

여수시 온실가스 배출량 산정 및 배출특성 분석

서성규[†] · 정현우 · 마충곤

전남대학교 건설 · 환경공학부

Greenhouse Gas Inventories and Emission Characteristics of Yeosu City

Seong-Gyu Seo[†], Hyun-Woo Jeong, Zhong-Kun Ma

Department of Civil and Environmental Engineering, Chonnam National University

ABSTRACT

전라남도 여수시 온실가스 배출특성을 분석하기 위하여 지자체 온실가스 배출량 산정지침 (2009)에 따라 2000~2007년까지 온실가스 배출량을 산정하였으며, 온실가스 장기적 전망법을 활용하여 2020년까지 배출량을 예측하였다. 자료 분석 결과 석유화학 관련 국가산업단지가 위치한 여수시는 총 배출량의 90% 이상이 에너지 부문과 산업공정 부문에서 배출되고 있어 에너지 다소비형 산업의 온실가스 배출 특성을 보였다. 또한 1인당 온실가스 배출량이 전국 배출량보다 7배 높게 나타나고 있어 활발한 산업 활동이 이루어지고 있는 여수시의 특성을 나타내고 있다. 에너지 부문과 산업공정 부문의 배출량 기여율을 조사한 결과, 에너지 부문의 경우 기여율이 지속적으로 감소하는 반면 산업공정 부문의 기여율은 증가하는 경향을 보였다. 에너지 부문의 기여율 감소는 1997년부터 시행된 정부의 국가에너지기본계획의 다양한 에너지 정책 결과로 볼 수 있으며, 산업공정 부문의 기여율 증가 원인은 여수 국가산업단지의 연간 생산 및 매출액, 공장 증설 등의 주요 인자에 기인하는 것으로 판단된다.

Keywords : Greenhouse Gas (GHG), Emissions Characteristic, Inventory, Yeosu, CO₂

[†]Corresponding author E-mail: sseo@jnu.ac.kr

1. 서론

기후변화의 영향이 전 세계적으로 가시화되면서 온실가스(Greenhouse Gas, GHG) 저감을 위한 국내·외 규제가 강화되는 추세이다. 2005년 교토의정서(Kyoto Protocol) 발효로 온실가스 감축 의무를 지고 있는 선진국의 경우 에너지 효율성 제고, 신·재생에너지 보급 확대, 배출권 거래제, 온실가스 저감기술 개발, 탄소세 도입 등 감축 목표 달성을 위한 다양한 노력을

기울이고 있으며, 최근 발표된 기후변화에 대한 정부간패널(Intergovernmental Panel on climate Change, IPCC)의 제4차 보고서 결과는 과학적 근거 제시를 통해 기후보호를 위한 국제협력의 필요성을 촉구하고 있다²⁾.

최근 우리나라의 온실가스 배출량은 2006년 기준 599.5백만 tCO₂로 1990년 대비 101.1% 증가하였다. 이는 OECD 국가 중 배출량은 6위이고 배출증가율은 1위(2005년 기준)에 해당한다⁸⁾. 따라서, 국제사회에서 1차 의무감축

Table 1. Categories of greenhouse gas inventories of Yeosu city

Sector	Content	Source of the Activity Data
1- Energy	1A- Fuel Combustion Activities	PEDSIS(Petroleum Demand & Supply Information System), Year Book of Regional Energy Statistic etc.
	1B- Fugitive Emission From Fuels	
	1C- Carbon Dioxide Transport and Storage	
2- IPPU ^{a)}	2A- Mineral Industry	Data from Korea Environment Corporation
	2B- Chemical Industry	
	2C- Metal Industry	
	2D- Non-Energy Products from Fuels and Solvent Use	
	2E- Electronics Industry	
	2F- Product Uses as Substitutes for Ozone Depleting Substances	
	2G- Other Product Manufacture and Use	
3- AFOLU ^{b)}	2H- Other	Annual Report (Jeonnam), Data from Korea Environment Corporation etc.
	3A- Livestock	
	3B- Land	
	3C- Aggregate Sources and Non-CO ₂ Emissions Sources on Land	
4- Waste	3D- Other	Data from Korea Environment Corporation, National Waste Generation and Treatment Status (KMOE) etc.
	4A- Solid Waste Disposal	
	4B- Biological Treatment of Solid Waste	
	4C- Incineration and Open Burning of Waste	
	4D- Wastewater Treatment and Discharge	
Indirect Emission	4E- Other	Annual Report (Jeonnam), Data from Korea Electric Company etc.
	Electricity	
	Heat	
	Water Channel	
	Waste	

