단계별로 신조선에 대하여 감축목표를 설정하여 강제화 규제를 실시하였다. 즉 2000년대에 건조된 선박에 비해 2025년 이후 선조 선박은 30% 이상 에너지 효율이 높은 선박으로 건조하여야 한다.[3]

우리나라에서도 지구온난화에 대응하기 위하여 2010년도에 저탄소 녹색성장기본법을 시행하였으며, 2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입을 비전으로 설정하여 기후변화 적응 및 에너지 자립, 신성장동력 창출, 삶의 질 개선과 국가위상 강화의 3대 전략을 추진하고 있다. 해양수산부는 녹색항만 구축 종합계획 수립하여 2020년까지 항만배출전망치의 BAU 대비 CO2 30% 감축안을 발표하여 추진하고 있다.

우리나라의 온실가스 총 배출량은 유엔기후변화협약의 온실가스 의무감축국들과 비교한 결과, 2012년도 우리나라의 온실가스 총 배출량은 688.3 백만톤CO2eq(상당량)으로 순위는 미국, 러시아, 일

1) 전형진, 이주호, 김우선,김찬호(2010) "저탄소 녹색성장을 위한 국가수송체계 개편방안 연구" , 한국해양수산개발원, 정책연구 2010, 7.

2) 윤근형, 김대경(2016), "신기후변화체제(Post-2020) 대두에 따른 해양수산분야 저감부분 이슈와 대응방향" , 한국해양수산개발원, 현안분석 NO.08, 12-13.

3) IMF는 2007년 선박배출 이산화탄소량은 10억4,600만톤으로 세계 온실가스 배출량의 3.3%라고 밝혔음. 동아시아지역 선박에서 배출되는 대기오염물질이 2002-2005년에는 전 세계 선박배출 대기오염물질의 4-7% 수준이었으나, 2013년에는 16% 수준으로 높아졌음. 또한 아시아 10대 컨테이너항만의 황산화물, 질소산화물 등 배출량이 전 세계항만 배출량의 20%를 차지한다고 함.

본, 독일, 캐나다 다음으로 세계 6위이며, 1990년도 대비 133% 증가한 수치이다.[4)]

국립환경과학원 2009년 자료에 의하면 울산시의 2006년도 온실가스 총배출량은 5,427.4만톤으로 전국 5억 8,801만톤CO2의 약 9.2%를 차지하고 있다.[5)] 우리나라는 2009년 코펜하겐기후회의에서 2020년 전망치 8억 1300만톤CO2eq 대비 30% 감축 목표를 제시하였으며, 2010년 4월 「저탄소 녹색성장 기본법」 및 「시행령」에 온실가스 감축 목표의 근거를 마련하였다.

2011년 7월에는 온실가스 감축을 위한 실천계획으로 산업, 건물, 교통 등 25개 업종으로 세분화한 '부문별 · 업종별 · 연도별 온실가스 감축목표'를 확정하였다.[6)]

2) 글로벌 경제성장의 패러다임 변화

21세기에 접어들면서 경제성장을 바라보는 관점과 환경을 바라보는 관점이 변하고 있다. 글로벌 경제성장에 대해서 기존의 성장패러다임에서 새로운 녹색성장 패러다임으로 변화하고 있다.[7)] 녹색성장(green growth)은 범지구적인 기후변화 대응노력에 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소 사회를 구현하는 성장개념이다. 경제성장의 구조에서 온실가스를 증가시키지 않고 환경지속성을 향상시키는 신패러다임이다. 따라서 녹색성장은 환경과 경제의 선순환구조를 통하여 양자의 시너지를 극대화하고 이를 새로운 동력으로 삼은 것이다.[8)]

20세기에는 환경은 피동적이고 소극적인 의미에서 보호의 대상이자 돈이 많이 드는 비용으로 인식되었을 뿐만 아니라, 환경과 경제는 각각 별개로 존재하였다. 반면 21세기에 들어와서는 환경은 경제와 하나이면서 기업이나 국가의 부가가치 창출을 위한 비즈니스로서 친환경 부품소재, 신재생에너지 개발과 같이 적극적인 사업의 소재이자 신성장 동력으로 인식이 전환되고 있다. 주요 선진국들은 국가경쟁력의 핵심우위 요소로 저탄소 녹색성장의 녹색산업을 새로운 성장엔진으로 활용하고 있다.[9)]

2. 국내외 선행 연구

송만순(2000)은 항만의 환경계획분야 논문으로서 세계적으로 공업화가 진행되면서 환경문제가 악화하여 항만분야에서 지속적인 친환경 항만정책을 추진할 필요성을 주장하였다. 일본은 친환경 항만정책이 이미 실시되고 있고, 로테르담항의 경우 친환경 항만의 추진과 동시에 고객유지 마케팅전략의 일환으로 환경보상제를 추진하고 있다. 따라서 이러한 정책적 측면에서 한국에 대하여 구체적인 실천방향을 제시하였다.

이성우(2009)는 환경친화적 입장에서 녹색성장 전략과 연계한 광양항의 Green Eco-Port 조성방안을 전략적으로 주장하였다. 정봉현(2010)은 항만환경계획분야에서 광양항의 수송수요와 항만환경의 실태를 분석하고, 이를 토대로 환경친화적인 항만관

4) 우리나라의 배출량에서 가장 비중이 높은 분야인 에너지 분야는 2012년 600.3백만톤CO2 (비중 87.2%)을 배출하였음. 산업공정 분야의 배출량은 51.3백만톤 CO2(비중 7.5%), 농업분야는 22.0백만톤 CO2(비중3.2%), 폐기물 분야는 14.8백만톤 CO2(비중2.2%) 의 온실가스를 배출하였음.

5)울산광역시(2016), "2016 환경백서", 울산광역시, 152-154.

6) 2020년 BAU 대비 30% 감축이라는 목표가 성공적으로 달성될 경우 2020년 온실가스 총 배출량은 5억 4,210만 톤으로 감소할 전망임.

7) 구체적으로 기존의 요소투입 위주에서 기술혁신과 생태 효율성, 양적성장 위주에서 삶의 질과 지속가능 성장, Trade-Off에서 상호보완관계, 에너지 다소비 업종에서 녹색산업과 녹색기술, 에너지낭비와 환경오염에서 저탄소시스템, 레드오션/블루오션전략에서 그린오션전략으로 변화하고 있음.

8) 녹색성장위원회(http://www.greengrowth.or.kr).

9) 김현덕, 신용존(2010), 광양항의 녹색물류구축 방안, 한국항만경제학회지, 제26집 제2호, 36-48.

리정책의 방향을 계획의 측면에서 접근하였다. 그는 광양항의 항만친화적 관리 및 운영을 위해서 환경친화적 항만수송체계의 전환, 항만컨테이너 운영부두의 에너지 절감 그리고 항만계획의 측면에서 환경친화적 항만친수공간 조성, 해양폐기물의 환경친화적 처리 등을 주장하였다.

