

## 내수면 유·도선의 운항 패턴 조사에 관한 연구

### A Study on the Survey of the Cruising Pattern of Ferry & Cruise Ship in the Inland Water

김필수<sup>\*†</sup> · 손지환<sup>\*\*</sup> · 김정화<sup>\*\*</sup> · 김정수<sup>\*\*</sup> · 박건진<sup>\*</sup> · 이헌주<sup>\*\*\*</sup> · 우주형<sup>\*\*\*\*</sup>

\*(주)케이에프, \*\*국립환경과학원 교통환경연구소,

\*\*\*교통안전공단, \*\*\*\*소방방재청

Kim, Pil Su<sup>\*†</sup>, Son, Ji Hwan<sup>\*\*</sup>, Kim, Joung Hwa<sup>\*\*</sup>, Kim, Jeong Soo<sup>\*\*</sup>,

Park, Geon Jin<sup>\*</sup>, Lee, Heon Ju<sup>\*\*\*</sup> and Woo, Ju Hyeong<sup>\*\*\*\*</sup>

\*KF Co., Ltd.

\*\*Transportation Pollution Research Center

\*\*\*Korea Transportation Safety Authority

\*\*\*\*National Emergency Management Agency

#### ABSTRACT

In this study, we investigated the activity data and basic data of the surface of the water within the ship to be operated by lakes and rivers inland. In this study previously, there was no survey activity data of Ferry and Cruise ship in Korea. In order to ensure the basic data and development of measures to reduce efficiently by local governments, these studies should be performed. Therefore, in the present study was survey the activity data such as cruising time and engine load factor and the specifications of the vessels. As a result, by analyzing the cruising pattern according to the area and the purpose of the cruise, to calculate the emissions of greenhouse gases.

*Key words : Ferry and Cruise Ship, Cruising Pattern, Ship Data, Engine Load Ratio, GHG Emission*

#### 1. 서론

연료 추진체를 이용하는 수상 운송수단으로서 선박은 과거로부터 사람이나 화물을 싣고 이동하는 주요 이동수단으로 이용되고 있다. 선박에 의한 온실가스 배출량은 2012년 기준 국가 교통부문 배출량 중 약 2.7 %를 차지하고 있으며, 비도로부분 중 약 51.0 %의 높은 배출비중을 차지하고 있다(Mo-

LIT, 2013).

이러한 국내 선박의 운항목적에 따른 온실가스 배출원 분류체계는 크게 연안여객선, 연안화물선, 여선, 내수면 유·도선 그리고 레저용 선박으로 구분할 수 있으며, 연안여객선과 연안화물선의 경우, 매년 국토교통부에서 온실가스 배출량 조사를 수행하고 있다. 하지만 IPCC 배출원 분류체계 내 Inland Waterway에 속하는 내수면 유·도선이나 레

<sup>†</sup> Corresponding author : E-mail: psukim@daum.net

저용 선박의 경우에는 온실가스 배출량을 조사하기 위한 기초자료 수집 및 활동도에 대한 조사가 전무한 실정이며, 지자체에서 지속적이고 효율적인 저감대책 수립을 위해서는 이에 대한 조사 및 관리가 이루어져야 한다.

본 연구에서 구분한 내수면에서 운항하는 유선은 일반적으로 유람의 목적을 가지고 있으며, 도선은 강이나 호수 등을 건너는데 이용되는 운항목적성을 가지고 있다. 내수면에서의 유선이나 도선은 화물의 운송보다는 여객운송의 비중이 매우 높기 때문에 이용객이 있을 시 비정기적으로 운항하는 것이 대부분이다. 또한 운항하는 지역이나 목적에 따라 주로 운항하는 시기나 1회 운항소요시간이 매우 다양할 수 있기 때문에 이에 대한 조사가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 국내의 내수면 유·도선 등록현황을 이용하여 각 선박에 대한 운항패턴이 반영된 활동도 자료를 조사하고, 온실가스 배출량을 산정하기 위해 선박의 제원 및 연료사용량을 조사하여 지역 및 시간적 특성을 알아보려고 한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 국내 내수면 유·도선 현황 조사 및 분석

