

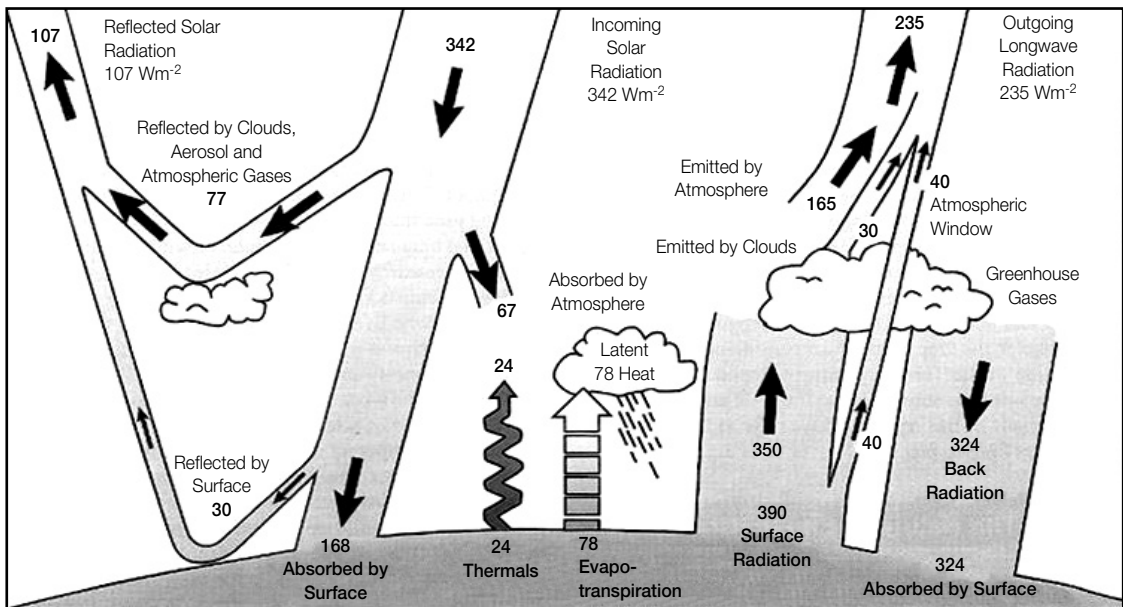
온실가스 배출량 산정방법

김 승 도(한림대학교) · 나 승 혁((주)카이트엔지니어링)

1. 서론

<그림 1>은 지구의 에너지수지를 간략하게 도시한 것으로 태양에 의해 지구로 유입되는 에너지의 양인 $342\text{W}/\text{m}^2$ 는 반사, 복사, 흡수 등의 과정을 거쳐 유출되는 에너지의 양과 균형을 이루고 있다. 따라서 지구는 에너지 균형

상태를 이루고 있으며, 오랜 기간 동안 에너지 항상성 상태(Steady State)를 유지하고 있었다. 그러나 지난 100년 동안 지구의 평균기온은 약 0.6°C 상승하였고, 해수면은 10.5cm 상승하였다. 1980년대에 일부 기상학자들이 현재의 기온 상승은 일시적이고 주기적인 현상이 아니라 지속적으로 온도가 상승하는 본격적인



〈그림 1〉 지구의 에너지 수지



(가) 1941



(나) 2004

(그림 2) 알래스카 Muir-Riggs 빙하

지구온난화의 시작이라고 주장하기 시작했다.

현재 기온 상승은 모두가 인정하고 있으나, 그 원인에 대해서는 다른 목소리가 있어 왔다. 특히 인간활동이 지구온난화의 중심에 있다는 것에 대해서는 많은 논란이 있었다. 지구 역사는 50억년이며 그 사이에 여러 가지 자연적인 원인에 의해 기온 상승 사례가 존재하였고, 특히 태양과 화산활동이 지구온난화의 원인인지 인간활동에 의한 영향은 무시해도 좋을 정도로 미미하다는 주장이 있어 왔다. 그러나 최근 “기후변화에 관한 정부간 위원회(Intergovernmental Panels on Climate Change: 이하 IPCC)”에서 발표한 4차 보고서에서 과학적 증거를 제시하면서 현재 기온 상승이 온실가스에 의한 것이라는 결론을 내렸고, 온실가스 증가 요인은 석탄, 석유, 천연가스 등 화석자원의 대량소비와 이산화탄소 흡수원인 삼림의 대량 벌채 등의 인간활동에 기인한다는 결론에 도달하였다.

