

크루즈선 환경오염 저감방안에 관한 탐색적 연구[†]

An Exploratory Study on Environment Pollution from Cruise Ship

한철환*
Han, Chul Hwan

목 차

- I. 서 론
- II. 기존문헌 고찰
- III. 크루즈선에 의한 환경오염 실태와 규제
- IV. 크루즈선 기인 환경오염 저감방안
- V. 결 론

〈Abstract〉

Cruise tourism is the most fast growing sector of the international travel and leisure industry. Cruise industry contributes greatly to the local and regional economy, however due to its mobility it is the main environmental pollution in city region. This study attempted to reveal the current situation of environmental pollution caused by cruise ship and international and regional regulation for reducing negative externality such as waste water, air pollution and sewage. The study tried to systematically suggest how to reduce environmental pollution among stakeholders in the cruise industry. As a result, it is suggested that government policies should focus on monitoring the air and waste pollutants from cruiseship and establishing a systematic environment management practice not only from the host port perspective but

[†] 본 연구는 2019 KMI-Sea Grant사업 지원으로 이루어진 연구임

* 동서대학교 국제물류학과 교수 chhan16@dongseo.ac.kr

also Northeast Asia regional perspective for achieving the sustainability of cruise industry.

Key words: Cruiseship, Air Pollution, Waste Management, Sustainability

I. 서 론

최근 국내외적으로 미세먼지가 중요한 사회적 관심사로 부상하고 있는 가운데, 미세먼지 오염원으로서 선박과 항만에 대한 관심도 증가하고 있다. 국제해사기구(International Maritime Organization: IMO)는 2020년 1월 1일부터 선박연료에 포함된 황산화물을 기존 3.5%에서 0.5%로 줄이는 국제협약을 발효할 예정으로 있다. 우리나라도 2019년 3월 13일 “항만지역 등 대기 질 개선에 관한 특별 법안”이 통과됨으로써 선박이나 항만에서 발생하는 대기오염 저감을 위한 정책추진에 탄력을 받을 전망이다. 이처럼 선박에서 발생하는 대기오염을 줄이기 위한 노력이 국내외적으로 활발히 전개되고 있는 가운데 크루즈선에 기인한 환경오염이 최근 해외에서 주요 이슈로 부상하고 있다.¹⁾ 관광분야 중 가장 빠른 속도로 성장하고 있는 크루즈관광은 2018년 2,600만 명을 돌파한데 이어 2019년에는 3,000만 명을 돌파할 것으로 예상되고 있다.²⁾ 더구나 최근 레저 수요 증가와 선사들의 규모의 경제 추구 전략에 따라 초대형 크루즈선의 건조가 잇따르고 있다. 크루즈선은 접근성 제고 측면에서 항만도시의 도심에 정박하여 대기오염 배출 시 항만 인접 시민들에게 직접적인 피해를 미치는 동시에 대형선의 경우 8,000명 이상의 승객과 승무원이 탑승하기 때문에 오폐수 및 쓰레기 배출량이 엄청나다. 유럽 최대 크루즈항인 사우스햄튼항은 제조공장이 거

1) 바르셀로나항의 경우 2016년 크루즈선 750항차 기항, 승객 260만 명이 방문했으며, 크루즈관광객 1명이 1시간 동안 배출한 평균배기가스는 NOx 33.65g, SOx 29.80g, PM10 3.1g으로 연간 NOx 700톤, PM10 60톤으로 바르셀로나항 전체 배출가스의 12%를 차지하고 있음(<http://www.portdebarcelona.cat/en/>)

2) CLIA, 2019 Cruise Trends and Industry Outlook, 2019.

의 없음에도 불구하고 크루즈선에 의한 대기오염으로 인해 세계보건기구 (WHO)가 지정한 대기질 가이드라인 위반 영국 9개 도시 중 하나로 선정되는 오염을 쓴 바 있다.³⁾ 부산 역시 초미세먼지가 국내에서 가장 나쁜 것은 물론, 네이처 선정 초미세먼지 세계 10대 오염항만으로 선정된 바 있다. 해양수산부에 따르면 부산시 전체 미세먼지 중 항만기인 미세먼지가 51%를 차지하는 것으로 조사된 바 있다.⁴⁾ 이와 같은 상황에서 정부는 2016년 제1차 크루즈산업 육성 기본계획을 수립하여 우리나라를 아시아 크루즈허브로 육성하겠다는 목표를 설정하고 크루즈선과 관광객 유치에 적극 나서고 있다. 그러나 크루즈선은 승객의 이동은 물론 선박 내 각종 위락시설의 운영에 소요되는 전기 등을 생산하기 위해 일반화물선에 비해 더 많은 연료를 소모하고, 음식물 등 선상쓰레기와 폐기물 배출이 많으며, 특히 도심에 인접하여 정박하기 때문에 시민 건강에 큰 위협이 되고 있어 이에 대한 대책마련이 시급한 상황이다.⁵⁾ 이에 본 연구는 다양한 문헌검토를 통해 크루즈선에서 발생하는 환경오염 실태와 피해상황을 분석하고, 이에 대한 국제적 규제동향과 선사, 항만 및 정책 당국 등 이해관계자들의 오염저감 대책을 검토함으로써 지속가능한 크루즈산업 발전방안을 제시하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존문헌들을 고찰한 후, 3장에서 크루즈선에 의한 환경오염 실태, 부산항에서 크루즈선박에 의해 발생하는 주요 환경오염원 추정, 그리고 크루즈선 기인 환경오염에 대한 국제적 규제 동향을 고찰한다. 이어 4장에서 이해관계자별 크루즈선 환경오염 저감방안을 검토한 후 5장에서 정책대안을 제시한다.

3) The Guardian, "The world's largest cruiseship and its supersized pollution problem", 21 May 2016.

4) 한국해양수산개발원, 『항만도시 미세먼지 대책수립 시급』, KMI 동향분석보고서, 2017.5.

5) 초대형 크루즈선은 시간당 연료소모량이 디젤승용차 1,000대의 연료를 소모하고, 차량 3백50만대에 달하는 이산화탄소를 배출한다. 총 3천명에 달하는 승객과 승무원이 탑승하는 크루즈선의 경우 평균적으로 주당 50톤의 고형폐기물과 하루 50톤의 하수를 배출하며(Butt, 2007), IMO에 따르면 크루즈승객은 하루 평균 3.5kg의 쓰레기를 배출하는 것으로 조사되었다.