2014년 4월을 기준으로 등록되어 있는 국내 내

수면 유·도선은 총 1,352척이며, 광역지자체에서 등록 및 관리를 수행하고 있다. 이 중 1,123척이 무동력선이며, 동력을 이용하는 유·도선 229척 중 모터보트를 제외한 동력 유·도선은 160척이다 (Table 1 참조). 따라서 본 연구에서는 모터보트를 제외하고, 동력을 이용하는 160척을 연구범위로 설정하였다.

## 2.2 활동도 자료 수집 및 분석 결과

### 2.2.1 활동도 자료 조사 체계

내수면 유·도선에 대해 수집할 수 있는 기초자료는 소방방재청에서 문서로 관리되고 있는 등록현황자료 뿐이며, 해당 유·도선에 대한 세부 활동자료를 조사하기 위해서는 광역 또는 기초자치단체에서 관리되고 있는 정보를 수집할 필요가 있어 실제 지자체 담당자 면접조사를 실시하였다. 각 광역지자체 담당자를 통해 해당 권역에서 운영 중인 유·도선 정보 등 기초자료를 수집하였고, 기초지자체 담당자를 통해 Table 2의 항목으로 선박제원과 관련된 일반현황을 확보하였다.

하지만 해당 지자체에서는 안전 목적으로 유·도선 현황을 관리하고 있기 때문에, 일정기간 내 운항횟수나 1회 운항 시 소요시간 등 실질적인 운항 특성은 국내 운영되고 있는 유·도선 운영업체 또

Table 1. Inland vessel registration status

Category		Number
Total		1,352
Main cruising	Cruise ship	1,292
	Ferry	60
Vessel size	Subtotal	160
	Less than 5 ton	73
	More than 5 ton	76
	More than 10 ton	11
	Motorboat	69
Nonpowered vessel		1,123

Source : NEMA(2014a, 2014b)

Table 2. Collection item of ship specification

Category	Item
General specification	- Gross tonnage(ton) - Be launching (YYYY-MM-DD) - Ship's length(m) - The port of registration - Maximum speed(knot)
Kind of vessel	Cruise ship or ferry
Engine specification	- Number - Engine type(marine or vehicle or power boat engine) - Engine power - Fuel for use

Table 3. Contents of survey

1	① 한 달에 몇 회 정도 운항(동력이용) 하십니까?	(회)
	② 1 년에 몇 개월 정도 운항활동을 하십니까?	(개월)
	③ 주로 운항하시는 월별 패턴은 언제입니까?	월 ~ 월
2	④ 1회 운항 시(1 항차 시) 소요되는 시간은 얼마입니까?(왕복)	(시간)
	⑤ 운항 중 임시정박시간은 얼마입니까?(1회 순항 시 미응답)	(시간)
3	⑥ 운항하실 때 엔진은 연속최대출력의 몇 % 정도로 사용하십니까?	(%)
	⑦ 정박 시 엔진평균부하는 연속최대출력의 몇 % 정도로 사용하십니까?	(%)
4	⑧ 한 달 또는 1회 운항 시 연료사용량은 얼마입니까?	(L)

는 선주 등의 선박 담당자를 직접 방문하여 유·도선장에서 설문조사를 통해 확인하였다. 설문내용은 Table 3과 같고, 운항활동기간 및 운항시간, 엔진부하율 그리고 연료사용량에 대한 정보를 수집하였다.

### 2.2.2 현장(설문) 조사

본 연구에서 국내에서 운항 중인 내수면 유·도선의 일반현황 및 운항패턴을 현재 운항이 이루어지고 있는 27곳의 유·도선장을 방문하여 전수 조사를 실시하였다(Fig. 1 참조).