IPCC의 명쾌한 규명 작업으로 인하여 현재의 지구온난화는 지구에서 대기로 방출되는 적외선에 의한 복사열이 대기 중의 특정 기체

인 온실가스에 의해 흡수되어 지구/대기간의 에너지 복사 평형이 바뀌면서 지구 기온이 상승하는 현상으로서 정의할 수 있다. 대표적인 온실가스는 화석연료 연소 과정에서 생성 배출되는 이산화탄소(CO₂)로서 산업혁명 이후 CO₂ 농도는 280에서 345ppm으로 높아졌다. 최근의 증가세는 더욱 두드러져서 1960~1980년 사이에 CO₂ 농도는 약 7% 증가하였다. 지난 100년간의 0.6℃ 기온 상승은 작은 수치로 보이지만 <그림 2>에서 보는 것처럼 곳곳에서 지구온난화로 인한 현상이 나타나고 있다.

II. 기후변화협약 및 교토의정서

지구온난화에 대한 과학적 자료의 증가로 범지구적 차원의 노력이 필요하다는 인식이 확산되었다. 특정 국가에서 배출한 온실가스는 그 나라에 머물지 않고 확산되어 전 지구에 영향을 미친다는 특징과 모두가 공동의 책임이 있기 때문에 국제적인 공조가 필요하다는데 공감하게 되었다. 이에 UN의 주관으로

〈표 1〉 기후변화협약 주요 내용

목 표	인간활동에 의해 발생하는 위험하고 인위적인 영향이 기후 시스템에 미치지 않도록 대기 중 온실가스 농도의 안정화
접근방법	기후변화 및 이로 인한 부정적 효과를 완화함과 동시에 기후변화로 인한 부정적 효과에 적응
원칙	공동되나 차별화 원칙(Common but Differentiated Responsibility)
의무사항	· 선진국(Annex I) : 2000년까지 1990년 수준으로 온실가스 배출량 감축 · 선진국(Annex II) : 개도국 재정지원 및 기술이전 · 모든 국가 : 온실가스 감축에 노력

1992년 브라질의 리우데자이네루에서 열린 환경회의에서 기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)이 1992년에 채택되어 1994년 3월 21일 공식 발효되었다. 기후변화협약의 주요 내용은 <표 1>과 같이 정리할 수 있다.

1997년 12월 일본 교토에서 개최된 제3차 당사국총회에서는 온실가스를 어떻게 줄이는가에 대한 문제를 결정하는 교토의정서를 채택했다. 기후변화협약의 기본원칙에 입각하여 부속서 I 국가들에게 구체적인 온실가스 배출 저감목표가 부과되었다. 교토의정서는 부속서 I 국가의 경우 1차 의무이행기간(2008~2012) 동안의 연간 평균 배출량이 기준년도인 1990년의 배출량과 비교하여 평균적으로 5.2% 저감해야 한다는 것이 주요 골자이다. 이를 위해서 부속서 I 국가(Annex I) 들은 자국 내에서의 온실가스 저감 노력 이외에 비용효과적인 저감이 가능하도록 유연성 체제인 소위 교토메커니즘인 공동이행제도, 청정개발체제, 배출권거래 등 시장원리에 입각한 새로운 온실가스 감축수단의 도입 등을 허용하였다. 그러나 미국 등의 불참으로 교토의정서는 발효되지 못하다가 러시아가 2005년에 비준하면서 발효되었다.

III. 온실가스 종류 및 배출특성

온실가스란 대기를 구성하는 여러 기체들 가운데 대기 중으로 방출되는 복사열을 흡수하여 지구 기온이 상승하는 소위 온실효과를 야기하는 기체로 정의할 수 있다. 온실가스는 온실효과에 직접적으로 관여하는 직접 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, CFCs, H₂O)와 다른 물질과 반응하여 온실가스로 전환될 수 있는 간접 온실가스(NO_x, CO, SO₂, NMVOC)로 구분할 수 있다. 기후변화협약 제3차 당사국총회에서는 위에서 언급한 8종의 직접 온실가스 중에서 CFCs는 이미 몬트리올의정서에 의해 규제를 받고 있으며, H₂O는 자연계에서 순환되므로 이 두 가지 물질을 제외한 CO₂, 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수화불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆)의 6종에 대해 저감 및 관리대상 온실가스로 규정하였다.

우리나라의 1990년에 배출량은 310.6백만 tCO₂, 1995년엔 452.8 백만 tCO₂, 2000, 2005년엔 각각 528.6, 591.0 백만 tCO₂로 꾸준히 증가하고 있다. 2005년 온실가스 배출량을 기준하여 본다면 전 세계 배출량 순위 10위이고, 배출비율은 전 세계 배출량 대비 1.7%

〈표 2〉 온실가스 종류 및 특성

온실가스	지구온난화지수*1	온난화기여도*2	수명(yr)	주요 배출원
CO ₂	1	55	100~250	연료사용/산업공정
CH ₄	21	15	12	폐기물/농업/축산
N ₂ O	310	6	120	산업공정/비료사용/폐기물
HFCs	140~11,700	24	70~550	냉매/용제/발포제/세정제
PFCs	6,500~11,700			냉동기/소화기/세정제
SF ₆	23,900			충전기절연가스/반도체 식각용 가스

* 1. CO₂가 지구온난화에 미치는 영향에 대한 상대적 척도(CH₄ 1톤 배출이 CO₂ 21톤 배출과 온난화에 미치는 영향은 동일).