II. 기존문헌 고찰

Butt(2007)는 사우스햄튼항을 대상으로 크루즈선에 의한 환경오염과 이를 줄이기 위한 방안을 선사 및 항만 측면에서 제시하였다. 그는 고형폐기물 등을 해양에 방기하기 보다는 선상 폐기물 처리와 같은 보다 지속가능한 접근방식을 제시하였으며, 항만들도 충분한 폐기물 재활용시설을 갖추어야 한다고 주장하였다. 이를 위해서는 크루즈선사, 항만운영사, 항만공사 등 관계자들의 긴밀한 협력과 폐기물 처리 및 관리를 위한 기술개발이 중요하다고 주장하였다. Caric & Mackelworth(2014)는 동지중해지역 아드리아해 연안을 대상으로 크루즈선에 의한 환경오염의 종류와 쓰레기 관리실태를 문헌연구를 통해 검토하였다. 그 결과, 크로아티아를 비롯한 체제전환국의 경우 크루즈선이 유발하는 환경오염에 대한 효과적인 모니터링, 관리체계, 정책조정능력이 부족하기 때문에 기항지 커뮤니티와 통합된 쓰레기 관리정책이 필요하고, 환경문제의 국제적 성격을 감안할 때 아드리아해 연안의 크루즈선 환경오염 저감을 위해서는 지역적 차원의 공조체계가 중요하다고 역설하였다. Hall 외(2017)는 크루즈선사들의 환경오염 관리에 대한 보고체계(environmental reporting)에 대해 2008년 47개 선사, 2013년 53개 선사를 설문조사를 통해 조사하여 선사들의 환경오염 저감방안과 고객에 대한 보고체계를 비교분석하였다. Pallis 외(2017)는 지중해연안 52개 크루즈항만들을 대상으로 쓰레기수거시설(Port Reception Facilities)과 쓰레기 관리실태에 대한 온라인 설문조사를 실시하였다. 설문조사를 통해 항만내 쓰레기 저장시설, 쓰레기 처리방식을 비교하였고, 각 항만의 쓰레기 처리비용방식을 고찰하였다. CLIA(2017)는 회원선사들을 대상으로 폐수처리방식과 대기오염 저감실태를 조사하였다. 회원사들은 대기오염을 줄이기 위해 청정연료사용 또는 최신행 엔진, 배출가스청정시스템(스크러버), 육상전원공급장치 등을 이용하고 있으며, 폐수처리와 관련해서는 첨단폐수처리시스템(AWTS), 항만내 설치된 폐수수거시설 이용 그리고 자발적인 폐수방류금지 조치를 시행하고 있는 것으로 나타났다. Pallis & Vaggelas(2019)는 크루즈관광 성장에 따라 발생

하는 환경오염 관리를 통해 지속가능한 크루즈항만의 성장전략으로 충분한 쓰레기처리시설(인프라), 효율적인 크루즈터미널 운영조직, 균형잡힌 크루즈선 스케줄관리, 지역커뮤니티와의 협력 등을 제시하였다.

이상에서 살펴본 것처럼 크루즈선에 의한 환경오염 관련연구는 지금까지 미국과 유럽 등 주요 크루즈시장에 속한 국가들을 중심으로 이루어지고 있다. 반면 아직까지 국내에서는 크루즈관광 활성화에 정책 초점이 맞추어져 있어서 크루즈선 관련 환경오염에 대한 관심 부족과 이에 따른 관련연구가 전무한 실정이다. 지속가능한 크루즈산업 발전과 더불어 국민 삶의 질 개선이라는 측면에서 크루즈선에 의해 발생하는 환경오염의 실태분석과 저감방안에 대한 보다 많은 연구가 필요한 시점이다.

■ 표-1. 크루즈선 환경오염관련 기존연구 ■

저자	연구내용	분석방법	분석대상
Butt(2007)	크루즈선에서 발생하는 쓰레기 처분 및 관리방안을 선사 및 항만측면에서 고찰	문헌연구	사우스햄튼항
Caric & Mackelworth(2014)	현지국가의 오염 모니터링과 관리, 정책조정이 부족하므로 지역적 차원의 협력체계 구축이 중요	문헌연구	아드리아해
Hall 외(2017)	크루즈선사의 환경관리 보고체계 및 성과 평가	설문조사	크루즈선사
Pallis 외(2017)	크루즈항만의 쓰레기수거시설(PRF)과 관한 효과적 운영방안	설문조사	지중해
CLIA(2017)	크루즈선사의 쓰레기 및 대기오염 관리실태	문헌연구	CLIA 회원 크루즈선사
Pallis & Vaggelas (2019)	크루즈산업의 지속가능한 성장을 위한 이해관계자들의 과제 검토	문헌연구	-

Ⅲ. 크루즈선에 의한 환경오염 실태와 규제

1. 크루즈선 환경오염 실태

크루즈산업의 경제적 효과는 크루즈선 입항에 따른 선박입출항료, 정박료, 항만시설 사용료 등과 같은 직접적 효과 외에도, 크루즈선 승객과 선원이 기항 도시에 하선하여 관광을 함으로써 숙박, 관광 대리점, 선용품 공급 등 간접적 효과를 발생시킨다. 구체적으로 7만 톤급 크루즈선 1척의 연간 모항 운영비가 약 3억 원을 상회하고, 1,497명의 고용유발효과가 있는 것으로 조사된 바 있다.⁶⁾ 그러나 이러한 크루즈관광에 따른 다양한 경제적 편익에도 불구하고 크루즈 관광객 증가에 따라 다양한 쓰레기가 발생하고 수질 및 대기오염이라는 환경문제가 발생한다. 특히 크루즈 선은 다른 화물선과 비교했을 때 가장 많은 양의 쓰레기를 발생시키기 때문에 환경오염에 대한 심각성을 인지할 필요가 있다.⁷⁾

크루즈선은 연료 연소에 따라 SOx, NOx, PM 등의 배출가스를 발생시켜 인체에 심혈관질환, 조산, 폐암과 같은 심각한 피해를 미치는 한편, CO2 등을 배출하여 지구온난화에도 영향을 미친다. 미국 환경보호국(EPA)에 의하면 크루즈선이 하루평균 해상에서 배출하는 SOx는 차량 150만대 분량이고, 미세검댕이는 차량 1백만 대 분량을 초과하는 것으로 알려지고 있다.

한편 크루즈선의 경우 승객과 승무원들이 소비하는 막대한 양의 식음료 외에 세탁, 수영장, 의료시설, 화장실, 스파, 드라이클리닝 등에서 발생하는 하수(sewage water)가 있다.⁸⁾ 이러한 하수에는 대변 박테리아와 바이러스, 병원균, 위험 폐기물과 의약품 등이 함유되어 있어 인체 및 해양생물들에게 심각한 피

6) 해양수산부, 『제1차 크루즈산업 육성 기본계획』, 2016.3. p.12.