전수 조사한 대상 유·도선 등록현황은 Table 4와 같으며, 조사 당시 장기휴선 중인 선박 53척을 제외한 107척을 대상으로 해당 유·도선장을 방문하여 선박 담당자 설문을 실시하였다. 조사 당시 유선 및 도선에 대한 업계 운영현황으로 인해 임시휴선 중인 22척을 제외하면 현재 국내에서 운항



Fig. 1. Dock of ferry & cruise ship.

Table 4. Survey results of cruising ferry &amp; cruise ship

Cities	Counties	Dock(Quay)	Number of cruising ship			Steady a ship
			Sub total	Less than 5 ton	More than 5 ton	
Total			107	16	91	22
Seoul	Yeouido	Han River	7	-	7	1
	Songpa-gu	Seokchon Lake	3	-	3	-
Daegu	Dong-gu	Geumho River	1	-	1	-
Gyeonggi	Gapyeong	Cheongpyeong	2	-	2	-
		Namiseom	1	-	1	-
	Yeoju	Hadong	3	2	1	2
	Paju	Imjin River	2	-	2	-
	Gimpo	Ara Waterway	3	1	2	-
Gangwon	Chuncheon	Soyangho Lake	14	1	13	1
		Maekdo	4	-	4	4
		Jungdo	3	-	3	3
		Uiamho Lake	1	-	1	1
		Namiseom	8	-	8	-
	Yeongwol	Cheongnyeongpo	2	2	-	-
	Hwacheon	Paroho Lake	2	1	1	-
Chungbuk	Chungju	Chungju Dam	7	-	7	-
	Jecheon	Cheongpung	2	-	2	-
	Goesan	Goesanho Lake	5	3	2	-
	Okcheon	Makji-ri	2	2	-	1
	Danyang	Janghoe Ferry	3	-	3	-
		Dodam	5	4	1	-
Chungnam	Buyeo	Baengma River	16	-	16	7
Jeonnam	Mokpo	Yeongsan River	1	-	1	-
	Naju	Yeongsan River	1	-	1	-
	Yeongam	Hannam	1	-	1	-
Gyeongbuk	Pohang	Pohang Waterway	1	-	1	-
	Gyeongju	Bomun Lake	2	-	2	2
	Andong	Dosan(Bupo)	5	-	5	-

중인 내수면 유·도선은 85척으로 조사되었다.

### 2.2.3 내수면 유·도선 일반현황 및 운항패턴 조사 결과

내수면 유·도선 등록현황 중 휴선을 제외한 85척은 동절기를 제외하고 지속적으로 운항하지만, 개별 선박의 운항목적이나 시기에 따라 운항패턴이 상이하다. Table 5에서 보는 바와 같이, 월 평균 운항횟수는 유선의 경우 약 103회, 도선은 약 163회로 차이를 보였으며, 이는 1회 운항 시 소요되는 시간이 비교적 짧은 도선(0.72 hr)이 동일한 기간 내 목적에 따라 운항하는 횟수가 많았다.

운항 시 엔진부하율의 경우, 평균적인 의미에서는 유선과 도선의 차이가 분명하게 나타나지 않지만, 1회 운항 시 소요되는 시간을 고려할 때 강이나 호수를 짧은 시간 내 건너는 목적으로 사용되는 도선은 최대출력 대비 엔진부하율을 50 % 이상으로 운항하고, 유람의 목적으로 비교적 장시간 운항하는 유선의 엔진부하율은 최대출력 대비 60 % 이하로 운항하는 선박이 대부분이다.

엔진부하율은 동일한 내연기관 사용 시 연료사용량을 추정할 수 있는 주요 인자로 비교적 높은 엔진부하율로 운항하는 도선의 평균 연료사용량은 1회 운항 시 약 41 L인 반면, 유선의 경우에는 유람의 목적으로 저부하 운항을 하기 때문에 1회 운항 시 약 32 L가 사용되는 것으로 조사되었다.

Table 6은 내수면 유·도선이 운항하고 있는 지역 및 선착장별 운항특성을 보여주고 있다. 1회 운

항 시 비교적 짧은 거리를 약 12~15분 가량 운항하는 남이섬 선착장은 도선이 이용되고 있으며, 이용객이 많아 월 평균 395회 정도 운항하고 있다. 하지만 1회 운항소요시간이 1시간 이상인 유선은 이용객의 유무에 따라 비정기적으로 운항하기 때문에 월 평균 12~50회 정도 운항되고 있다.