김현덕 외 1인(2010)은 국내외 녹색성장과 연계하여 광양항에 맞는 녹색물류구축 방안을 수립하여 광양항을 동북아 고부가가치 녹색물류 및 녹색산업의 거점으로 육성하는데 연구의 목적이 있다. 광양만권의 지속가능 성장을 녹색물류구축 방안으로 친환경 녹색성장 기반 구축, 그린포트 구축, 그리고 저탄소 고효율 해상서틀 서비스 구축이 제시되었다.[10)]

유홍성 외(2011)은 저탄소 녹색성장 인천항이 되기 위해 도입할 수 있는 방안들은 다양하며, 국가의 관련 법규, 터미널의 운영 형태 및 구조, 하역 장비 및 시스템 수명, 투자 능력 등을 고려하여 가장 효율적인 방안을 선택하여 추진할 것을 제시하였다.[11)]

F. Adamo et al(2014)은 이태리 토란토항을 사례로 하여 선박 접안 시 보조엔진 연소로 인한 배기가스 배출량을 산출하고 이의 저감 방안으로 경제적 및 환경적 측면을 고려하여 AMP 이용을 주장하였다.

Young-Tae Chang et al.(2014)은 2012년 인천항 입출항 모든 선박을 대상으로 선박묘지정박, 감속구간, 조종, 접안 정보를 수집하고 상향식 방법론을 채택하여 선종별 대기오염물질 배출량을 산정하였다. 2012년 기준 인천항의 대기오염물질 배출량을 산정하여 제시하였다. 또한 인천항 배출규제해역(ECA)에서 속도를 12노트(knot)로 규제하는 동시에 유황비율 저감 방법을 동시 적용할 경우 감속 구간에 1/3의 배출 저감 효과가 있다고 밝혔다.

김태균, 김환성(2014)은 울산항에 대하여 지속가능한 친환경 정책을 수립하기 위해 해외 선진항만의 사례 및 국내 항만사례에 대해 분석하고, AHP 방법론을 적용하여 친환경 항만 조성을 위해 필요한 정책으로서 우선적으로 LED 조명 교체, AMP시설 구축 등을 제시하였다.

이민우(2016)는 부산항에서 정박 선박의 배기가스 배출량 및 연간 환경비용을 추정하였다. 그 결과 2011년 2,343,037톤과 2012년 2,297,118톤을 산정하고 그 환경비용은 연간 약 1조 2천억원으로 추정하고, 부산항에 체계적으로 엄격한 대기오염물질 배출 규제를 제시하였다.

박한선 외(2016)는 온실가스 배출감축 및 친환경 기술 적용 확대를 위해 국내 선박 기술적 현황, 적용 및 지원 현황을 분석하고, 향후 민간차원의 정책지원 방안과 추진 방향을 제시하였다. 그 결과 친환경 선박의 도입이 필요하고, 신조선에 EEDI(Energy Efficiency Design Index, 에너지효율설계지수)의 친환경기술의 적용 및 금융 지원이 필요하다고 주장하였다. 노후 선박 폐선에 법제도 마련이 필요하며, 정유사에서 저유황 연료 공급과 선사에 저감장치를 착용하는 것을 제시하였다.

이호춘 외(2016)는 문헌연구, 설문조사 및 국내외 전문가 자문, 인터뷰 등을 통해서 항만 지역에서 선박으로부터 배출된 대기오염물질을 체계적으로 관리하기 위해 방안을 제시하였다, 기술적 관리방안, 인벤토리 구축 및 인체 건강에 미치는 영향에 대해 해외 친환경 관리 도입사례를 통해 논의하고, 시사점을 도출하였다. 특히 MARPOL부속서 VI장에서 규정하는 ECA 추진 방안을 제시하였다.

조정정(2019)은 광양항 및 울산항을 대상으로 선박에 기인한 대기오염물질 배출량의 산정에 대하여

10) 김현덕 외 1인 (2010), 상게서, 45.
11) 유홍성 외 3인 (2011), 인천항의 녹색항만 구축 방안, 16.

연구하였다. 2017년의 선박 활동 자료를 사용하여 접안시 발생하는 대기오염의 정도를 미국환경보건청(EPA)이 발표한 최신의 방법론을 적용하여 파악하였다.

Ⅲ. 녹색항만의 정책 동향

1. 해외 선진항 녹색항만 정책과 시사점

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

EU, 일본, 영국, 캐나다 등에서는 2020년 온실가스 발생량을 1990년 대비 20~30% 감축한다는 목표를 수립하였으며, 우리나라도 2020년까지 2005년 대비 온실가스를 20~30% 감축한다는 목표를 설정하였다.[12] 또한 2015년 파리협정에서는 미국, 중국 등 국가별 감축목표 제출과 우리 정부도 2030년까지 배출전망치 대비 37%의 온실가스 감축목표를 제출한 바 있다. 특히 세계 제일의 물동량을 점유하고 있는 중국의 경우 정부의 강력한 법 및 각종 인센티브를 통해 녹색항만에 동참하고 있는 추세이다.

미국 LA/LB항, 네덜란드 로테르담항, 싱가포르항의 녹색항만 정책의 시사점을 종합하면,

첫째 국가, 지자체가 연계하여 온실가스 배출관리에 대한 다양한 규제방안을 강력하게 시행하고 있다. 예를 들면 1990년대부터 시행한 미국 대기청정법(CAA, Clean Air Act), LA/LB항에 대한 2006년 '산페드로만 청정대기행동 5개년 계획' [13] 일본의 1994년 '환경과 공생하는 항만-Eco-Port정책, 2004년 ' 국토교통성 환경행동계획 ', 싱가포르정부의 1억 싱가포르달러 투자를 내용으로 하는 2011년 MSGI(Maritime Singpore Green Initiative), 로테르담시와 공동으로 로테르담 친환경항만정책(Rotterdam Climate Initiative) 등이 있다.[14]

둘째, 해운기업, 터미널 운영사 등 항만 이해당사자들이 자발적으로 녹색항만정책에 참여할 수 있도록 다양한 재정지원정책을 동시에 추진하고 있다. 예를 들면 청정트럭프로그램(Clean Trucks Program), LA/LB항 입출항 선박의 40마일 해상부터 적용하는 Green Flag Incentive Program, 일본의 초고속 친환경선박(SES, Super Eco Ship)개발,[15] 싱가포르의 그린테크놀로지 프로그램 등이 있다.

셋째, 온실가스 저감을 위해 녹색항만 프로그램을 운영하고 있다. 예를 들면 LA/LB항에서 실시하고 있는 Cold Ironing라는 이름의 AMP 사용 및 저유황연료 선박 인센티브인 Vessel Main Engine Fuel Incentive Program, 싱가포르항의 Green Ship Program 등을 들 수 있다. 이를 참고하여 울산항에서도 녹색항만 중장기 정책 비전을 설정하여 전략수립을 위한 프로그램을 운영할 필요가 있다.

해외 선진항만은 2015년 파리기후협약에서 제시하는 온실가스 감축목표와 IMO의 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.

12) 전형진 외 3인(2010), 14-15.

13) 임종섭(2010), 항만환경 규제에 따른 Green Port 구축방안, 한국항만경제학회지 제26집 제2호, 107-108.

14) 박진일(2010), 그린포트를 통한 녹색물류 구축효과에 관한 연구, 동의대학교 경영학석사논문, 11.

15) 최석범, 남정우(2011), '일본의 친환경 항만정책과 시사점' , 한국항만경제학회지 제27집 제3호, 2011, 338-340.

2. 국내 항만의 녹색항만정책

경제와 환경의 조화로운 지속가능한 발전 전략인 국가녹색성장정책 중 녹색항만 정책과 관련하여 2009년 4월 국토해양부는 녹색성장 기후변화에 대비한 'Green port 구축방안' 을 발표하였다. 아울러 2009년 코펜하겐기후변화회의를 계기로 정부는 온실가스감축 목표를 2020년 BAU 대비 30%로 확정하였음을 발표하였다.[16)]

이하 우리나라 대표적 양대 오일항만인 광양항의 사례와 우리나라의 대표적 항만인 부산항의 사례를 분석하여 제시한다.

1) 여수광양항 녹색항만 정책

여수광양항만공사의 녹색항만 정책은 AMP구축사업, LED 조명교체, 태양광 발전사업, 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.

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

셋째, 태양광 발전사업은 2011년부터 2014년까지 황금물류센터 4곳에 설치하였다. 총 설비용량 6.6MW급을 공사하여 연 7,558KW 전력생산이 가능하여 연간 3,205톤의 이산화탄소가 절감된다.