7) Butt (2007)에 따르면 크루즈선박은 전 세계 선박량의 1% 미만에 불과하지만 전 세계 상선에서 발생하는 쓰레기의 25%를 차지하고 있음

8) 하수(sewage)는 화장실이나 의료시설 사용물을 의미하는 오수(black water)와 샤워, 설거지, 세탁 사용물을 의미하는 중수(grey water)로 구분됨

해를 미친다. 일반인들이 이들 하수에 감염된 물이나 해산물을 섭취할 경우 위장병, 설사, 구토, 이비인후과계통 질병, 간염 및 호흡기질환에 노출되게 된다. 또한 이들 오폐수로 인한 질소와 인산 과잉으로 해조류의 과잉성장을 촉진하여 수중 산소량을 결핍시켜 어류, 조개류, 산호초 등 수중생물들의 질식사를 유발한다. 미국 EPA는 3,000명 승선하는 크루즈선의 경우 주당 15만 갤런의 오수를 배출하며 전 세계적으로 크루즈선에서 방출되는 하수는 연간 10억 갤런(38억 리터)에 달하는 것으로 추정하고 있다.⁹⁾ 또한 Copeland(2011)에 따르면 승객과 승무원 3,000명이 타고 있는 크루즈는 일주일에 약 50톤의 고형폐기물(플라스틱, 종이, 나무, 음식 등), 9톤(25,000갤런)의 기름기 있는 물, 79톤(210,000갤런)의 하수 등이 발생한다.¹⁰⁾

이처럼 크루즈선에 의한 다양한 환경오염이 사회적 이슈로 부상하자 주요국은 물론 크루즈선사들도 환경오염 저감방안을 자체적으로 시행하고 있으나 아직까지 만족할 만한 수준에 이르지 못하고 있다. 최근 지구의 친구(Friends of the Earth)라는 민간단체가 16개 크루즈선사를 대상으로 하수처리, 대기오염 저감, 수질준수 여부, 투명성 네 가지 환경요인 측면에서 평가한 결과, 세계 최대 크루즈선사인 Carnival Cruise Line과 7개 자회사들은 불법적인 환경오염행위로 인해 F등급을 받았다.¹¹⁾

9) Quartz, "Cruise ships dump 1 billion gallons of sewage into the ocean every year", 2014.12.10.(2019. 10. 2 접속)

10) Copeland, C., 2011, *Cruise Ship Pollution: Background, Laws and Regulations, and Key Issues*, p.5.

11) 카니발그룹 선사들은 폐수와 플라스틱을 바다에 무단 방류하고 연방기준을 초과한 대기오염을 배출하는 등 5년간의 근신기간을 위반하여 2019년 6월 미국정부로부터 2,000만 달러의 추가 벌금을 부과받았다.

| 표-2. 2019 크루즈선사 환경대책 평가 |

크루즈선사	하수 처리	대기오염저감	수질준수	투명성	위법행위	종합등급
Disney	A	D+	A	A		A-
Princess	B	C	A-	F	✓	F
Norwegian	A	D-	A	F		C-
Holland America	B+	D-	A	F	✓	F
Seabourn	A	F	B+	F	✓	F
Celebrity	A	D-	N/A	F		D+
Cunard	A	F	N/A	F	✓	F
Regent Seven Seas	C-	F	A	F		D
Royal Caribbean	A	F	N/A	F		D
Carnival Cruise	F	D	A	F	✓	F
Silversea	D	F	A	F		D
Oceania	C-	F	C+	F		D-
MSC Cruises	C-	F	N/A	F		F
P&O Cruises	D-	F	N/A	F	✓	F
Costa	F	F	N/A	F	✓	F
Crystal	F	F	N/A	F		F

자료: Friends of the Earth, 2019 Cruise Ship Report Card, 2019.

2. 부산항 크루즈선 환경오염 실태 추정

부산항의 크루즈선 환경오염 실태를 조사하기 위하여 부산항만공사(BPA)에 관련자료를 문의해 본 결과, 크루즈 선박에서 나오는 폐기물은 선사에서 민간 폐기물업체로 바로 보내지기 때문에 실태자료가 없다는 답변을 들었고, 이에 부산항을 이용하는 대표적인 해외크루즈선사들의 대리점 세 곳에 폐기물 자료에 대한 요청하였으나 영업비밀이라는 이유로 자료를 제공받지 못했다. 이에 본 연구에서는 2018년 부산항입출항 크루즈선박 데이터와 기존문헌들을 참조하여 부산항 크루즈선 환경오염 실태를 고형쓰레기(solid waste), 하수(sewage), 대기오염 세 가지 측면에서 추정해 보았다.

먼저 2018년 한 해 동안 부산항을 방문한 크루즈선박에서 발생한 고형쓰레

기를 추정하기 위해 Caric의 연구결과(2010)에 의거 크루즈선 승객은 하루 4kg의 고형쓰레기를 배출한다고 가정하였다.¹²⁾ 이에 따라 총고형쓰레기배출량은 다음과 같이 산출할 수 있다.

$$TSW = PW \times D \times P \quad (1)$$

TSW=총고형쓰레기배출량, PW=1인 1일 고형쓰레기배출량, D=평균체류일, P=승객수

표-3. 부산항 크루즈선 기인 고형쓰레기 발생량(2018년)

선형	적용톤수	적용승객수	2018년 입항척수	고형쓰레기 배출량
2.5만톤 미만	2만톤	800명	12	15,974 kg
2.5~7만톤 미만	5만톤	2,000명	33	109,824 kg
7~10만톤 미만	8.5만톤	3,000명	5	24,960 kg
10~15만톤 미만	12.5만톤	3,800명	32	202,342 kg
합계		13.4만명	82	353,100 kg

주: 1) 부산항 평균체류시간은 10시간(0.416일) 적용 (BDI 인포그래픽 87호, 2016)

2) 예시 : 2.5만톤 경우 800명×4kg×0.416일×12척=15,974kg

이에 따르면 2018년 부산항 크루즈선에서 발생한 고형쓰레기 총배출량은 353,100kg(353톤)에 이르는 것으로 추정된다.

다음으로 하수발생량은 추정하기 위해 Butt(2007)의 연구결과에 의거 크루즈승객 1인당 하루 오수(black water)는 20~40리터, 중수(grey water)는 120~300리터 발생한다고 가정하였다.¹³⁾ 이에 근거한 2018년 부산항 크루즈선 오폐수 발생량은 다음과 같이 추정할 수 있다.

12) Caric, H., 2010, Direct Pollution Cost Assessment of Cruising Tourism in the Croatia Adriatic, *Financial Theory and Practice* 32(2), pp. 161-180.