평균적인 의미로 지역 및 선착장별 운항패턴 분석 결과, 주로 운항하고 있는 선박이 유선인 지역은 월 평균 100회 미만으로 운항하고, 1회 운항 시 1시간 이상 소요되는 반면, 도선은 월 평균 150회 이상 운항하고, 1회 운항 시 20분 정도로 유선에 비해 단시간 운항하는 것으로 조사되었다. 청령포에서 운항하고 있는 도선의 경우, 월 평균 300회를 운항하고 있지만, 1회 평균 운항시간이 5분 미만이고, 파로호에서 운영되고 있는 유선의 경우에는 이용객이 있을 시에만 운항하는 비정기적 운항특성을 가지고 있어 월 평균 12회를 운항하고, 회당 평균 2시간을 운항하고 있다. 이와 같이 지역이나 운항목적에 따라 운항패턴이 매우 상이한 것으로 조사되었다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 해당 유·도선의 선착장별 1회 운항 시 소요시간과 한 달 평균 운항횟수간의 관계를 보면 운항횟수가 많은 지역일수록 운항에 소요되는 시간이 적은 것을 확인할 수 있고, 이를 통해 운항하고 있는 선박의 운항목적역으로 추정할 수 있다.

앞서 분석된 결과 중 1회 운항 시 소비되는 연료사용량은 운항하는 목적에 따라 차이를 나타내고 있었지만, Fig. 3에서 보는 바와 같이, 해당 지역에

Table 5. Result of survey for cruise pattern

Category	Cruise ship				Ferry			
	Aver.	Max.	Min.	Stdev.( $\sigma$ )	Aver.	Max.	Min.	Stdev.( $\sigma$ )
Number of times being cruised	103	800	2	145	163	900	1	255
Number of month	9	3	11	-	8	3	10	-
1 trip cruising time(hr)	0.84	3.00	0.12	0.59	0.72	1.00	0.08	0.60
Engine load ratio(%)	61	90	30	16	60	100	30	15
Fuel consumption in trip(L)	32	300	3	48	41	245	1	66

Table 6. Characteristics of cruising pattern by dock groups

Dock	Aver. gross tonnage	Number of times being cruised	Cruise period		1 trip cruising time(hr)	Engine load ratio(%)	Fuel consumption in trip(L)
			Number of month	A ~ B			
Han River	252	101	11	2   12	1.28	70	54
Seokchon Lake	6	300	9	4   12	0.12	50	6
Geumho River	14	120	9	3   11	0.50	50	10
Cheongpyeong	13	51	8	4   11	0.75	70	27
Namiseom	47	395	8	3   10	0.21	54	4
Hadong	9	72	8	5   12	1.67	50	14
Imjin River	7	90	9	3   11	0.67	30	10
Ara Waterway	51	15	7	4   11	1.28	75	55
Soyangho Lake	22	53	7	4   11	0.85	66	29
Cheongnyeongpo	5	300	12	1   12	0.08	30	1
Paroho Lake	85	12	11	3   12	2.00	90	200
Chungju Dam	134	84	7	4   10	1.42	60	157
Cheongpung	27	35	8	4   11	1.33	50	25
Janghoe Ferry	47	150	12	1   12	1.00	50	33
Dodam	4	32	8	4   11	0.15	78	3
Goesanho Lake	9	189	9	3   11	0.43	52	13
Makji-ri	4	150	12	1   12	0.33	50	2
Baengma River	16	50	9	3   11	0.33	50	19
Yeongsan River	60	12	8	4   10	0.92	75	50
Pohang Waterway	21	800	12	1   12	0.67	60	20
Dosan(Bupo)	14	132	10	4   5	0.76	78	6