a) Industrial Processes and Product Use

b) Agriculture, Forestry and Other Land Use

기간이 끝나는 2012년 이후 우리나라의 의무 감축에 대한 압력이 매우 높은 실정이다⁵⁾. 2009년 11월 17일 국무회의에서는 2020년 국가 온실가스 감축 목표를 “2020년 배출전망 (Business As Usual, BAU) 대비 30% 감축”으로 최종 결정하였다⁶⁾. 여주시는 환경부와 2008년 5월 31일 2012년 예상 온실가스 배출량의 10%를 감축하는 기후변화대응 시범도시 조성을 협약하고 다양한 온실가스 저감 계획을 추진하고 있다³⁾.

이러한 현실에서 중앙정부와의 협력관계를 유지하고 기후변화대응의 주체적 역할을 수행하기 위해서는 지자체 차원의 기후변화대응 전략이 필요하다. 온실가스 감축을 위한 첫걸음은 온실가스 인벤토리를 구축하는 것이다. 구축된 온실가스 인벤토리의 특성분석과 향후 배출량 산정은 해당지역의 저감목표설정과 저감정책을 마련하는 중요 인자로서 활용이 가능하다⁷⁾. 본 연구에서는 석유화학 관련 국가 산업단지가 위치한 여주시를 중심으로 온실가스 인벤토리를 구축하고 부문별 배출특성 분석과 함께 배출량을 예측하였다.

2. 연구방법

지자체의 온실가스 배출량 감축을 위한 합리적인 정책수립을 위해서는 신뢰도가 높고 지자체간 비교 분석이 가능한 표준화된 방법의 온실가스 배출량 산정이 선행되어야 한다¹⁾. 본 연구는 2000~2007년까지 전라남도 여주시 (행정구역 면적 501.22 km²의 온실가스 배출량 산정방법으로 2006년 IPCC Guidelines(이하 IPCC G/L)과 표준화된 지자체 온실가스 배출량 산정방법인 한국환경공단(구 환경관리공단)에서 제공된 ‘지자체 온실가스 배출량 산정지침

(2009)’을 활용하였다. 카테고리는 에너지 (Energy), 산업 공정 (IPPU: Industrial Processes and Product Use), 농업/토지 (AFOLU: Agriculture, Forestry, and Other Land Use), 폐기물 (Waste), 간접배출 (Indirect Emission)로 구분하여 Table 1에 정리하였으며, 배출계수는 산정지침에서 제공된 자료를 활용하였다^{9),10)}. 산정된 최종배출량의 대부분을 차지하는 상위 2개 카테고리(총 배출량 기준)만을 대상으로 배출 특성을 분석하였다. 특히 에너지부문은 1인당 배출량, GRDP (Gross Regional Domestic Product)당 배출량, 면적당 배출량을 산정하여 비교 분석하였다¹¹⁾. 온실가스 배출량 예측은 장기적 전망 방법을 사용하여 2008~2020년까지 예측을 실시하였다⁴⁾.

3. 결과 및 고찰

3.1. 온실가스 배출량 산정결과 (2000~2007년)

2009년 8월 녹색성장위원회의 보도자료에 따르면 우리나라 온실가스 총 배출량은 2005년 기준 5.94억 tCO₂eq로 에너지 부문 498.5백만 tCO₂eq, 산업공정 부문 64.8백만 tCO₂eq, 농업 부문 16.1백만 tCO₂eq, 폐기물 14.9백만 tCO₂eq가 배출되고 있는 것으로 발표되었다.