넷째, 2012년 12월에 컨테이너부두 RTGC의 동력을 유류에서 전기로 전환하는 사업으로 e-RTGC 37개를 개조하여 연간 3,586천 리터의 유류절감 효과를 창출하였다.[17)]

2) 부산항 녹색항만 정책

부산항만공사 녹색항만 로드맵은 선박배출 미세먼지 저감 대책, 선박환경지수 인센티브 확대, 그린쉽 인센티브 및 어워드제도 , 부산항 관공선 LNG 연료 추진선박 도입, 친환경 하이브리드 및 전기차 도입, 항만구역 내 비점오염원 저감 및 관리 강화, 건설공사 현장 미세먼지 관리 강화, 다중이용시설 등 실내 공기질 관리 및 항만구역 내 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.

둘째, 부산항 항만내외 모든 백열등(총 22,723개)을 LED조명으로 교체하는 것이다.

셋째, 부산신항의 터미널 건물에 태양열 및 지열 등 신재생에너지를 활용하고 있는데, 이를 통해서 연간 300톤 CO2가 감소할 수 있을 것으로 추정된다.[18)]

넷째 2005년부터 터미널 크레인 100여대의 동력

16) 2020년 우리나라의 BAU는 8억 1,300만 톤으로 목표량은 BAU 대비 30%를 차감한 5억6,900만 톤임. 따라서 2020년 우리나라의 온실가스 목표량은 2005년 발생량의 95.8%에 해당함. 2010년 4월부터 녹색항만 구축의 법적 근간이 되는 '저탄소 녹색성장 기본법' 이 시행되고, 5월 국토해양부는 '그린포트구축 종합계획' 수립과 2011년 7월에 확정 고시된 '제3차 항만기본계획' 의 7대 추진 과제로 "그린포트, 재해대응 체계 구축" 이 포함되어 있음.

17) 여수항만공사 내부자료 (2019).

18) 부산항만공사 내부자료 (2019).

원을 유류에서 전기방식으로 변환하고 있다. 이로써 연간 운영경비는 약 100억원 절감, 온실가스 배출도 약 3만톤 이상 감축하고 있다. 또한 육상전력공급 장치, 환경선박지수(ESI) 적용 인센티브 등을 실시하여 녹색항만을 구축하고 있다.[19)]

다섯째, 2017년 7월 현재 부산북항과 신항의 9개 터미널에서 운영하는 야드트랙터는 모두 654대인데, 이 중 사용연수가 5년 이상 남은 340대를 우선 LNG로 바꾸는 사업을 진행하였다. 나머지 233대는 정부, 터미널 운영사 등과 협의하여 빠른 시일 내에 전환하기로 했다.[20)]

3. 울산항 녹색항만 실태 및 정책

울산항은 위치에 따라 울산본항, 온산항, 미포항 및 울산신항으로 이루어져 있다. 울산항 항만 시설 능력은 총 안벽길이 20,218m에 최대 113척 선박을 접안시킬 수 있으며, 연간 70,583천 톤의 화물처리 능력을 갖추고 있다. 해양수산부가 실시한 2007년 '전국항만 CO^2발생량 추정 연구' 에서 울산항(280,484천톤 처리화물량 기준)은 광양항 다음으로 가장 많은 80만 톤의 CO^2를 배출하여 전국 항만의 약 19%를 점하고 있다. 배출오염원별로는 선박(64.9%), 하역장비(20.4%), 외부차량(14.7%) 순으로 이산화탄소를 배출하고 있다.

1) 울산항 환경선박지수(ESI) 선박 인센티브

울산항에서는 2014년 5월 "울산항 환경개선 종합계획" 을 수립하여 다양한 울산항 환경개선 방안을 마련하여 울산항의 지속가능한 환경 개선을 추진하고 있다. 2016년 1월부터 환경선박지수(ESI)인센티브 제도를 도입하여 선박 척당 최대 질소산화물 20%, 황산화물 96.3% 감소와 온실가스 약 0.82톤(CO2/백만원) 저감이 기대된다. 2019년부터는 자발적으로 엔진, 연료, 기술 강화를 실시한 선사들에게 선박환경지수 인센티브를 확대 적용하여 점수 구간별 차등할인을 실시함으로써 선박 입출항료를 10~20%까지 감면 적용하고 있다.

2) 미세먼지 측정기 설치

항만 내에서 실시간으로 미세먼지 및 초미세먼지 데이터를 측정할 수 있는 모니터링 시설로서, 이는 항만 내 발생하는 미세먼지를 측정하여 내부적으로 먼지 저감 대책을 수립하는데 이용하는 정책이다. 이는 측정 반경 150m 내 미세먼지(PM10, PM2.5) 및 총휘발성 유기화물 등 환경위해요소에 대해 실시간 모니터링을 통해 관리기준을 정하여 초과 사업장에 대해 항만운영규정에 따라 하역 중지 등으로서, 미세먼지의 저감 조치를 취할 계획이다.

3) 신재생에너지 시설

2015년 세계 태양광 시장은 약 56GW가 설치된 것으로 추정되며, 이는 전년 대비 24%의 고성장으로 온실가스 감축을 위한 선진국의 개도국 태양광 시장 확대로 인도를 중심으로 한 개도국 태양광 수요도 빠르게 확산되고 있다. 울산 항만공사는 본사 건물, 경비본부 옥상 등에 약 170KW 용량에 약 676백만 원을 투자하여 태양광발전시설을 설치하여 에너지 절감율 약 40%을 달성하였다. 이로써 이산화탄소 발생량 약 50톤 줄일 수 있는 효과가 있다. 그러나 울산항만공사를 벗어나 울산해양수산청 및 공공기관, 그리고 울산항배후산업단지를 포함한 광역울산항계 내에 대한 종합적인 신재생에너지계획이 수립되고 추진되어야 할 필요가 있다.

19) 변지은(2014), "로테르담과 부산항의 그린포트에 관한 비교연구" , 성균관대학교 논문, 56-59.
20) 국제신문(2017.7), "부산항 모든 하역장비 친환경으로 전환" , 국제신문 보도자료.

4) 친환경 호퍼 시설

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% 저감하는 효과가 있다.

5) 3정 5S

울산항은 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 인프라 구축으로 산업혁신문화 정착 3대 전략사업을 추진하고 있다. 3정 5S 기대효과는 첫째 항만환경 분야에서는 항만 내 비산먼지 저감과 불필요한 조명등 소등으로 에너지 절감을 들 수 있고, 둘째 항만안전 분야에서는 항만 내 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.[21)]

3. 우리나라 녹색항만정책의 문제점 및 개선방안

우리나라의 녹색항만구축계획의 실행의 문제점은 첫째 IMO(국제해사기구)에서 정한 기준 이상으로 항만대기가스배출 최대오염원인 선박에 대해 특히 울산항의 경우 60%에 해당하는 선박에 대하여 직접 규제를 할 수 있는 명확한 국내 법적 근거가 미약하다는 것이다.

둘째, 국가 Green Port 구축 종합계획의 정책 및 사업을 시행하기 위한 재원이 부족하다. 재원조달 방안으로는 2009년에 대통령이 나서서 국제사회에 약속한 만큼 장기간 현실화하고 있지 않는 부두접안료 및 화물입출항료 등 인상으로 재원 조달, 중앙정부의 특별법 제정과 그에 따른 특별재정예산이 투입되어야 할 필요가 있다.

선박과 트럭으로부터의 대기오염을 줄이기 위해서는 노후트럭교체, ESI, AMP, 컨테이너 터미널 하역장비의 연료유 전환, 저유황유 사용, 선박 속도저감 프로그램과 같은 선박의 자발적 참여를 유도하는 인센티브 제도의 적극적 도입에 필수적인 지속적이고 적극적인 재정지원이 필요한 것이다.