13) Cohen(2008)은 대형크루즈선 승객의 하루 오수배출량을 40리터로 추정하였으며, Klein(2003)은 하루 중수배출량을 340리터로 추정하였음

| 표-4. 부산항 크루즈선 기인 하수 발생량(2018년) |

선형	적용톤수	적용승객수	2018년 입항척수	하수 배출량
2.5만톤 미만	2만톤	800명	12	559~1,358 kl
2.5~7만톤 미만	5만톤	2,000명	33	3,844~9,335 kl
7~10만톤 미만	8.5만톤	3,000명	5	874~2,122 kl
10~15만톤 미만	12.5만톤	3,800명	32	7,082~17,199kl
합계		13.4만명	82	12,359~30,014kl

주: 1) 부산항 평균체류시간은 10시간(0.416일) 적용 (BDI 인포그래픽 87호, 2016)

2) 예시 : 2.5만톤 경우 800명×140~340리터×0.416일×12척= 558~1358kl

이에 따르면 2018년 부산항 크루즈선에서 발생한 총오수량은 최소 12,359kl에서 최대 30,014kl에 달하는 것으로 추정된다.

한편 대기오염 배출량을 추정하기 위한 산출식은 다음과 같다.

$$E = P \times LF \times EF \times A \quad (2)$$

단 E = 오염원별 배출량

P = 엔진마력(Kw), LF = Load Factor, EF = Emission Factor, A = Activity hour

Carr & Corbett(2017)는 크루즈선 총톤수(GT)와 주엔진출력과의 관계를 알아보기 위해 CLIA 크루즈선박통계를 활용하여 OLS 회귀분석을 한 결과 상관계수(coefficient)가 0.630이라는 것을 얻었다.¹⁴⁾ 여기에 미국 EPA가 사용하는 항만관련 Emission Factor와 Load Factor(0.7로 가정)를 적용한 부산항 크루즈선에서 발생한 시간당 대기오염원별 배출량을 구할 수 있고, 여기에 2018년도 부산항 크루즈선 평균체류시간(10시간)과 입항척수를 곱해주면 연간 대기오염원별 배출량을 산출할 수 있다.¹⁵⁾ <표 5>에 따르면 2018년 부산항 크루즈선에서 발생한 배출가스량은 SOx 11톤, NOx 367톤, PM2.5 4.7톤, CO2 1만 8천톤

14) Carr & Corbett, 2017, *Evaluation of Cruise Industry Global Environmental Practices and Performance*, pp.19~21.

15) Load Factor를 0.7로 가정한 근거는 IMO의 Third Greenhouse Report(2014)에서 사용한 수치를 적용한 것임.

가량 달하는 것으로 추정된다.

표-5. 부산항 크루즈선 기인 대기오염 배출량(Kg, 2018년)

선형	적용톤수	추정엔진 마력	CO ₂	SO _x	NO _x	PM _{2.5}
2.5만톤 미만	2만톤	12,600	683,760 (5,698)	420 (3.5)	13,968 (116.4)	180 (1.5)
2.5~7만톤 미만	5만톤	31,500	4,701,180 (14,246)	2,904 (8.8)	96,030 (291)	1,221 (3.7)
7~10만톤 미만	8.5만톤	53,550	1,210,900 (24,218)	750 (15.0)	24,750 (495)	320 (6.4)
10~15만톤 미만	12.5만톤	78,750	11,396,800 (35,615)	7,072 (22.1)	232,864 (727.7)	3,008 (9.4)
합계			17,992,640	11,146	367,612	4,729

- 주: 1) 추정엔진마력 = 총톤수×0.630
 2) Load Factor = 0.7
 3) Emission Factor: 미국 EPA기준 적용(NO_x=13.2, SO_x=0.40, Pm2.5=0.17, CO₂=646.08)
 4) 괄호안은 시간당 대기오염원별 배출량

3. 크루즈선 기인 환경오염 규제동향

해양오염에 대한 주요 국제표준 규약으로는 국제해사기구(IMO)가 1973년 채택하여 1978년 개정한 ‘선박으로부터의 오염방지협약(MARPOL 73/78)’이 있다. 동 협약에 서명한 국가에 등록된 크루즈선박은 MARPOL 규정을 준수해야 한다. 하지만 MARPOL 협약의 강제화에 대한 최종적인 책임은 해당 선박이 등록된 기국(flag state)에 있다.

MARPOL은 6개 부속서로 구성되어 있는바, 부속서 I은 기름에 의한 오염 규제(협약발효 1983.10.2.), 부속서II는 벌크형태 유해 액체물질에 의한 오염 규제(협약발효 1987.4.6.), 부속서 III은 유해물질에 의한 오염방지(협약발효 1992.7.1.), 부속서IV는 하수(sewage)에 의한 오염방지(협약발효 2003.9.27.), 부속서 V는 폐기물(garbage)에 의한 오염방지(협약발효 1988.12.31.), 부속서 VI은 대기오염에 의한 오염방지(협약발효 2005.5.19.)이다. MARPOL 부속서 V에 따르면 협약 당사국 정부는 항구 및 터미널에 쓰레기를 처리하기 위한 수

용시설(Port Reception Facility)을 갖추어야 한다. 또한 2013년 이후 선주들은 선박에 선적되는 화물이 해양환경에 유해한 것으로 분류될 경우 해상배출이 금지되고 육상시설에서 처리해야 한다. 양륙 혹은 소각되는 고형폐기물은 플라스틱류, 생활쓰레기, 소각재 등으로 분류해서 폐기물 기록부(Garbage Record Book) 또는 공식 항해일지에 기록 후 보관해야 한다. 그러나 현재 MARPOL 협약에는 오수(gray water)에 관한 규정이 없다. 또한 국제협약인 MARPOL과 연안국들간 규제 정도의 불일치문제가 있다. 예를 들어 MARPOL 부속서 IV는 최소한의 하수처리시설을 갖출 것을 규정하고 있으나 미국 등 일부 국가는 비준을 하지 않아 해당 규정이 없는 실정이다. 이에 따라 크루즈선사들은 국제협약 보다 상대적으로 덜 엄격한 연안국 기준을 따름으로써 해양환경 규제망을 교묘히 빠져나가고 있다. 게다가 MARPOL 협약은 그 자체로서 집행체계가 없다. 따라서 MARPOL의 성공은 연안국이나 기국의 활발한 집행활동에 의존할 수밖에 없고, 이는 상이한 관할권(국가)간 비일관적 집행이라는 약점으로 나타날 수 있다.¹⁶⁾

■ 표-6. 크루즈선박 관련 오염원과 IMO 협약 ■

오염원	세부내용	IMO MARPOL 규정
기름(oil)	기름기 있는 발지수(bilge water)와 페오일	MARPOL 부속서 I (기름수, 폐기름 방출 및 폐기에 관한 Oil Record Book 작성 의무화)
유해물질 (hazard waste)	사진현상, 드라이클리닝, 프린트, 형광등, 수은등, 배터리 등에 사용하는 화학물질	MARPOL 부속서 III
오폐수 (sewage & waste water)	-오수(gray water): 샤워, 설거지, 세탁 사용물 -폐수(black water): 화장실, 의료시설 사용물	MARPOL 부속서 IV (육상 4마일 이내 방류 금지 처리된 오수는 12해리 내 방류 가능)
고형쓰레기 (solid waste)	유리, 양철, 플라스틱, 종이, 판지, 캔, 음식물 쓰레기 등	MARPOL 부속서 V
대기오염	SOx, NOx, CO, VOC	MARPOL 부속서 VI

자료: Butt(2007), Caric & Mackelworth(2014) 토대로 저자 작성

16) Friends of Earth, 2009, *Getting a Grip on Cruise Ship Pollution*, pp.19-20.