* 2. 대기 중 농도 관점에서의 온실가스별 온난화 기여 비율.

이며, 1990년과 비교하여 90.3% 증가하였다. 우리나라의 증가율이 OECD 국가 중에서 가장 빠른 것으로 나타났다. 2004년 기준한 분야별 온실가스 배출 비중을 살펴보면 에너지 분야 83.0%, 산업공정분야 11.7%, 농업·폐기물분야 5.3%로서 에너지와 산업공정분야가 우리나라 온실가스 배출량의 95%를 차지하는 것으로 드러났다. 온실가스 종류별로 본다면 CO₂가 87.7%, CH₄ 4.4%, N₂O 3.5%, SF₆ 2.7%, HFCs 1.2%, PFCs 0.5%로 CO₂가 압도적으로 높음을 알 수 있다.

IV. 온실가스 배출량 산정

국가 차원의 온실가스 배출량 산정방법은 접근법에 따라 크게 하향식(Top-down)과 상향식(Bottom-up)으로 구분할 수 있다. 하향식은 정부 또는 총괄관리기관에서 온실가스 산정방법과 산정에 필요한 주요 변수와 값을 결정하고, 단위 배출원별 온실가스 배출에 직

접 영향을 미치는 활동도 자료를 취합하여 국가 전체 활동도 자료를 확보하고, 이를 산정방법에 적용하여 국가 전체 배출량을 결정하는 형태이다. 반면에 상향식은 단위 배출원에서 온실가스 배출특성에 적합한 방법과 변수 값을 결정하고 이를 활용하여 단위 배출원별 온실가스 배출량을 산정하고, 이 결과를 총괄관리기관에 보고하여 국가 전체 배출량을 결정하는 방법이다.

국가 온실가스 배출량 산정방법은 국가 간의 호환성과 일관성을 유지하기 위해서 IPCC에서 표준안을 제공하고 있다. 온실가스 배출량 산정방법론과 관련된 대표적 IPCC 지침서는 첫째, 1996 IPCC Revised Guidelines(G/L), 둘째, 2000 IPCC Good Practice Guidance (GPG), 셋째, 2006 IPCC Guidelines를 꼽을 수 있다. 현재 대부분의 국가들은 1996 IPCC Revised G/L과 2000 IPCC GPG를 많이 활용하고 있으며, UNFCCC에서도 현재까지 두 지침서만을 공인하고 있다. 2006 IPCC G/L은 기존 지침서의 내용을 대폭 수정 보완한 것으

로 UNFCCC에서는 공인 지침서로서 추천하고 있지 않으나 일부 국가에서는 이를 활용하여 배출량을 산정하여 UNFCCC에 보고하고 있다. 비록 UNFCCC에서는 2006 지침서를 공식적으로 인정하고 있지 않으나, 이를 활용하여 배출량 산정하는 것에 대해서는 문제 삼지 않고 있다.

1. 온실가스 배출량 산정 원칙

부속서 I 국가들은 매년 국가 온실가스 배출 통계 보고서를 UNFCCC에 제출하고 있으며, 온실가스 배출량 산정 원칙으로 UNFCCC에서는 투명성(Transparency), 정확성(Accuracy), 호환성(Comparability), 일관성(Consistency), 완성도(Completeness)의 다섯 가지를 제안하고 있다<표 3>. 또한 UNFCCC의 전문가들도 이러한 원칙에 입각하여 국가 온실가스 배출 통계 보고서를 검토하고 있다.

2. 온실가스 배출원

온실가스 배출원은 일상적이고 반복적인 과정 중에서 온실가스가 직접 배출되는 물리

적 시설 또는 공정이라고 정의할 수 있다. 배출원은 배출 형태에 따라 크게 직접배출원(Scope 1), 간접배출원으로 구분하고 있으며, 간접배출원은 다시 Scope 2, 3로 세분하고 있다. 직접배출은 배출원 내부의 에너지 연소 및 공정에서의 온실가스 배출로 정의하고 있다. Scope 2 간접배출은 배출원의 일상적인 활동에 필요한 전기, 스팀 등을 구매함으로써 간접적으로 외부(예 : 발전소)에서 배출하는 것으로 정의할 수 있다. 한편 Scope 3 간접배출은 Scope 2에 속하지 않는 간접배출로서 원재료의 생산, 제품 사용 및 폐기 과정에서 배출되는 것으로 정의하고 있다.