셋째, 오염물질 배출규제에 참여 국가들이 증가하면서 선박배출통제지역이 날로 확대하고 있는데 우리나라는 현재까지 지정된 지역이 없다.

넷째, LNG 추진선은 인천항만공사의 항만관리선(에코누리호) 정도인데 국제적 온실가스 감축에 따라 신조선들이 차츰 건조될 것으로 예상된다. 현재 정부에서는 일부 관공선을 대상으로 시험적으로 추진하고 있지만 아직 미약한 수준 수준에 머물고 있다. 향후 소형선 위주의 LNG선박을 공공기관에서 먼저 도입 후 민간부문의 LNG선박, 운항제도 정비 등으로 확대할 필요가 있다.

다섯째, 육상전원장치를 사용하려면 기존 선박의 경우 선박 개조 비용, 대형선의 접안 시 높은 전기요금, 전기선 인입을 위한 기존부두 공사비 등 많은 문제가 상존하고 있다. 이를 해결하기 위해서 정부재정 투입, 사용료 감면 등 국가, 항만공사, 지자체, 한국전력 등 총리실을 포함 범정부적 조직적 차원의 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 자료의

21) 신광철(2018), 전게서, 64.

체계적 구축 및 관리가 미흡하다.[22)]

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

마지막으로 항만건설 분야에서도 2020년 이후 미래의 항만건설에 대한 녹색항만모델을 구상해 구체적 중장기 정책방향을 설정해야 한다.

Ⅳ. 지속가능한 울산항의 녹색물류체계 구축 방안

본 장에서는 조직, 재정 및 전략 등의 관점에서 울산항 녹색물류체계에 대하여 기술하겠다. 울산항의 배출오염원별로는 선박(64.9%), 하역장비(20.4%), 외부차량(14.7%) 순으로 이산화탄소를 배출하고 있어 특히 선박 및 하역장비에 대한 집중적인 노력이 필요하다.

우선 녹색물류체계는 정부 부문의 정책, 재정 그리고 조직적 측면과 민간 부문의 선박회사, 항만터미널운영업자 등 항만관련업체에 대한 것으로 볼 수 있다.

앞에서 선진항만의 벤치마킹 사례와 울산항의 기후변화에 대응한 녹색항만물류체계 분석을 종합하여 지속가능한 울산항의 녹색물류체계 구축방안을 제시하면 다음과 같다.

1. 범정부차원의 기후변화대응 관리체계, 관련법 완비, 재정지원정책 추진 및 로드맵이 수립되어야 할 것이다.

정부 부문의 온실가스 배출관리에 대응하여 체계적이고 실행가능한 범정부차원의 관리체계를 확립하고, 관련 인센티브, 제재 및 재정지원을 뒷바침하는 법제정이 뒤따라야 할 것이다. 선진항만들은 1990년대부터 미국 대기청정법, LA/LB항의 '산페드로만 청정대기행동 5개년 계획, 로테르담 친환경 항만정책 등을 제정하여 체계적으로 기후변화에 대응하여 정책을 실행에 옮기고 있다. 우리나라의 경우 해양수산부에서 5대 녹색항만 추진전략을 시행하고 있지만 항만공사가 설립된 4개 항만에서 주도적으로 지침을 제정하여 규제행정을 시행할 수 없는 것이 현실이다. 특히 중국에서도 실시하고 있는 선박배출통제구역에 관한 시행 지침 마련도 필요하다 할 것이다.

정리하면 우선 정부 부문에서 범정부차원에서 기후변화 대응팀을 꾸리고 해양수산부, 지방자치단체, 환경부 등 유관기관이 참여해서 유기적으로 협력하여 조직적인 미션을 추구할 수 있도록 법제정을 완비하고 로드맵을 수립해서 체계적으로 대응해야 할 것이다.

둘째, 선진항만의 사례와 같이 해운기업, 터미널운영사 등 항만 이해당사자들이 자발적으로 녹색항만정책에 참여할 수 있도록 다양한 재정지원정책을 동시에 추진할 필요가 있다. LA/LB항 입출항 선박의 40마일 해상부터 적용하는 Green Flag Incentive Program. 일본의 초고속 친환경선박(SES, Super Eco Ship)개발, 싱가포르의 그린테크놀로지 프로그램 및 1억 싱가포르달러 투자를 내용으로 하는 2011년 MSGI(Maritime Singapore Green Initiative). 현재 울산항 등 항만에서 해양수산부와 민간업계 간 사업별로 임기응변식 재정지원정책보다는 국가차원에서 싱가포르와 같이 범정부차원의 재정지원정책을 수립하여 적극적으로 온실가스저감에 대응해 나갈 필요가 있다.

22) 김봉진(2013), 항만 대기오염 저감을 위한 육상전원설비의 필요성 연구, 한양대학교 공학대학원 석사학위 논문, 27-28.

셋째, 우리나라도 온실가스 저감을 위해 적극적인 녹색항만 프로그램을 운영할 필요가 있다. 특히 당장 임박한 'IMO 2020'에 대응한 저유황연료 선박 인센티브인(Vessel Main Engine Fuel Incentive Program)가 필요하다. 여기서 울산항에서도 녹색항만 중장기 정책 비전을 설정하여 전략수립을 위한 프로그램을 운영할 필요가 있다. 울산항만공사는 신전략체계(2020~2024)에서 기존의 안전항만 및 녹색항만 조성을 안전·환경·노동가치 강화전략으로 확대하였다.[23]이는 녹색항만조성의 관점에서 보면 후퇴한 것으로 저탄소녹색항만조성 전략과제가 시대의 요청에 따라 중요한 전략과제로 유지 존속할 필요가 있다.

2. 울산항의 녹색항만물류체계 문제점 및 대응 방안

앞에서 해외 및 국내 항만의 사례를 분석한 결과 울산항의 저탄소 녹색항만정책으로는 육상전원장치 확대, 민간시설의 현대화 장비 도입 지원, 태양광 시설 확대, 신규 항만배후단지의 고효율 에너지 기구 전환, 컨테이너 터미널 RTGC 전기 전환, 항만 내 외부 운송수단 탄소배출 규제강화, 하이브리드 예인선, CNG 야드트랙터, 선박 배기가스 배출 처리 시스템 등의 도입 및 확대가 필요하다.

첫째, 저탄소녹색항만조성 전략 과제가 최우선으로 유지되어야 할 것이다.

울산시의 오염도는 2015년도에 아황산가스(SO2) 0.007ppm, 오존오염도 0.028ppm, 이산화질소(NO2) 0.022ppm, 오존(O3)오염도 0.028ppm, 일산화탄소(CO) 0.5ppm을 보이고 있다. 미세먼지(PM10)은 2014~2015년 46㎍/m3를 나타내고 있다.[24] 울산항은 연간 약 2만 척이 넘는 선박이 입출항하여 2018년에는 2억톤이 넘는 화물처리를 하였으며, 이중 액체화물이 약 80%, 일반화물이 20%를 차지하고 있다. 2012년 항내에서 발생한 이산화탄소의 배출량은 239,513톤으로 주로 선박과 하역과정으로부터 각각 64.9%와 20.4%가 발생하였고, 2020년에는 305,771톤, 2025년에는 323,852톤으로 증가할 것으로 추정되고 있다.[25]

둘째, 울산항의 온실가스 대책 마련을 위해서는 울산항의 이산화탄소 배출량의 절대적 비중을 차지하는 선박대기오염 문제해결에 최우선을 두어야 한다. 즉, 육상전원시설의 확대 지원, 울산항 외항에서의 선박속도저감 인센티브제도 도입, 항내 선박의 LNG추진선 도입 등이 이에 해당된다.