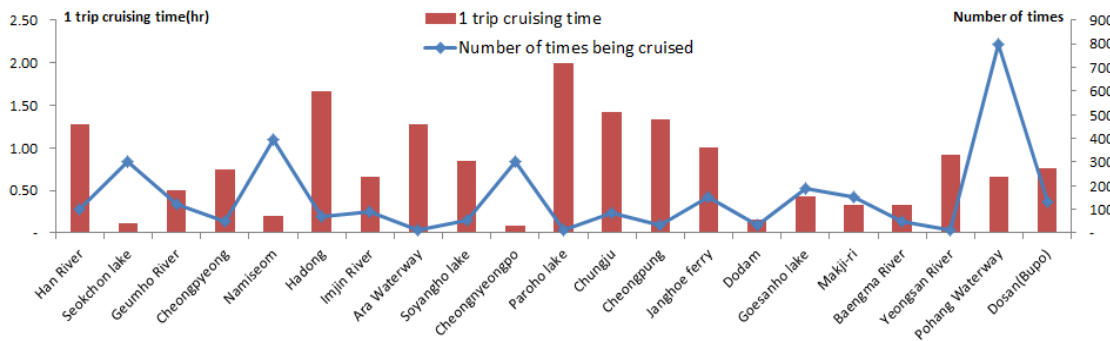


Fig. 2. Comparison of one trip cruising time and number of times being cruised.

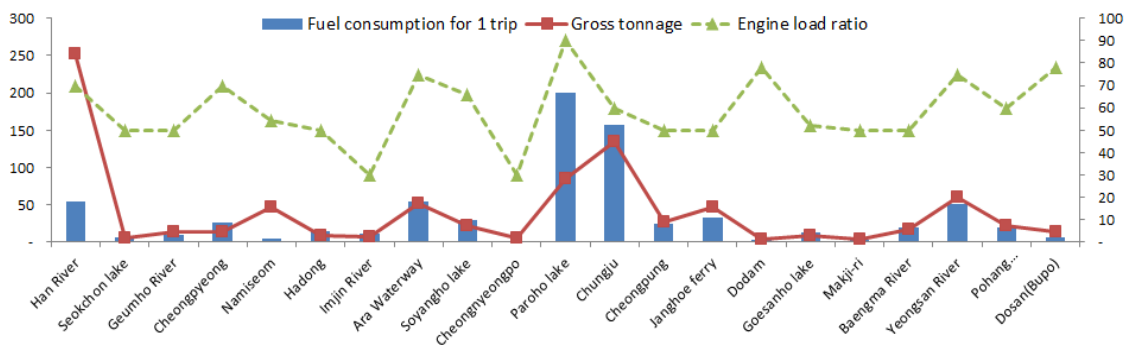


Fig. 3. Comparison of fuel consumption for 1 trip, gross tonnage of vessels and engine load ratio.

서 운항하는 유·도선의 규모(톤급)나 엔진부하율과 밀접한 상관관계를 보였다. 운항 시 엔진부하율을 최대출력 대비 약 30%로 운항하는 임진강이나 청령포의 경우, 운항하는 선박의 규모가 4~6톤급이고, 1회 운항 시 평균 연료사용량이 5.6 L 정도인 반면, 파로호나 충주담에서 운항하는 유·도선은 선박의 규모가 크고, 1회 평균 87.5 L 정도로 타 지역에 비해 연료사용량이 월등히 높은 것으로 분석되었다.

### 3. 내수면 유·도선 온실가스 배출량 산정

#### 3.1 산정 방법론 및 배출계수

국내 내수면 유·도선에 대해 전수 조사한 활동도를 기반으로 온실가스 배출량을 산정하기 위한

방법론은 기본적으로 온실가스종합정보센터에서 제안하는 방법을 적용하였다(수식 참조). 내수면 유·도선은 일반 주유소에서 판매되는 차량용 휘발유와 경유가 사용되고 있기 때문에 Table 7에 정리된 유종별 배출계수와 매개변수를 적용하였다.