1) 배출가스 규제

크루즈선에서 발생하는 대기오염을 줄이기 위한 방안으로는 청정연료를 사용하거나 크루즈선이 부두에 정박해 있는 동안 전원을 공급하는 육상전원공급장치(cold ironing) 그리고 스크리버(scrubber) 장착 등이 있다. 이 가운데 청정연료와 육상전원공급장치가 최적의 대안으로 꼽힌다.

국제해사기구(IMO)는 MARPOL 부속서 6에 의거하여 선박에서 발생하는 대기오염 규제하는 국제규약을 발효 중이다. 이에 따르면 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 오존파괴물질(ODS), 휘발성유기화합물(VOC)을 주요 규제대상 오염원으로 규정하고 있다. 또한 IMO는 선박에서 발생하는 온실가스(GHG) 감축을 위한 기술적 운영적 저감 조치들을 검토하고 있다. 황산화물(SOx)의 경우 MARPOL 부속서 6 규정 14호 의거하여 전 세계 선박에서 사용하는 연료의 황함유량을 3.5%로 강제화하고 있으며 내년(2020년) 1월부터 0.5% 수준으로 감축할 예정으로 있다. 지역별로는 북미와 미국 카리브해 배출통제구역(ECA)은 2015년 1월부터 황함유량 0.1% 미만 연료를 사용하거나 동일수준의 배출가스를 유지하기 위한 스크리버 장착을 의무화하였다. 유럽 역시 EU 지침(Directive)에 의거하여 유럽해역을 운항하는 선박의 황함유량을 2020년 0.5%로 제한하여 국제규약과 일치시키고 있다. 중국 역시 보하이만, 장강삼각주, 주강삼각주 3개 지역에 대해 황 연료함유량을 0.5% 수준으로 단계적으로 시행하고 있다.

■ 표-7. IMO MARPOL 부속서6 질소산화물(NOx) 배출규제 ■

Tier	선박건조일	Total weighted cycle emission limit (g/kWh)		
		rpm <130	130 ≤ rpm ≤ 1999	rpm ≥ 2000
I	2000년 1월 1일 이후	17.0	$45 \cdot n^{(-0.2)}$ e.g., 720 rpm - 12.1	9.8
II	2011년 1월 1일 이후	14.4	$44 \cdot n^{(-0.23)}$ e.g., 720 rpm - 9.7	7.7
III	2016년 1월 1일 이후	3.4	$9 \cdot n^{(-0.2)}$ e.g., 720 rpm - 2.4	2.0

자료: IMO 홈페이지

질소산화물(NOx)의 역시 MARPOL 부속서 6에 의거하여 NOx 배출통제구역을 운항하는 선박에 대해 2016년 1월부터 배출규제를 실시하고 있다. NOx 배출통제구역에서는 모든 선박들이 Tier III NOx 배출기준에 부응하는 디젤엔진을 사용하여야 한다. MARPOL 부속서 6 규정 13호에 의하면 선박에 대한 NOx 통제를 디젤엔진과 연계시키고 있다.

한편 국가 차원에서 미국의 경우 캘리포니아 대기자원국(CARB)은 원양선박과 관련한 일련의 규제를 채택하고 있다. 먼저 원양선박들은 연안선 24해리 이내에서는 저유황유를 사용하거나 동일한 배출감소 효과를 달성할 수 있는 장비기술을 사용하여야 한다. 또한 선상 소각 시 기록관리와 보고를 의무화하고 있으며 소각은 연안에서 3해리 이상 떨어진 상황에서 행할 것을 요구하고 있다. 그 외 캘리포니아 항만과 20해리 이내 해역을 통과하는 선박은 온실가스와 여타 배기가스를 줄이기 위해 선박속도저감(VSR) 프로그램에 참여하도록 강제화하고 있다. 한편 캘리포니아 대기자원국(CARB)은 연 5회 이상 캘리포니아 항만에 기항하는 대형 컨테이너선과 여객선에 대해 육상전원공급장치를 이용하거나 배출가스 저감장치인 스크러버 장착을 의무화하고 있다.

중국의 경우 2016년 1월부터 보하이만, 장강삼각주, 주강삼각주 지역에 있어서 황함유량 0.5% 미만 연료를 사용할 것을 강제화하였고, 2017년 1월부터는 이들 핵심 배출통제구역 항만에 정박 중인 선박들로 확대하였고, 2018년 1월부터는 모든 배출통제구역 항만 내에서 적용되도록 단계적으로 확장하였다. 2018년 하반기 확정된 새로운 황함유량 기준에 따르면 2019년 1월부터 배출통제구역에 입항하는 모든 선박은 황함유량 0.1% 미만 기준을 준수하여야 하며, 2020년 1월부터 내륙 배출통제구역을 운항하는 원양선박도 황함유량 0.1% 미만 기준을 준수하도록 결정하였다.¹⁷⁾ 호주 해사안전청(AMSA)은 최근 지침을 통해 시드니항에 정박하는 승객수 100명 이상의 크루즈선박의 경우 연료의 황함유량을 0.1% 미만으로 규제하기로 하였다. 황배출규제 적용시점은 선박접안 후 1시간이 경과한 시점부터 선박 출항 전 1시간까지로 설정하였다.

17) Yin Ming, 2019, *Promotion of Shore Power in China: Challenge and Opportunities*, 2019 Asia Port Economist Conference, Busan.

2) 하수 배출 규제

일반적으로 오수를 처리하는 데에는 크게 세 가지 방법이 사용되고 있다. 첫째, 크루즈선들은 전통적인 해양위생장치(Marine Sanitation Devices, 일명 Type II MDSs)를 사용한다. 둘째, 크루즈선들은 선진오수처리기술(AWTS)을 사용하여 보다 개선된 오수의 처리, 살균, 슬러지 처리과정을 제공한다. 하지만 AWTS는 모든 금속용해물질과 영양소를 제거하는데 문제가 있어 해양생태계에 해로운 물질을 방출하게 된다. 세 번째 방법으로 가장 환경보호적인 방법은 크루즈선 선상에 오수처리시설을 갖추어 환경에 민감한 연안이나 해양보호구역에 오수를 방류하지 않는 것이다.