지금까지 울산항은 태양광 시설, 고효율 LED, 육상전기 인입시설, 친환경호퍼 등 다양한 정책을 시행하여 왔지만 그 효과는 미미한 실정이다. 따라서 울산항만공사 3대 전략과제를 실현하기 위해서는 이산화탄소 배출량의 약 65%를 차지하는 선박대기오염 문제 해결에 최우선 중점을 두고 기타 녹색항만 정책을 시행해야 할 것이다.

둘째, 온실가스 감축 관련 유관 정부기관이 상호 긴밀하게 협력하여 녹색항만정책을 수립하고 집행할 필요가 있다. 즉, 울산시의 육상오염원 관리는 울산광역시에서, 해상오염은 해양경찰청, 울산해양수산청 및 울산항만공사가 협력하여 녹색항만 정책을 수립하고 집행할 필요가 있다.

울산항의 녹색항만 중장기전략의 수립을 위해서는 중앙 정부 즉 해양수산부가 항만별 녹색항만정책 사업별 단위 목표를 설정해야 한다. 또한 온실가스 감축을 위해서는 울산시의 육상오염원 관리는 울산광역시에서, 해상오염은 해양경찰청, 울산해양수산청 및 울산항만공사가 협력하여 녹색항만 정책

23) 울산항만공사 내부자료(2019).

24) 울산광역시(2016), 2016 환경백서: 울산광역시, 82.

25) 울산항만공사(2013) 울산항 그린포트 추진전략 수립용역.

을 수립하고 집행할 필요가 있다.

현재 우리나라에는 항만도시의 대기환경과 대기질에 대한 보고서가 전혀 없으며, 항만도시 전체를 대상으로 모든 선박에서 배출하는 대기오염물질을 조사한 보고서도 없는 실정이다. 해양환경기본계획인 환경관리해역 기본계획 및 해역별 관리계획수립 연구에서도 선박에서 배출하는 대기오염물질에 대한 관리방안은 제시되어 있지 않다.[26] 아울러 항만대기질 특별법 이행에 공공데이터를 연계하고 활용할 필요가 있다.[27]

유럽, 미국, 중국에서 항만에 대하여 실시하고 있는 선박배출통제구역제도를 울산항에 적용하기 위해서는 해양수산부가 국내항만에 대하여 기본 지침과 시행지침을 마련할 필요가 있다. [28]

3. 친환경 녹색성장 기반 구축

미래 글로벌 성장동력 산업으로 평가되고 있는 녹색성장에 기반을 둔 친환경 산업의 육성은 환경, 에너지 그리고 경제성장을 동시에 해결해 줄 수 있을 것으로 기대된다. 태양광, 바이오연료 등 신재생에너지 산업의 육성은 온실가스 감축, 화석 에너지 대체, 고용창출[29] 등의 효과가 있다. 따라서 정부의 신성장동력산업 육성정책, 동남광역경제권 선도 사업 등과 연계한 비즈니스 모델 발굴을 통해 친환경 녹색성장 기반을 구축할 필요가 있다.[30] 동남광역경제권 특히 울산시의 울산국가공단과 온산국가공단을 중심으로 울산국가공단에서는 기계, 조선, 자동차 등이 생산되고, 온산국가공단에서는 석유화학제품이 생산되고 있다. 따라서 이들과 연계한 비즈니스 모델 발굴과 친환경 녹색성장 기반이 구축될 필요가 있다. 동남광역경제권의 주력 산업인 조선, 자동차 및 기계산업은 각종 환경설비의 제조에 경쟁력이 있으며, 풍력, 태양 등 신재생 에너지 부문에서 높은 잠재력을 보유하고 있다.

동남광역경제권의 임해성 입지 조건에 따른 풍력, 태양광 등 재생에너지 자원이 풍부하여 신재생에너지 산업의 발전 조건을 구비하고 있다. 이를 활용하여 풍력발전 부품 제조업체, 태양광 부품소재 업체 및 자전거, 하이브리드카 등 친환경 부품 소재 산업을 적극 유치하는 것이 필요하다. 또한 이를 위해서는 핵심 기술의 개발 및 연구를 지원할 수 있는 역량이 선결되어야 할 것이다.

4. 울산항 그린포트 구축

1) 항만 하역장비 및 접안 선박 에너지 공급원에 대한 친환경 시스템 도입

북미 및 유럽 항만에서는 대기오염 문제와 이로 인한 지역주민의 갈등 및 건강문제로 인하여 정부는 지자체와 연계하여 제도 및 법령 제정을 통하여 그린포트 정책을 강력히 시행하고 있다.

따라서 정부는 소극적인 그린포트 정책에서 벗어나 각 항만에서 그린포트 종합계획을 적극 추진해 나가야 할 것이다.

정부는 울산항만 공사 등 각 항만공사와 연계하여 항만 그린포트 구축 방안을 정부측 및 관련 지자체측과의 밀접한 협의를 통한 제도개선으로 유도해야 할 것이다.

제3차 항만기본계획내의 그린포트구축 사업에 대하여 정부는 각 항만공사와 녹색항만물류에 대한 추진상황 파악 및 문제점 공유, 관련 항만법 개정

---

26) 이호춘, 황진회, 박한선, 류희영(2016), “우리나라 선박배출 대기오염물질의 체계적 관리방안” , 한국해양수산개발원, 92-94.

27) KMI 현안연구(2019.9).

28) 신광철(2018), 전게서 85~86, 91.

29) 고용창출의 경우 전통 에너지 산업의 2~3배 수준에 달할 것으로 추정됨.

30) 김현덕 외 1인(2010), 전게서. 43.

및 제도 개선 그리고 관련 예산 반영 등 시행방안을 마련할 필요가 있다.

주요 선진 항만들은 온실가스 배출감축을 위해 항만 하역장비 및 접안 선박 에너지 공급원 등에 친환경 시스템을 도입 중에 있다. 울산항 항만하역장비 부문은 울산항 이산화탄소배출량의 1/5을 점하고 있는 두 번째로 높은 부문이다. 따라서 울산항에도 다음과 같이 저탄소 친환경 항만을 구축하여 그린포트 구축에 힘을 써야 할 것으로 사료된다.

첫째, RTGC의 e-RTGC로의 조기 확대이다. 트랜스퍼 크레인의 에너지 공급체계를 경유에서 전기로 전환하여 연료비를 절감하고 경유 사용 시 배출되는 이산화탄소 배출량을 저감하여야 한다. 울산항의 경우 I-port에서 e-RTGC로 2기가 전환되었으며, YT 20대와 T/C 7대는 현재 디젤엔진을 사용하고 있으나, 친환경 연료로의 전환을 검토 중이다.[31]

둘째, 입항선박이 육상전기를 사용할 수 있도록 육상전기 사용시설(AMP)을 설치하여 친환경 선박 에너지 자원 체계를 구축하는 것이다. 육상전기 사용시설의 설치에 필요한 예산은 정부에서 단계적으로 확보하여 지원할 필요가 있다.[32]

오늘날 선진 항만에서 선박은 부두 접안 시 동력을 육상 전력으로 사용하여 선박의 수요 동력을 공급하는 방식으로 전환할 수 있는 육상전력 공급장비(AMP · Alternative Maritime Power Supply)를 설치하고 있다.

〈표 1〉에 나타나 있듯이 육상전원과 선박 보조발전기 공해 물질 배출을 비교해 본 결과, 육상전원공급시설을 사용할 경우 이산화탄소(CO2)가 50% 저감되었고, 질소산화물(NOx), 황산화물(SOx), 입자상물질(PM) 등 98%이상으로 저감되었다.[33]

따라서 국가 및 항만 차원에서 구체적인 계획 수립이 필요하다. 따라서 AMP 보급률을 2019년까지 20%, 2020년 40%, 2025년 70% 그리고 2030년 90%로 단계적으로 높이면서 울산항의 대기오염물질의 저감량 수준 목표를 설정할 필요가 있다.