#### 3.2 온실가스 배출량 산정 결과

국내에서 운항하고 있는 내수면 유·도선에 대해 운항패턴 및 활동도를 전수 조사한 결과를 바탕으로 연간 온실가스 배출량을 산출한 결과, 약 5,017 ton CO<sub>2</sub> eq.이 배출되는 것으로 분석되었다(Table 8 참조). 이 중 95% 이상이 5 ton 급 이상의 유·도선에서 배출되는 것으로 분석되었으며, 이는 소규모의 유·도선이 운항거리나 시간이 짧아 연료사용량이 비교적 적기 때문에 큰 비중을 차지

$$Emissions(CO_2) = \sum[(TA_{ij} - NA_{ij} \times FCS_{ij}) \times 41.868 \times CF_i \times EF_i \times OF_i \times 44/12]$$

(Gg CO<sub>2</sub> eq.) TA : 총연료사용량(천TOE)      41.868 : J-TOE 단위환산계수(TJ/천TOE)  
 NA : 비연료사용량(천TOE)      CF : 전환계수(순발열량/총발열량)  
 FCS : 탄소물입률      EF : 배출계수(t C/TJ)  
 OF : 산화계수      i : 연료유형      j : 부문  
 44/12 : 탄소기준 배출량을 이산화탄소 기준으로 전환(kg CO<sub>2</sub>/kg C)

Source : 온실가스종합정보센터(2014)

$$Emissions(CH_4, N_2O) = \sum[TA_{ijk} \times 41.868 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-6}]$$

(Gg CH<sub>4</sub> eq.) TA : 총연료사용량(천TOE)      41.868 : J-TOE 단위환산계수(TJ/천TOE)  
 (Gg N<sub>2</sub>O eq.) EF : 배출계수(t C/TJ)      CF : 전환계수(순발열량/총발열량)  
 i : 연료유형      j : 설비유형      k : 부문

Source : 온실가스종합정보센터(2014)

Table 7. Emission factor and parameter

Category	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		
	Fuel	Gasoline	Diesel	Gasoline	Diesel	Gasoline	Diesel
Emission factor		20.0 <sup>1)</sup>	20.2 <sup>1)</sup>	5 <sup>2)</sup>		0.6 <sup>2)</sup>	
Gross calorific value <sup>3)</sup>		32.6	37.7	32.6	37.7	32.6	37.7
Net calorific value <sup>3)</sup>		30.3	35.3	30.3	35.3	30.3	35.3
Oxidation factor		99.0 %		-		-	

\* Unit : <sup>1)</sup> t C/TJ, <sup>2)</sup> kg-GHG/TJ, <sup>3)</sup> TJ

Table 8. GHG emission by cruising ferry &amp; cruise ship

Cities	Counties	Dock(Quay)	GHG Emissions(ton CO <sub>2</sub> eq./yr)			Ratio (%)
			Sub total	Less than 5 ton	More than 5 ton	
Total			5,017.4	237.3	4,780.1	100.0
Seoul	Yeouido	Han river	970.9	-	970.9	19.4
	Songpa-gu	Seokchon Lake	126.3	-	126.3	2.6
Daegu	Dong-gu	Geumho River	28.1	-	28.1	0.6
Gyeonggi	Gapyeong	Cheongpyeong	25.1	-	25.1	0.5
		Namiseom	25.5	-	25.5	0.5
	Yeoju	Hadong	21.0	-	21.0	0.4
	Paju	Imjin River	39.6	-	39.6	0.8
Gangwon	Gimpo	Ara Waterway	38.3	0.8	37.4	0.7
		Soyangho Lake	279.1	49.9	229.2	5.6
		Maekdo	-	-	-	-
		Jungdo	-	-	-	-
		Uiamho Lake	-	-	-	-
	Namiseom	457.3	-	457.3	9.1	
Yeongwol	Cheongnyeongpo	15.9	15.9	-	0.3	
Hwacheon	Paroho Lake	126.3	28.1	98.2	2.5	
Chungbuk	Chungju	Chungju Dam	1,329.9	-	1,329.9	26.6
	Jecheon	Cheongpung	36.4	-	36.4	0.7
	Goesan	Goesanho Lake	241.0	127.4	113.7	4.8
	Okcheon Danyang	Makji-ri	9.4	9.4	-	0.2
		Janghoe Ferry	405.4	-	405.4	8.1
Dodam		9.2	5.8	3.3	0.2	
Chungnam	Buyeo	Baengma River	203.5	-	203.5	4.0
Jeonnam	Mokpo	Yeongsan River	2.2	-	2.2	0.0
	Naju	Yeongsan River	24.9	-	24.9	0.5
	Yeongam	Hannam	-	-	-	-
Gyeongbuk	Pohang	Pohang Waterway	498.9	-	498.9	9.9
	Gyeongju	Bomun Lake	-	-	-	-
	Andong	Dosan(Bupo)	103.3	-	103.3	2.0