국제해사기구(IMO)의 MARPOL 부속서 4에 따르면 총톤수 400톤 이상 선박은 승인된 오수처리시설을 구비하든가 오수보관탱크를 갖추어야 한다. 또한 4노트 이상의 속도로 육지로부터 12해리 이상 떨어져 운항할 경우 한정된 양의 미처리 오수 배출을 허용하고 있다. 한편 발틱 특별해역(Baltic Sea Special Area)의 경우 MARPOL 부속서 4 11조 3항에 의거 승인된 오수배출시설을 운영하는 경우를 제외하고는 특별지역에서 여객선의 오수배출은 금지하고 있으며, 선박에서의 오수배출은 엄격한 질소 및 인 기준을 충족하여야 한다. 부속서 4 12조에 의하면 선박들이 11조의 요구사항을 준수하길 희망하는 국가들은 항만이나 터미널에 선박의 지체를 야기함이 없이 충분한 용량의 오수수용시설을 제공해야 한다. 해양환경보호위원회(MEPC) 69 총회에서 발탁해 특별지역에서는 2019년 6월부터 신조 여객선에 대해, 그리고 2021부터는 기존 여객선에 대해 상기 조항을 시행하기로 합의하였다. 미국의 경우 전장 20m 이상이거나 탑승자가 15명 이상인 선박의 경우 Type II(처리장치를 통한 배출) 또는 Type III(오수보관탱크) 해상위생시설(Marine Sanitation Device: MSD)을 반드시 사용해야 한다. Type II MSD는 본질적으로 IMO형 구형 오수처리시설(STP)과 동일하다. 그러나 2010년 1월부터 모든 미국 선박은 선상에 해상위생시설을 위한 국제오수오염방지협약서(ISPPC) 혹은 자발적 의무이행서(Statement of Voluntary Compliance; SOVC)를 획득해야 한다. 또한 미국 EPA는 청정수질

법(Clean Water Act) 312조항에 의거, 선박의 오수 배출을 엄격하게 금지하는 오수배출금지구역(No Discharge Zone; NDZ)을 지정하고 있다. 오수배출금지구역(NDZ)에서는 처리된 오수든 미처리된 오수든 배출이 금지되어 있으며, 선박들은 육지 혹은 육상에서 3마일 이상 떨어진 해상에서의 적절한 처리를 위해 선상에 오수탱크를 설치해야 한다.

3) 쓰레기 규제

일반적인 선상 쓰레기 처리방법은 다음과 같다. 최근 카니발사는 자사 M/S Fantasy호에 플라즈마 에너지를 사용하여 가연성 쓰레기를 파괴하는 PAWDS(Plasma Arc Waste Destruction System)을 시험적으로 장착하여 운항하고 있다. 가장 친환경적 크루즈선사로 평가받고 있는 디즈니크루즈라인(DCL)의 경우 선상발생 쓰레기 종류에 따라 상이한 색깔의 쓰레기수거함을 사용하고, 신속하게 쓰레기처리장으로 이동시켜 <표 8>과 같은 방안들을 활용하여 처리하고 있다. 또한 환경책임자가 승선하여 직원교육 및 승객들에 대해 환경에 대한 중요성을 지속적으로 홍보하고 있다.

■ 표-8. 선상 쓰레기 처리방안 ■

처리방안	내용
압축기	쓰레기를 압축하여 부피를 작게 하여 보관
분쇄기	음식물 쓰레기를 잘게 분쇄하여 세척한 후 바다에 방출
펼퍼	종이류와 판지를 혼용지로 만들어 바다에 방출
절단기	금속, 유리, 플라스틱 등을 잘게 갈아서 보관하거나 바다에 방출
소각로	재활용이 불가능한 쓰레기를 소각한 후 바다에 방출하거나 육상에서 처리
오수처리장치	오수와 폐수를 처리하기 위해 현재적인 물세정시스템(AWP)과 멤브레인생물반응기(Membrane Bio-Reactors; MBR) 사용

자료: Butt, N, The Impact of Cruise Ship generated Waste on Home Ports and Port of Call: A Study of Southampton, Marine Policy, Vol. 31, PP. 591-598, 2007.

Ⅳ. 크루즈선 기인 환경오염 저감방안

1. 크루즈선사의 환경오염 저감방안

국제크루즈선사협회(CLIA)는 회원사들을 대상으로 환경오염 방지와 쓰레기 감량이라는 공동의 목표 하에 세부 지침 및 기술을 공유하고 있다. 먼저 대기오염 방지를 위해서는 선상에 소위 스크러버라고 불리는 배출가스정화시스템(EGCS)을 구비하거나 육상전원공급장치를 활용하여 배출가스를 줄이고 있다. 향후에는 국제협약 등에 선제적으로 대응해 나가기 위해 청정연료 사용이나 LNG 연료선박의 비중을 높여 나갈 계획이다. 하수처리를 위해서는 선진하수처리시스템(AWTS)을 모든 선박에 장착할 예정으로 있다. 그 외 폐식용유의 경우, 재활용을 위해 육상까지 가져오거나 직접 소각하거나 연소시켜 전기로 활용할 계획이다. 가정용폐기물(domestic wastes)¹⁸⁾의 경우 쓰레기 분쇄 압축기, 파쇄기, 소각장 등을 사용하여 부피를 줄이도록 하고 있다. 유리병, 알루미늄, 기타 금속 등은 유형별로 분리되어 재활용과 재사용을 적극 추진해 나갈 방침이다.

표-9. 크루즈선사들의 환경오염 저감방안

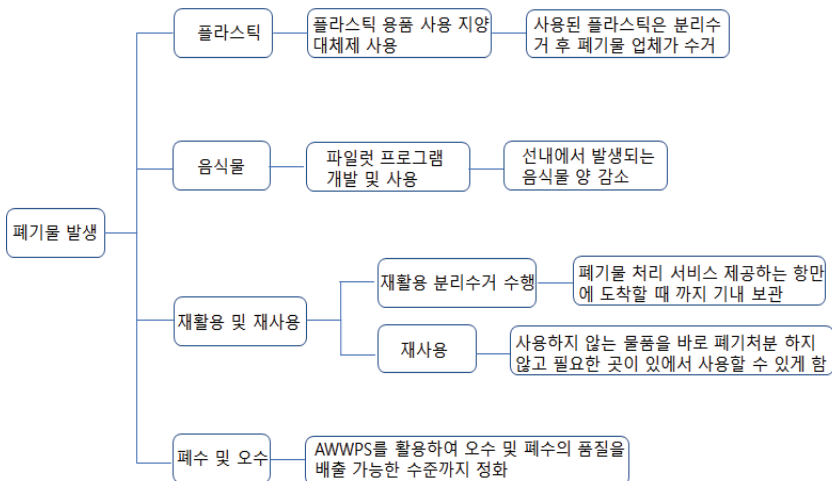
오염원	저감방안	척수	수용능력	비중	비고
대기 오염	배출가스정화시스템	129	356,326	68.1%	오픈루프 80척 (하이브리드 49척)
	LNG	2	6,572	1.3%	신조선 26척(전체신조선 44%)
	대체연료	152	363,164	69.4%	MGO, VLSFO 등 저유황유
	육상전원장치	59	157,245	30.1%	신조선 20척(전체신조선 33%)
하수	선진하수처리시스템	157	355,428	68.0%	신조선 88척(전체신조선 100%)

자료 : CLIA, Environmental Technologies and Practices Report, 2019. 9.참고로 작성

18) 크루즈선 내에 있는 거주 구역에서 발생하는 모든 종류의 폐기물을 의미함. 오수 및 폐수는 포함되지 않음.