표 1. 육상전력과 선박 보조발전기 공해 물질 배출 비교

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

셋째, LNG추진선박 도입 확대 및 CNG/LNG 항만예인선(Tug-Boat) 및 CNG 야드트랙터 도입이 필요하다.

LNG연료는 디젤연료에 비해 SOx 100%, NOx 92%, PM 99% 및 CO2 23% 배출 저감이 가능하다. 'IMO 2020' 에 따라서 내년부터 선박회사의 LNG로의 연료 대체, 선박에 스크러버 장치 도입 또는 저유황유 사용이 의무적으로 요구된다. 이를 위해서는 정부, 선사 및 선박연료유 생산 업계 간 긴밀한 협력이 필요하다.

2019년 해양수산부는 노후 예선 LNG 연료 추진 전환 사업 시행지침을 확정하여 울산항에서 운영중인 노후 디젤예선[34] 1척을 LNG로 시범적으로 전

31) 한국해양수산개발원(2009), 우리나라 항만 및 배후물류단지의 친환경 물류체계 구축에 관한 연구, 45.

32) 김현덕 외 1인(2010), 전게서. 43-44.

33) 경제성측면에서도 컨테이너선박과 여객선박에 대해 분석한 결과 1-4년이면 투자비를 회수할 수 있을 정도로 경제성이 확인되었음. 특히 항만 주변 대기환경이 비약적으로 개선되고 국가 이미지 개선에도 큰 도움이 될 것으로 기대됨.

34) 2016년 3월 현재 울산항 내 예인선은 7개사 44척이 운영

환하며, 해양수산부와 울산항만공사는 각각 추정 건조비 70억원의 20%, 15%를 지원하는 것을 추진하였다.[35]

2030년까지 BAU대비 37% 감축을 위해서는 예인선박 연료유를 경질유에서 CNG/LNG로 전환하여 운영할 필요가 있다. 문제는 전환 비용이 척당 24억원, 전체 1,056억원으로 예선업체, 중앙정부, 항만공사 및 지자체가 협의체를 구성하여 문제 해결 방안을 모색할 필요가 있다.

향후 울산항만공사에서 온실가스 배출량을 감축하기 위해서는 현대화 장비 이자지원금[36]을 통해 친환경 CNG연료유로 대체할 필요가 있다.

마지막으로 고효율 LED등 조명시설의 확대 보급이 필요하다. 울산항만공사는 2013년 울산항 조도 보강사업부터 2016년 울산항 운영건물 조명 개선공사까지 약 21억을 투자하여 나트륨램프에서 고효율 LED 조명으로 약 2,800여개를 교체한 결과 이산화탄소는 2,251톤을 절감하였고, 전력 소비량은 약 30% 가량 절감 효과가 나타났다. 이에 대한 울산항의 지속적인 확대 보급이 필요하다.

5. 저탄소 고효율 해상셔틀서비스 구축

1) 탄소저감형항만 구축

탄소저감형 항만의 구축은 항만에서의 이산화탄소 배출량 원단위 산정을 통해 배출량을 예측하고 감축 목표량을 설정하여 추진할 수 있다.

탄소 저감형 울산항 구축 방안은 항만시설 및 장비분야, 항만운영분야, 관리 및 인센티브 분야로 구분할 수 있다. 항만시설 및 장비분야로는 E-RTGC, 하이브리드 E-RTGC, RTGC 수퍼케퍼시티(Super Capacity), LED 조명 관리 등을 시행할 수 있다. 항만운영분야로는 Y/T 듀얼사이클 체계 구축, Y/T 롤링시스템 구축, 본선작업 듀얼 사이클을 시행할 수 있으며, 관리 및 인센티브 분야로는 녹색항만 인센티브, 녹색항만 인증제 등을 시행할 수 있다.[37]

2) 저탄소 고효율 해상셔틀서비스 구축

울산항의 물동량이 광양항에 비하여 액체물동량의 성장률이 상대적으로 정체되는 현상을 보이고 있다. 이를 극복하기 위해서는 항로의 다변화와 연안 해상셔틀서비스 도입을 통해 저탄소 녹색물류체계를 구축할 필요가 있다. 저탄소 녹색물류체계 구축을 위한 주요 내용은 첫째, 항로 다변화이다. 울산항의 항로 다변화를 위해서는 울산항과 미 개설된 해외 항만과의 항로개설이 확대되어야 한다. 그러나 이러한 항로 개설은 세계 주요 지역과의 교역량이 증가하여 자체 화물창출 능력을 가지거나 대형 모선과 피더네트워크가 동시에 확대될 때에 가능함으로 장기적인 관점에서 접근해야 한다.

둘째, 저탄소 녹색물류 울산항/부산항 간 해상셔틀 시스템의 도입이다. 울산항/부산항 간의 해상셔틀 시스템을 도입하기 위해서는 투입선박의 서비스 제공에 따른 하역비 분석과 선박 관련 운항비용에 대한 분석이 선행되고, 필요에 따라서는 금융비용과 운항 비용에 대한 일부 지원책이 필요하다. 이는 우리나라의 저탄소 녹색성장 정책과 부합하며, 도로 운송 편중으로 인해 발생하는 사회적, 환경적 비용의 절감효과가 있을 뿐만 아니라, 양항의 동반성장 및 국토균형 발전을 위해서도 필요한 것으로 판단된다.

되고 있으며, 대부분 디젤엔진 가동으로 울산항의 온실가스 배출량의 16.5%를 차지하고 있음.

35) 울산항만공사 내부 자료(2019.5.28.).

36) 울산신항 컨테이너 터미널에 야드트랙터 18기(6.8톤 12대, 7톤 6대)가 운영되고 있고, 전환에 총 9억원이 소요될 것으로 추정됨.

37) 유홍성 외 3인 (2011), 전게서. 62.

3) 자발적 선박속력 저감 인센티브 도입

항계 및 항계 인근 연안에서 항해하는 선박의 속력을 감소시켜 항해선박에 기인한 배출가스인 이산화탄소, 질산화물, 황산화물, 미세분진 등의 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 감면시켜 줄 수 있다.[38]

자발적 선박속력을 저감하기 위해서는 중앙정부가 항만법 및 항만시설사용료를 개정하여 규제와 인센티브를 통해 이 인센티브를 도입할 수 있다.

6. 에너지 자립형 항만 구축

정부는 "저탄소 에너지 고효율 녹색항만 구축"을 위한 녹색항만 종합계획에서 항만 내 에너지 소비효율을 높이고, 태양광, 지열, 조력 등 신·재생에너지[39]를 통해 에너지 자립형 항만구축을 제시하였다. 울산항 내에서도 울산항만공사 차원의 에너지 자립을 넘어서서 항만 전체적인 에너지 자립형 항만을 구축할 필요가 있다.

신재생에너지의 대상은 태양광 빛 태양열을 활용할 수 있다. 저탄소 에너지 고효율 항만 구축을 위해 로테르담 등 국내외 적용사례를 검토하고 울산항 배후단지에 대한 신재생 에너지 적용 시 발전량을 추정하여 검토할 필요가 있다.[40]

6. 친수형 항만구축

항만의 발전 단계에 따라 최초의 항만시설은 기능 위주로 개발되어 이용되지만 산업화와 도시화가 동시에 진행됨에 따라 오늘날 도시민의 생활공간으로서 항만과 도시를 조화롭게 연계하는 친수공간이 보다 많이 필요하게 되었다. 이 같은 항만 패러다임의 변화에 따라 시민들에게 안전하고 쾌적한 친수공간 및 친수시설의 양적·질적 증대가 시급한 실정이다.