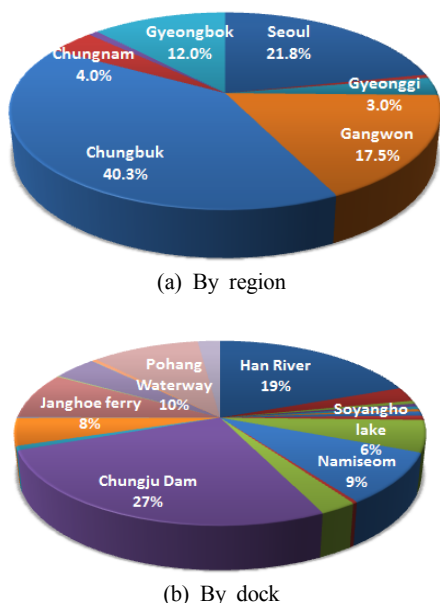


Fig. 4. Ratio of greenhouse gas emissions.

하지 않는 것이라 사료된다.

광역지자체별 온실가스 배출비중은 충북이 40.3%로 가장 높았으며, 이는 충북지역에서 운항하고 있는 유·도선이 23척으로 가장 많고, 1회 운항소요시간이 평균 약 50분으로 타 지역에 비해 높은 운항시간을 갖기 때문이라 사료된다. 서울지역은 운항하고 있는 유·도선은 9척이지만, 100 ton 급 이상의 규모가 큰 선박들이 정기적으로 운항하고 있기 때문에 배출비중이 높게 분석되었고, 강원지역은 21척의 유·도선이 운항하고 있지만, 운항거리 및 1회 운항소요시간이 평균 30분 미만으로 짧기 때문에 연료사용량이 적어 배출비중이 낮은 것이라 판단된다.

세부 선착장별로는 Fig. 4(b)에서 보는 바와 같이, 충북지역의 충주댐 선착장과 한강 여의도 선착장에서의 온실가스 배출량이 상당히 높게 산출되는 것을 확인할 수 있다. 이는 충주댐 선착장에서는 300 톤급 2척과 30~50 톤급 유·도선 5척이 운항하고 있고, 1회 운항 시 평균 1.4시간 정도가 소요되기 때문이며, 여의도 선착장의 경우, 200톤급 대형 규모의 유선 5척이 운항하며, 1회 평균 약 1.2시간이 소요되기 때문에 연료사용량이 많아 배출비중