카니발 크루즈는 일회용 플라스틱용품의 사용을 줄이기 위해 빨대가 필요 없는 컵 등을 대체재로 사용한다든지, 선내 음식물 쓰레기를 줄이기 위해 식품 조달, 식자재 준비 및 소비, 폐기에 이르는 파일럿프로그램을 시행하고 있다. 또한 오폐수의 상태를 배출가능한 표준 수준까지 정화하기 위해 AWWPS (Advanced Waste Water Purpose System)를 활용하고 있다.

■ 그림-1. 카니발크루즈 선사 쓰레기 처리 프로세스 ■



주: 홈페이지 내용을 참조하여 작성

2. 주요 국가의 크루즈선 환경오염 저감방안

핀란드 헬싱키항은 크루즈선사들의 자발적인 환경오염 저감 인센티브정책의 일환으로 "No Special Fee(NSF) 시스템"을 적용하고 있다. NSF시스템이란 '선박에서 발생하는 쓰레기의 수거, 처리, 처분과 관련한 요금부와 시스템으로 항만이용료(harbor fee)에 포함되거나 그렇지 않을 경우 선박의 쓰레기 배출여부에 관계없이 지불해야 하는 비용'이라고 정의된다.¹⁹⁾ 따라서 NSF시스템을

19) HELCOM Recommendation 28E/10

시행하는 항만에 기항하는 선박들은 쓰레기 발생유무에 관계없이 동일한 항만 이용료를 지불해야 한다. 이 시스템의 목적은 선박들이 쓰레기를 육상으로 가져와 처리하도록 조장함으로써 항만간 불필요한 쓰레기 흐름을 피하고 쓰레기의 해상 폐기를 막는데 있다. 선박에서 발생한 폐기물 처리비용은 크루즈 선박의 총톤수(GT)에 근거하여 부과되며, 해당 수입은 오로지 쓰레기 수거시설에 대한 설치, 운영, 유지보수와 해당쓰레기의 처리비용으로만 사용되도록 함으로써 항만간 경쟁왜곡을 방지하고 있다. 이외에도 2016년부터 헬싱키항은 오폐수를 항만에서 처리하는 경우 여객선 배수요금에서 20% 할인 인센티브를 제공함으로써 크루즈선이 항만도시의 하수시스템을 이용해 처리하도록 유도하고 있다.

미국은 미국 청정수질법(Clean Water Act) 402조에 따라 모든 상선의 오폐수는 NPDES²⁰⁾의 허가를 받아야 하고, 적절한 기준까지 정화되지 않은 오폐수를 미국 해역(3마일 이내)으로 방출하는 것을 금지하고 있다. 또한 미국 정부는 청정수질법 312조에 따라 선박 하수배출 금지구역을 지정할 수 있다. 2017년 기준으로 26개 주, 72개의 지역에 설정되어 있다.

한편 크루즈선의 고형쓰레기는 두 가지 법에 의해 규제되고 있다. 첫 째, Marine Protection, Research and Sanctuaries Act의 1항은 미국 해역 내에 쓰레기를 허가 없이 배출하게 되는 것을 불법으로 규정하고 있다. 둘째, The Act to Prevent Pollution from Ships에서는 해안에서 3해리(5.6km) 이내에 모든 쓰레기, 12해리(22km) 이내에 특정 유형의 쓰레기와 플라스틱 방류를 금지하고 있다. 한편 크루즈선박의 소유자 또는 운영자는 유해 폐기물을 자원보전회복법(RCRA)²¹⁾에 입각해 관리하도록 규정하고 있다. 이에 따르면 유해폐기물이 생성되는 시점에 취급자, 저장장소 등을 표시하도록 하고, 유해폐기물을 재활용하기 위해 크루즈선 내에 저장할 수 있도록 규정하고 있다. 기름기 있는 물의 경우 청정수질법 제 311조에 의거하여 미국수역 내 방출을 원칙적으로 금지하고 있다. 다만 12마일 (19km) 밖에서는 크루즈선이 항해하면서 물에 기름 함량이 100ppm 미만일 때 배출을 허용하고 있다.²²⁾

20) National Pollutant Discharge Elimination System

21) Resource Conservation and Recovery Act

표-10. 주요국별 크루즈선 환경오염 저감방안

오염원	국가	저감방안
대기 오염	중국	2019.1 ECA 입항 모든 선박 황함유량 0.1% 미만 2020.1 내륙지역 ECA 운항선박도 황함유량 0.1% 미만 준수
	미국 (캘리포니아)	연안선 24해리이내 저유황유 사용 의무화 선상 쓰레기 소각 시 기록관리와 보고 의무화 선박 속도 저감 프로그램 강제화(20해리 이내) 연 5회 이상 기항 선박에 대해 육상전원공급장치 이용 의무화
	호주	시드니항 승객 100명 이상 크루즈선 황함유량 0.1% 미만 규제
하수	IMO	MARPOL 부속서 4 400톤 이상 선박 하수처리시설 또는 하수보관탱크 설치 의무화
	미국	15명 이상 탑승한 선박 해양위생설비(MSD) 설치 의무화 오수배출금지구역(No Discharge Zone) 지정(Clean Water Act 312조) 알래스카 2001년부터 모든 크루즈선 폐수처리시스템(AWTS) 설치 의무화
	발틱해	발틱해 특별해역(Special Area)에서 승인된 오수처리시설 없이는 여객선 오수 배출금지 회원국 항만에 오수수용시설(PRF) 설치 의무화

자료 : Carr & Corbett(2017) 참조하여 저자 작성

V. 결 론

우리나라는 현재 2016년 수립된 제1차 크루즈산업 육성 기본계획에 따라 크루즈 활성화에 박차를 가하고 있다. 이를 위해 크루즈 전용터미널 건설은 물론, 해외 크루즈선사들을 유치하기 위해 다양한 인센티브를 제공하고 있다. 그러나 크루즈관광은 경제적 편익이라는 긍정적 효과 외에 여타 화물선에 비해 다양하고 방대한 환경오염 문제를 야기한다는 부정적 효과도 동시에 가지고 있다. 특히 크루즈 관광은 일반화물선과 달리 여러 기항지를 순회하는 특성상 환경규제가 가장 느슨한 항만에서 폐기물을 대량으로 처리할 가능성이 높기 때문에 이에 대한 대책 수립이 시급한 상황이다. 이에 따라 본 연구에서는 크루즈선

22) Carr & Corbett, 2017, *Evaluation of Cruise Industry Global Environmental Practices and Performance*, pp.1-10.