친수형 울산항 구축의 기본 방향은 항만 시설물의 어메니티(Amenity) 향상과 항만을 이용하는 시민들이 정서적인 즐거움과 심리적인 만족감을 얻고 항만 환경의 질을 높이는 방향으로 개발되어야 한다. 국내외 친수시설의 항만을 살펴보면 일본의 시미즈항은 항만 색채 계획을 통해 아름다운 항만을 조성하였고, 미국 시애틀항은 친수공간 및 해양 레크리에이션 시설이 조화된 친근한 항만으로 구축되었다.

친수형 항만조성을 위해 항만환경 개선과 방재를 위한 해안 숲 조성이 필요하고, 해조류를 이용한 해양수질 정화, 항만 경관개선을 위한 색채 디자인 도입 등을 추진할 수 있다. 첫째, 해안 숲 조성은 태풍 및 지진해일로 인한 시설피해를 방지하기 위하여 맹그로브림과 같은 식종을 조성하여 친환경적인 방재시설을 구축할 필요가 있다. 둘째, 해양수질 정화는 수중에 해조류 군락을 조성하여 식물의 호흡작용을 이용하여 오염된 주변 해수를 정화하는 방법이다. 녹색기술을 활용한 친환경적 방법으로 수질환경 개선 및 친환경적 이미지를 제고할 수 있다.

---

38) 대상 선박별로 G1(컨테이너 선박, 자동차운반선), G2(기타 선박)으로 분류하고, G1 선박은 12노트 이하로, G2 선박은 10노트 이하로 운항하도록 유도할 수 있음.

39) 대상 에너지별 장단점을 살펴보면 풍력은 경제성 및 기술력이 높고, 전력 생산단가가 저렴함. 약점은 환경소음진동 문제, 해상에서의 기상 및 해상 조건에 의한 하중 문제가 있음. 태양광은 유지보수가 용이하고 필요한 장소에서 발전이 가능함. 반면에 생산량이 지역별 일사량에 의존하고 설치 면적이 넓음. 태양열은 유지보수비가 적고, 지역적 편중이 적은 장점이 있고, 초기 설치비용이 많고, 겨울철에는 불리한 단점이 있음.

40) 유홍성 외 3인 (2011), 전게서, 62.

셋째, 지역특색을 고려하여 수변공원과 조화를 이룰 수 있는 아름다운 색채를 항만시설에 적용하고, 항만별 경관 향상계획 및 색채 가이드라인 수립으로 다채롭고 쾌적한 항만을 조성할 수 있다.[41]

아울러 울산항의 경우 태화강 상류지역의 BOD(생물화학적산소요구량) 변화를 살펴보면 1995년 1.5㎎/ℓ, 1996년 1.8㎎/ℓ의 수준을 유지하였으나, 2004년 1.0㎎/ℓ로 개선된 이후 현재까지 수질 및 수생태계 상태의 '매우 좋음' 등급(Ⅰa)을 나타내고 있다.[42] 하지만 미래 울산항 주변의 쾌적한 친수공간을 조성하기 위해서는 울산시에 의한 끊임없는 태화강 등 수계에 대한 모니터링과 결과에 따른 해양수산부와의 연계한 정책이 필요하다.

7. 자원순환형 항만 구축

오늘날 항만의 개발 과정에서 발생하는 해양준설토의 무분별한 매립과 투기 및 소각 등으로 환경피해가 발생하는 경향이 있다. 따라서 울산항의 개발 및 운영의 기본 방향은 이를 방지하고 준설토를 자원화하는 방안이 마련되어야 한다.[43]

따라서 자원순환형 항만 구축은 준설토의 재사용 및 재활용을 통한 자원화를 유도할 수 있으며, 동시에 비용이 발생되는 신규 준설토 투기장 조성과 입지 확보의 어려움을 해결할 수 있을 것이다.

41) 유홍성 외 3인 (2011), 전게서, 63.

42) 울산시(2016), 환경백서, 296.

43) 준설토는 양빈 및 경량 혼합토, 인공골재로 재활용될 수 있다. 인공골재는 열을 가하여 첨가재와 혼합하여 골재로 가공하여 뒷채움 골재, 콘크리트용 골재로 활용될 수 있음. 양빈은 모래질 등 양빈에 필요한 성분을 추출하여 모래가 유실된 해수욕장 및 해안에 이용될 수 있음. 경량혼합토는 경재인 기포를 혼합하여 인공건자재를 생산하여 경량블록 등으로 사용될 수 있음.

Ⅴ. 결론

녹색물류체계는 정부 부문의 정책, 재정 그리고 조직적 측면과 민간 부문의 선박회사, 항만터미널운영업자 등 항만관련업체를 대상으로 수립되어야 한다.

앞에서 선진항만의 벤치마킹 사례와 울산항의 기후변화에 대응한 녹색항만물류체계 분석을 종합하여 지속가능한 울산항의 녹색물류체계 구축방안을 정부차원 및 민간차원, 그리고 울산항차원에서 제시하면 다음과 같다.

첫째, 범정부차원의 기후변화대응 관리체계, 관련 법 완비, 재정지원정책 추진 및 로드맵이 수립되어야 할 것이다.

정부 부문의 온실가스 배출관리에 대응하여 체계적이고 실행가능한 범정부차원의 관리체계를 확립하고, 관련 인센티브, 제재 및 재정지원을 뒷바침하는 법제정이 뒤따라야 할 것이다.

선진항만들은 1990년대부터 미국 대기청정법, LA/LB항의 '산페드로만 청정대기행동 5개년 계획, 로테르담 친환경항만정책 등을 제정하여 체계적으로 기후변화에 대응하여 정책을 실행에 옮기고 있다. 우리나라의 경우 해양수산부에서 5대 녹색항만 추진전략을 시행하고 있지만 항만공사가 설립된 4개 항만에서 주도적으로 지침을 제정하여 규제행정을 시행할 수 없는 것이 현실이다. 특히 중국에서도 실시하고 있는 선박배출통제구역(ECA)에 관한 시행 지침 마련도 필요하다 할 것이다.

북미 및 유럽 항만에서는 대기오염 문제와 이로 인한 지역주민의 갈등 및 건강문제로 인하여 정부는 지자체와 연계하여 제도 및 법령 제정을 통하여 그린포트 정책을 강력히 시행하고 있다.

따라서 ①정부는 소극적인 그린포트 정책에서 벗어나 각 항만에서 그린포트 종합계획을 적극 추진

해 나가야 할 것이다.

② 선진항만의 사례와 같이 해운기업, 터미널 운영사 등 항만 이해당사자들이 자발적으로 녹색항만 정책에 참여할 수 있도록 다양한 재정지원정책을 동시에 추진할 필요가 있다.

재원조달방안으로는 2009년에 대통령이 나서서 국제사회에 약속한 만큼 장기간 현실화하고 있지 않는 부두접안료 및 화물입출항료 등 인상으로 재원 조달, 중앙정부의 특별법 제정과 그에 따른 특별재정예산이 투입되어야 할 필요가 있다.

LA/LB항의 Green Flag Incentive Program, 일본의 초고속 친환경선박(SES, Super Eco Ship)개발, 싱가포르의 1억 싱가포르달러 투자를 내용으로 하는 2011년 MSGI(Maritime Singapore Green Initiative) 등을 벤치마킹할 필요가 있다.

현재 울산항 등 항만에서 해양수산부와 민간업계 간 사업별로 임기응변식 재정지원정책보다는 국가차원에서 싱가포르와 같이 범정부차원의 재정지원정책을 수립하여 적극적으로 온실가스 저감에 대응해 나갈 필요가 있다.