이 높게 분석되었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 선행 연구를 통해 조사된 적이 없는 국내 내수면 유·도선에 대한 온실가스 배출 자료를 개선하기 위해 운항패턴 및 활동도를 전수 조사하였으며, 조사 결과를 바탕으로 온실가스 배출량을 산출하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 소방방재청에서 총괄 관리하고 있는 국내 내수면 유·도선은 1,350여 척이지만, 무동력선과 모터보트, 그리고 휴선 중인 선박을 제외하면 현재 실제 운항하고 있는 내수면 유·도선은 85척으로 조사되었다.
- 2) 주로 유람의 목적으로 운항하는 유선은 월 평균 103회를 운항하며, 평균 0.84시간/회 가 소요되는 것으로 조사되었고, 선박의 규모에 따라 차이는 있지만 1회 운항 시 약 32 L의 연료를 사용하는 것으로 분석되었다. 강이나 호수 등을 건너는 목적으로 사용되는 도선의 경우, 월 평균 163회를 운항하며, 평균 0.72시간/회 로 운항하고, 약 41 L/회의 연료를 사용하는 것으로 조사되었다.
- 3) 내수면 유·도선은 운항하는 지역이나 선착장별로 운항패턴이나 활동도가 매우 상이한 것으로 나타났고, 이는 유·도선 이용객의 유무에 따라 정기적 또는 비정기적 운항특성을 보였다. 이용객이 많은 남이섬 선착장의 도선은 1회 운항 시 약 12~15분 정도가 소요되지만, 월 평균 395회 정도 운항하는 것으로 조사되었으며, 비교적 이용객이 적은 지역에서 운항하는 유선의 경우에는 소요시간이 1시간 이상이지만, 월 평균 운항횟수가 12~50회로 조사되었다.
- 4) 운항목적이나 지역에 따라 1회 운항 시 소비되는 연료사용량은 많은 차이를 보이고 있었으며, 이는 해당지역에서의 운항소요시간뿐만 아니라, 유·도선 규모(톤급)나 엔진부하율과도 밀접한 상관관계를 보이는 것으로 분석되

었다. 청령포와 임진강 선착장의 경우, 4~6톤급 유·도선이 30%의 엔진부하로 20분 미만을 운항하고 있어, 연료사용량이 평균 5.6 L로 분석되었고, 파로호와 충주댐에서 운항하는 유·도선은 20~300톤급으로 50% 이상의 엔진부하로 1시간 이상 운항하기 때문에 연료사용량이 평균 87.5 L로 높게 분석되었다.

- 5) 운항패턴 및 활동도 조사 결과를 토대로 지역별, 선착장별 온실가스 배출량을 산출하였으며, 현재 충주호 등 유·도선 운항척수 및 활동량이 가장 많은 충북지역의 배출비중이 40.3%로 가장 높게 분석되었고, 선착장별 배출비중은 충주댐 선착장과 한강 여의도 선착장이 가장 높은 것으로 분석되었다.

선행 연구가 전무한 국내 내수면 유·도선 현황 및 운항패턴, 활동도 등을 조사한 본 연구를 통해 선박의 규모 뿐만 아니라, 지역이나 선착장별 운항 특성이 매우 상이한 것을 확인할 수 있었다는 점에서 의미가 있다고 볼 수 있다. 향후 유선이나 도선의 규모나 실제 운항패턴 및 엔진부하특성 등 기술적인 수준이 고려된 온실가스 배출 자료 개선을 위해서는 지속적인 조사가 필요하고, 이와 같은 연구 결과가 지자체 기후변화 대응 수립에 유용하게 활용되길 기대한다.

## 사사

본 연구는 국립환경과학원 교통환경연구소의 오

토-오일 사업 “국내 연근해 선박에 의한 대기오염 물질 및 온실가스 배출계수 개발과 배출량 산정 연구(Ⅱ)”와 교통안전공단 “연안해운 부문 온실가스 배출량 조사”의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## References

- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2013. Greenhouse gas emissions of the investigation of transportation logistics department. 2013. Korea Transportation Safety Authority, (In Korean).
- NEMA. 2014a. 5 tons of more of the current state of cruising ferry & cruise ship, National Emergency Management Agency, (In Korean).
- NEMA. 2014b. Current state of cruising ferry & cruise ship, National Emergency Management Agency, (In Korean).
- GIR. 2014. Guidelines of the statistics of the country's greenhouse gas, calculation, reporting, verification, Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea, (In Korean).
- Choi SJ. 2010. Development of calculation system for greenhouse gases emission from water-borne navigation, Dissertation, University of Suwon.
- IMO. 2009. Second IMO GHG study 2009, International Maritime Organization.
- EEA. 2013. EEA technical report - CORINAIR, European Environment Agency.