에서 발생하는 다양한 오염원과 부산항에 기항한 크루즈선들이 배출하는 쓰레기와 대기오염물질을 추정해 보았다. 나아가 크루즈선에서 발생하는 다양한 오염물질들을 줄이기 위한 국제사회 및 국가와 지역적 차원의 노력은 물론, 크루즈선사들의 환경오염 저감방안에 대해서 고찰해 보았다. 선박과 항만에서 발생하는 환경문제에 있어서 우리나라는 아직까지 화물선에 집중하고 있는 상황에서 본 논문은 세계적 이슈로 부상하고 있는 크루즈선박에 의한 환경오염을 다룬 국내 최초 연구라는 점과 부산항을 대상으로 크루즈선에서 발생하는 쓰레기, 오폐수, 대기오염원의 추정을 처음으로 시도해 보았다는데 그 의의가 있다.

향후 우리나라도 크루즈선 기항에 따른 환경오염 문제를 사전에 대비하기 위해서는 먼저 정부차원에서 국내 항만걸 통일된 관련법과 규정을 정비할 필요가 있다. 국내 해양환경관리법은 크루즈선에서 발생하는 다양한 오염물질을 규제하기에는 부족한 점이 많으며, MARPOL 협약 역시 국가 간 비준문제라든가 중수(gray water)에 대한 규제가 없다는 한계점이 있으므로 이러한 사각지역을 메워줄 법 규정이 필요하다. 다음으로 항만당국 차원에서는 먼저 크루즈선에서 발생하는 오염에 대한 모니터링(자료수집)과 쓰레기관리방안에 대한 가이드라인을 수립해야 할 것이다. 또한 선상에서 발생한 다양한 쓰레기들을 처리할 수 있는 충분한 항만수거시설(Port Reception Facilities)을 갖추는 것은 물론, 가이드라인을 잘 준수하는 선사에 대해서는 쓰레기처리비용을 삭감해 주는 인센티브를 제공함으로써 불법적인 해양투기를 사전에 방지하여야 할 것이다. 무엇보다 선박에서 발생하는 다양한 쓰레기와 폐기물, 오수 등을 효과적으로 줄여나가기 위해서는 항만공사를 중심으로 선사, 지자체, 쓰레기처리업체 등 이해관계자들의 협의체를 구성하여 지속적으로 아이디어를 공유해 나갈 필요가 있다. 크루즈선사들 역시 자체적인 쓰레기관리 및 저감대책을 수립하여 시행함은 물론, 승객과 승무원들을 대상으로 지속적인 환경교육 및 홍보를 진행해 나가야 할 것이다. 이러한 다양한 이해관계자들간 크루즈선박 환경오염 문제에 대한 인식제고와 저감노력들이 효율적으로 이루어질 때 지속가능한 크루즈산업이 가능할 것이다.

끝으로 본 연구는 국내에서 처음으로 크루즈선박에 의한 환경오염문제를 다루었다는 차별성에도 불구하고 다양한 오염원들의 배출량을 보다 엄밀한 방법을 사용하여 추정하지 못하였다는 한계가 있다. 이는 동북아지역 크루즈항만 간 환경오염 저감을 위한 지역협력체계 구축방안과 함께 차후 연구과제로 남기 고자 한다.

투고일	2019.11.04
1차 심사일	2019.12.03
게재확정일	2019.12.31

■ ■ 참고문헌

1. 두현욱, 2012, 크루즈선기인 오염물질 규제에 관한 국제법 검토와 우리나라 법제 개선, pp. 308-338
2. 최도석, 2012, 부산항 크루즈 관광산업의 현실과 과제, 해양국토21, 제 7권
3. 한국해양수산개발원, 2013, 크루즈 선박 운항 관련 법·제도 발전방안 연구, pp. 83~90
4. _____, 2017, 『항만도시 미세먼지 대책수립 시급』, KMI 동향분석보고서.
5. 해양수산부, 『제1차 크루즈산업 육성 기본계획』, 2016.3.
6. Butt, N, The Impact of Cruise Ship generated Waste on Home Ports and Port of Call: A Study of Southampton, Marine Policy, Vol. 31, PP. 591-598, 2007.
7. Caric, H., Direct Pollution Cost Assessment of Cruising Tourism in the Croatia Adriatic, Financial Theory and Practice 32(2), pp. 161-180.
8. Caric, H & Mackelworth, P., 2014, “Cruise Tourism Environmental Impacts: The Perspective from the Adriatic Sea”, *Ocean & Coastal Management*, Vol. 102, pp.350-363
9. Carr, E & Corbett, J., 2017, *Evaluation of Cruise Industry Global Environmental Practices and Performance*.
10. CE Delft, The Management of Ship-Generated Waste On-board Ships, 2016, PP.5-6.
11. CLIA, 2017, *Evaluation of Cruise Industry: Global Environmental Practices and Performance*.
12. CLIA, 2019 *Cruise Trends and Industry Outlook*, 2019.
13. Ellen Kaaasik, 2016, “Ship-generated Waste Management”, Workshop on Green Cruise Port Innovative Waste Management and Reception Facilities, Helsinki, 2016. 10.
14. Friends of the Earth, 2019 Cruise Ship Report Card, 2019.

15. _____, 2009, Getting a Grip on Cruise Ship Pollution.
16. Gerard McDonald, 2005, Pollution Prevention Guideline for the Operation of Cruise Ships Under Canadian Jurisdiction, pp.1~23.
17. Hall, C., Wood, H., Wilson, S., 2017, Environmental Reporting in the Cruise Industry, *Cruise Ship Tourism*, Walling ford, pp.441-464.
18. Svaetichin, I., Inkinen, T, 2017, Port Waste Management in the Baltic Sea Area: A Four Port Study on the Legal Requirements, Processes and Collaboration
19. Pallis, A. Papachristou, A, Platias, C, 2017, Environmental policies and practices in Cruise Ports, *Journal of Economics and Business*, Vol. 67, Iss. 1, pp. 54-70.
20. Pallis, A., Vaggelas. G, 2019, Cruise Shipping and Green Ports: A Strategic Challenge, *Green Ports Inland and Seaside Sustainable Transportation Strategies*, Elsevier, pp. 255-273.
21. Port of Helsinki, 2017, Green Cruise Port Waste Management - Port Reception Facility: Cost Efficiency and Future Prospects Report, pp. 1~15.
22. Sarah Kamitz, 2014, “Waste Management on Cruise Ships”
23. Yin Ming, 2019, Promotion of Shore Power in China: Challenge and Opportunities, *2019 Asia Port Economist Conference*, Busan.