Table 2에 제시된 여주시 년도별 배출 현황을 보면 2000년 20,022,299 tCO₂eq, 2001년 19,672,292 tCO₂eq, 2002년 19,790,760 tCO₂eq, 2003년 20,850,203 tCO₂eq, 2004년 22,377,872 tCO₂eq, 2005년 22,677,872 tCO₂eq, 2006년 23,119,315 tCO₂eq, 2007년 23,629,734 tCO₂eq로 2001년까지 소폭 감소하지만 2002년부터는 지속적으로 증가하고 있다. 2000~2007년 연평균 온실가스 증가율은

Table 2. Greenhouse gas emissions of Yeosu city by sector from 2000 ~ 2007

(Unit : tCO₂eq)

year	Total Emissions	Energy	IPPU	AFOLU	Waste	Indirect Emission
2000	20,022,299	12,757,647	5,765,156	470,295	193,274	835,924
2001	19,672,292	12,471,802	5,688,681	264,811	198,668	1,048,327
2002	19,790,760	12,446,639	5,830,751	225,016	198,577	1,089,775
2003	20,850,203	12,322,114	6,592,813	188,843	250,888	1,495,543
2004	22,377,872	13,756,179	7,021,921	173,749	234,084	1,191,938
2005	22,677,872	13,625,099	7,047,835	166,551	238,524	1,599,861
2006	23,119,315	13,492,952	7,193,700	289,638	284,214	1,858,810
2007	23,629,734	13,528,840	7,778,248	171,082	372,639	1,778,923

2.39%이며 이는 3,607,435 tCO₂eq가 증가한 량이다. 증가량에 대한 부문별 기여율을 보면 에너지 부문이 21.4%, 산업공정 부문 55.8%, 폐기물 부문 5.0%, 간접배출 부문 26.1% 증가하였으며, 임업/토지 부문은 8.3% 감소한 것으로 나타났다. Fig. 1과 Fig. 2에 제시된 2000년과 2007년 부문별 배출비중을 보면 2000년 기준 에너지 부문 63.7%, 산업공정 부문 28.8%, 농업/토지 부문 2.4%, 폐기물 부문 1.0%, 간접배출 부문 4.2%의 분포를 보이고 있으며, 2007년의 경우 에너지 부문 57.3%, 산업공정 부문 32.9%, 농업/토지 부문 0.7%, 폐기물 부문 1.6%, 간접배출 부문 7.5%의 분포를 보이고 있다. 전체배출량의 약 90%를 에너지 부문과 산업공정 부문이 차지한다.

3.2. 에너지 부문 온실가스 배출 특성

우리나라는 IEA(International Energy Agency) 2002년 기준 에너지 소비량 세계 10위, 온실가스 배출량 세계 9위이다. 우리나라에서 가장 많은 온실가스 배출을 차지하는 부문은 총 배출량의 89.9%(2005년 기준)를 차지하고 있는 에너지 부문이다.

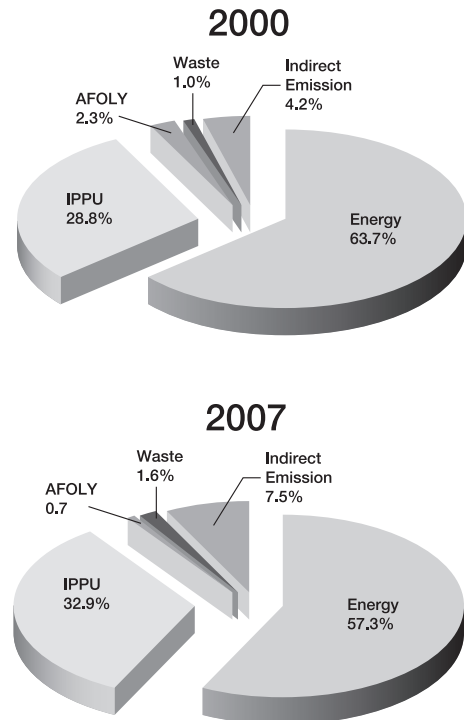


Fig. 1. Greenhouse gas emissions of Yeosu city by sector in 2000 and 2007.

여수시 에너지 부문 온실가스 배출량은 2000년 12,757,647 tCO₂eq, 2007년 13,528,840 tCO₂eq로 연간 0.84%의 증가율을 보이고 있어 총 배출량 연평균 증가율 2.39%

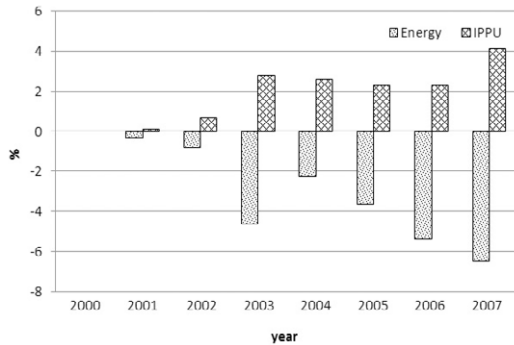


Fig. 2. The variation of greenhouse gas emissions from the Energy sector and the IPPU sector.