③ 우리나라도 온실가스 저감을 위해 적극적인 녹색항만 프로그램을 운영할 필요가 있다. 특히 당장 임박한 'IMO 2020'에 대응한 저유황연료 선박 인센티브인(Vessel Main Engine Fuel Incentive Program)가 필요하다. 울산항 환경선박지수(ESI) 선박 인센티브제도를 더욱 확대할 필요가 있다.

둘째, 동남광역경제권 선도산업과 연계한 비즈니스모델 발굴을 통한 친환경 녹색성장 기반이 구축되어야 한다. 특히 조선, 자동차 및 기계산업의 경쟁력을 통한 태양광 및 풍력 발전등 신재생에너지 부문의 발전을 추진해야 할 것이다.

셋째, 울산항 그린포트가 구축되어야 한다. 특히 육상전력 공급장비(AMP) 및 항내 LNG추진 선박의 도입 확대, 울산항 환경선박지수(ESI) 선박 인센티브의 확대 대책이 필요하다.

국가 및 항만 차원에서 구체적인 계획 수립이 필요하다. 따라서 AMP 보급률을 2019년까지 20%, 2020년 40%, 2025년 70% 그리고 2030년 90%로 단계적으로 높이면서 울산항의 대기오염물질의 저감량 수준 목표를 설정할 필요가 있다.

'IMO 2020'에 따라서 내년부터 선박회사의 LNG로의 연료 대체, 선박에 스크러버 장치 도입 또는 저유황유 사용이 의무적으로 요구된다. 이를 위해서는 정부, 선사 및 선박연료유 생산 업계 간 긴밀한 협의체를 구성하여 문제를 해결할 필요가 있다.

2016년 1월부터 도입된 울산항 환경선박지수(ESI)인센티브 제도는 2019년부터는 선박입출항료를 10~20%까지 확대 적용하고 있으나, 보다 인센티브를 강화할 필요가 있다 하겠다.

네째, 항로다변화와 연안 해상셔틀서비스의 도입을 통한 저탄소 고효율 해상셔틀서비스가 구축되어야 한다. 다섯째, 울산항만공사 수준을 넘어선 광역 울산항계 내 모든 기관을 포함한 에너지 자립형 항만이 구축되어야 한다. 마지막으로 해안숲 조성, 해양수질 정화 및 항만시설에 색채 도입을 통한 친수형 항만이 구축될 필요가 있다.

참고문헌

경남발전연구원(2009), 저탄소 녹색성장과 경남의 대응방안, 이슈분석, 4.

김봉진(2013), 항만 대기오염 저감을 위한 육상전원설비의 필요성 연구, 한양대학교 공학대학원 석사학위논문, 27-28

김태균, 김환성(2014), 우리나라 항만특성에 맞는 그린포트정책 수립에 관한 연구, 한국항해항만학회지 제38권 제5호, 555.

김현덕,신용존(2010), 광양항의 녹색물류구축 방안, 한국항만경제학회지, 제26집 제2호, 36-48.

변지은(2014), “로테르담과 부산항의 그린포트에 관한 비교연구”, 성균관대학교 논문, 56-59

안용성, 육근형, 김대경,이혜영(2019), 국내 항만의 대기오염물질 관리정책 및 제도 개선방안, 한국해양수산개발원.

유홍성(2011), 윤금상,기민자,김종길, 인천항의 녹색항만 구축 방안, 환경경영연구, 제9권 제1호, 49-65.

울산광역시(2016), “2016 환경백서”, 울산광역시, 152-154

울산항만공사(2013) 울산항 그린포트 추진전략 수립용역.

윤근형, 김대경(2016), “신기후변화체제(Post-2020) 대두에 따른 해양수산분야 저감부분 이슈와 대응방향”, 한국해양수산개발원, 현안분석 NO.08, 12-13.

이성우(2009.5), 우리나라 녹색성장전략과 연계한 광양항 Green Eco-Port 조성전략, 광양항 Green Eco-Port 조성 대토론회 논문집, 광양항 활성화 시민행동.광양자치포럼(사), 월드마린센터 국제회의장, 16-57.

이호춘, 황진회, 박한선,류희영(2016), 우리나라 선박 배출 대기오염물질의 체계적 관리방안, 한국해양수산개발원.

전형진, 이주호, 김우선,김찬호(2010) “저탄소 녹색성장을 위한 국가수송체계 개편방안 연구”, 한국해양수산개발원, 정책연구 2010, 7.

송만순(2000), 환경 친화적인 항만(ECO-PORT) 개발 정책, 한국지반환경공학회, 131-138.

신광철(2018), 울산항 녹색항만(Green Port) 정책재정립을 위한 개선방안 연구, 한국해양대학교 해양금융물류대학원, 석사학위논문.

전병준(2010), 녹색성장과 연계한 광양항의 녹색물류구축 방안, 순천대학교

정봉현(2009.9), 녹색성장시대에 환경친화적 항만관리정책의 발전방향 -광양항을 중심으로-, 한국항만경제학회지 제25집 제3호, 361-383.

조정정(2019), 선박에 기인한 대기오염물질 배출량 산정 연구 : 광양항과 울산항을 중심으로, 인천대학교 동북아물류대학원, 석사학위논문

조정정,윤경준,이향숙(2019), 선박에 기인한 대기오염물질 배출량 산정 연구-광양항과 울산항을 중심으로, 한국항만경제학회지 제35집 제2호

최석범, 남정우(2011), ‘일본의 친환경 항만정책과 시사점’, 한국항만경제학회지 제27집 제3호, 2011, 338-340.

한국해양수산개발원(2009), 우리나라 항만 및 배후물류단지의 친환경 물류체계 구축에 관한 연구, 45

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

부산항만공사 내부자료(2019)

여수항만공사 내부자료(2019)

Francesco Adamo, Gregorio Andria and Giuseppe Cavone et al. (2014), "Estimation of ship emissions in the port of Taranto", Measurement 47, pp. 982-988.

Young-Tae Chang, Younghoon Roh and Hyosoo Park(2014), “Assessing noxious gases of vessel operations in a potential Emission Control Area” Transportation Research Part D 28. pp.91-97.

울산항만공사, 미세먼지 저감 위한 항만 인프라 확대, 김지은, 2019,

울산제일일보(http://www.ujeil.com/news/articleView.html?idxno=227722)

울산항의 녹색물류체계 구축 방안

조진행

국문요약

녹색성장(green growth)은 범지구적인 기후변화 대응노력에 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소 사회를 구현하는 성장개념이다. 경제성장의 구조에서 온실가스를 증가시키지 않고 환경지속성을 향상시키는 신패러다임이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 대표적인 오일허브항만인 울산항에 대한 환경친화적인 녹색항만정책 측면에서 문제점을 분석하고 지속가능한 녹색물류 구축방안을 제시하는데 목적이 있다. 연구방법으로는 문헌조사방법과 선진항만 벤치마킹분석법을 채택하였으며, 연구결과는 다음과 같이 제시될 수 있다.

첫째, 범정부차원의 기후변화대응 관리체계, 관련법 완비, 재정지원정책 추진 및 로드맵이 수립되어야 할 것이다.

둘째, 동남광역경제권 선도산업과 연계한 비즈니스모델 발굴을 통한 친환경 녹색성장 기반이 구축되어야 한다. 세째, AMP, 항내LNG추진선박, ESI선박인센티브 등 울산항 그린포트가 구축되어야 한다.

네째, 항로다변화와 연안 해상셔틀서비스의 도입을 통한 저탄소 고효율 해상셔틀서비스가 구축되어야 한다. 다섯째, 울산항만공사 수준을 넘어선 광역울산항계 내 모든 기관을 포함한 에너지 자립형 항만이 구축되어야 한다. 마지막으로 해안숲 조성, 해양수질 정화 및 항만시설에 색채 도입을 통한 친수형 항만이 구축될 필요가 있다.

주제어: 녹색물류, 울산항, 녹색항만, 항만정책