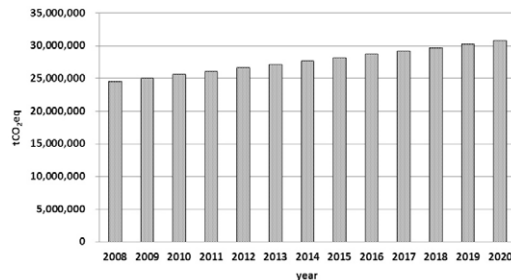


Fig. 3. The predicable result of the greenhouse gas emissions of Yeosu city (2008~2020).

보다 낮게 나타났다. Fig. 3에 제시된 2000~2007년의 총 배출량에 대한 에너지부분의 배출비중은 2000년 63.7%, 2001년 63.4%, 2002년 62.9%, 2003년 59.1%, 2004년 61.5%, 2005년 60.1%, 2006년 58.4%, 2007년 57.2%로 2004년 증가한 이외의 에너지 부분의 배출비중은 지속적으로 감소하는 추세이다.

2005년 기준 여수시 온실가스 총 배출량은 전국 배출량(에너지소비기준)의 약 4.6%를 차지하고 있으며, Table 3에 제시된 1인당 온실가스 배출량은 여수시가 75.0 tCO₂eq/Capita로 전국 10.24 tCO₂eq/Capita에 비해 약 7배 높은 값을 보이고 있다.

3.3. 산업공정 부문 온실가스 배출 특성

우리나라에서 두 번째로 온실가스를 많이 배출하는 부문은 총 배출량의 10.9%(2005년 기준)를 차지하는 산업공정이다.

여수시 산업공정 부문의 온실가스 배출량은 2000년 5,765,156 tCO₂eq에서 2007년 7,778,248 tCO₂eq로 연간 4.37%의 증가율을 보이고 있어 총 배출량 연평균 증가율 2.39% 보다 높게 나타났다. Fig. 3에 제시된 산업공정 부문의 2000~2007년의 총 배출량에 대한 에너지부분의 배출비중은 2000년 28.8%, 2001년 28.9%, 2002년 29.5%, 2003년 31.6%, 2004년 31.4%, 2005년 31.1%, 2006년 31.1%, 2007년 32.9%로 2005년까지 감소하였으며 이후 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 2000년 이후 산업공정의 배출비중은 증가하는 추세이다.

3.4. 온실가스 배출량 예측

우리나라의 온실가스 배출량 저감을 위한 예측 방법은 국제적 온실가스 배출전망(BAU) 설정방법에 따라 예측하였으며, 2020년 813백만 tCO₂eq로 2005년 대비 219백만 tCO₂eq 증가한 량이다. Fig. 3에 제시된 여수시 온실가스 배출량 예측은 인구증가율, GRDP, 소비자물가, 달러 유가 등 사회적으로 반영된 평균증가율 1.9%를 적용하였다. 예측 결과 배출량은 지속적으로 증가하여 2020년 30,837,054 tCO₂eq가 배출 되는 것으로 예측되었다. 2020년 배출비중을 보면 에너지 부문은 56.5%, 산업공정 부문 29.3%, 농림업/토지 부문 0.1%, 폐기물 부문 1.9%, 간접배출 부문 12.2%로 2007년 부문별 배출비중과 비교시 에너지 부문, 산업공정 부문, 농림업/토지 부문은 감소하는 경향을

Table 3. Characteristic of greenhouse gas emissions of Yeosu city from Energy Sector compared to other areas(2005)

Region	Area ^{a)} (km ²)	Based on consumption ^{b)}			
		Total Emission (Thousand tons of CO ₂ eq)	CO ₂ eq/Pop (tCO ₂ eq/Capita)	CO ₂ eq/GRDP (tCO ₂ eq/millionWon)	CO ₂ eq/Area (tCO ₂ eq/m ²)
Seoul	605.25	48,358	4.83	0.29	0.080
Busan	765.64	23,258	6.49	0.55	0.030
Daegu	884.09	15,276	6.09	0.63	0.017
Incheon	1007.47	24,062	9.33	0.71	0.024
Gwangju	501.28	7,365	5.10	0.46	0.015
Daejeon	539.64	8,373	5.70	0.49	0.016
Ulsan	1,057.26	38,652	36.12	1.27	0.037
GyeongGi-Do	10,183.89	82,250	7.75	0.56	0.008
Gangwon-Do	16,873.61	21,520	14.46	1.07	0.001
Chungcheongbuk-Do	7,431.50	20,237	13.63	0.88	0.003
Chungcheongnam-Do	8,600.15	29,740	15.50	0.72	0.003
Jeollabuk-Do	8,062.97	16,760	9.23	0.74	0.002
Jeollanam-Do	12,121.44	69,402	37.47	2.05	0.006
Yeosu	501.22	22,678	75.00	0.55	0.045
Gyeongsangbuk-Do	19,025.71	58,345	22.00	1.10	0.003
Gyeongsangnam-Do	10,524.40	25,850	8.32	0.52	0.002
Jeju-Do	1,848.43	3,256	6.01	0.47	0.002
Korea	100,032.73	492,704	10.24	0.68	0.005
USA ^{c)}	—	5,817,000	19.61	—	—
Japan ^{c)}	—	1,214,000	9.50	—	—

a) Republic of Korea, Annual Report(2008).

b) Ministry of Knowledge Economy, Analysis results of GHG emissions and emission characteristics of local governments(2009.07.31), Note: GHG emissions from energy sector only.

c) CO₂ emissions from fuel combustion only(OCED). Emissions are calculated using IEA's energy balances and the Revised 1996 IPCC Guidelines, The International Energy Agency(IEA).

보였으며 폐기물 부문과 간접배출 부문은 증가하는 경향을 보였다.

4. 결 론

여수시 온실가스 배출량 산정 및 배출특성 분석을 위해 2000~2007년까지 여수지역의 온실가스 배출량을 산정하였으며 자료를 분석한 결론은 다음과 같다.

1) 석유화학 관련 국가산업단지가 위치해 있는 여수시의 온실가스 배출량은 지속적으로 증가하였으며, 2000년 20,022,299 tCO₂eq 및 2007년 23,629,734 tCO₂eq 온실가스가 배출되었다.

2) 2000~2007년 동안의 에너지 부문과 산업 공정 부문의 배출량 기여율을 조사한 결과, 약 90%가 에너지 부문과 산업공정 부문에

- 서 배출되고 있으며, 기여율은 에너지 부문의 경우 지속적으로 감소하는 반면 산업공정 부문은 증가하는 경향을 보였다.
- 3) 2005년 기준 여수시 온실가스 총 배출량은 전국 배출량(에너지소비 기준)의 약 4.6%에 해당된다. 이는 에너지 다소비산업인 석유화학산단이 입주해 있는 특성을 반영하고 있다.
- 4) 1인당 온실가스 배출량은 여수시가 75.0 tCO₂eq/Capita로 전국 10.24 tCO₂eq/Capita에 비해 약 7배 높은 값을 보이고 있다.
- 5) 정회복(2008). 기초자치단체 온실가스 배출량 산정에 관한 연구. 한국정책 16(1), pp.31.
- 6) 정회복(2010). 온실가스 발생량 산정을 통한 IPCC 산정 방법론 비교 연구 : 당진군을 중심으로. 박사학위 논문. 호서대학교.
- 7) 환경관리공단(2009). 지자체 온실가스 배출량 산정지침.
- 8) Environmental Performance and Information Division OECD(Organization for Economic Cooperation and Development)(2007). OECD Environmental Data.
- 9) Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC)(1996). Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Workbook.
- 10) Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC)(2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.
- 11) International Energy Agency(IEA)(2007). Key World Energy Statistics.

사 사

본 연구는 전남환경기술개발센터의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 고재경(2008). 기초자치단체 온실가스 배출량 산정에 관한 연구. 한국정책 16(1), pp.31.
2. 김지현(2007). 경기도 산업부문의 온실가스 배출특성과 저감방안. 한국지역개발학회지. 19(4), pp.203~226.
3. 서성규(2008). 여수 세계박람회 개최지 주변지역 기후변화대응 및 대기질 관리방안. JETeC/R-08/01. 전남지역환경기술개발센터.
4. 서성규(2009). 여수시 기후변화대응 종합계획 수립 최종보고서. 여수시.
5. 장남정(2009). 지자체 온실가스 인벤토리 구축 연구-전라북도 사례. 대한환경공학회지.