또한 배출원은 배출특성에 따라 에너지, 산업공정, 농축산, 임업, 폐기물 등 5개 분야로 구분하고 있다<표 4>. 에너지 분야는 크게 연료연소와 탈루성배출로 구분하고 있으며, 연료연소는 에너지산업, 제조업 및 건설업, 수송, 광업·농림어업·가정상업·공공기타, 기타로 다시 세분화할 수 있다. 에너지산업은 전환산업분야로서 화석연료를 사용하여 다른 에너지로 전환시키는 산업분야로서 발전부문, 지역난방, 가스제조, 자기소비 및 손실 분야가 여기에 속한다.

<표 3> 온실가스 배출량 산정 원칙

원칙	내용
투명성(Transparency)	산정방법과 산정을 위해 도입한 가정 등을 명확하게 기술해야 함
정확성(Accuracy)	온실가스 배출량 또는 흡수량이 주어진 조건에서 가능한 정확하게 산정해야 함
호환성(Comparability)	배출량과 흡수량 산정 결과의 국가 간 비교가 가능하도록 방법론을 적용해야 함
일관성(Consistency)	연도별 배출량 결과가 일관성을 유지하기 위해 동일한 산정방법과 변수값을 적용해야 함
완성도(Completeness)	배출원 또는 흡수원이 누락이 되지 않도록 모든 배출원 또는 흡수원을 파악하여 조사 보고해야 함

〈표 4〉 온실가스 배출원 및 흡수원

부문	중분류	소분류
에너지	연료연소	에너지산업
		제조업 및 건설업
		수송
		광업, 농림어업, 가정상업, 공공기타
		기타
	탈루성배출	석탄 석유 및 천연가스 시스템
산업공정	광물산업	
	화학산업	
	금속산업	
	기타산업	
	HFCs, PFCs, SF ₆ 생산	
	HFCs, PFCs, SF ₆ 소비	
	기타	
농업축산	벼논	
	비료 시비	
	장내발효	
	분뇨분해	
토지이용변화 및 임업 (흡수원)	산림, 기타 목질 바이오매스 저장량 변화	
	산림 및 초지 전용	
	경영 토지의 방치	
	토양의 CO ₂ 배출 및 흡수	
	기타	
폐기물	고형폐기물 매립	
	생활하수 처리	
	산업폐수 처리	
	폐기물 소각	
	기타	

산업부문은 제품의 생산 관리과정에서 에너지를 사용하는 산업체를 의미한다. 반면에 탈루성배출은 석유 및 천연가스시스템과 석탄생산으로 세분화한다. 한편 온실가스는 배출원만 있는 것이 아니라 흡수원도 있으며 대표적인 것이 CO₂를 흡수하여 광합성을 하는 임업 분야이다. 임업분야는 광합성을 위해 CO₂를 흡수하기도 하지만 호흡 과정을 통해 CO₂를 배출도 하므로 CO₂ 배출량과 흡수량의 차이로부터 총량 개념의 배출량 또는 흡수량을 결정하게 된다. 한편 정보통신 분야는 전기를 에너지원으로 사용하는 분야로서 위 분류에 따르면 에너지/에너지산업/가정 상업 분야에 속한다. IT 산업의 급속한 발전으로 IT 분야에서의 온실가스 배출량은 무시하지 못할 정도로 높다고 여겨진다(2005년 기준하여 우리나라 배출량의 12.7%).

3. 온실가스 배출량 구축 순서

특정 사업장의 온실가스 배출량 구축과정은 다음과 같이 다섯 단계를 거쳐 진행해야 한다.

가. 배출량 산출 경계(Boundary) 설정

기업의 온실가스 배출량을 산정하기 위해서 기업 조직 경계를 설정하는 단계이다. 기업이 운영에 대한 통제권을 가지고 있는 영역(종속기업)이 산출 경계가 된다.

나. 배출량 산출 경계 내의 주요 배출원 파악

기업의 산출 경계에 있는 배출원을 파악하여야 한다. 배출원은 운영경계를 기준으로 직접배출원과 간접배출원으로 나뉜다. 직접배출원은 해당 기업에 의해 소유되거나 통제되는 배출원이다. 간접배출은 기업의 활동에 의해 배출되는 것이지만 다른 기업에 의해 소유되거나 통제되는 배출원이다. Scope 3의 배출은 산정이 매우 어렵고 기업 보고 권고사항이 아니므로 현재는 많은 분야에서 산정하고 있지 않다.

다. 배출량 산정 방법론 정립

주요 온실가스 배출원별로 배출계수를 설정하고 산정 방법론을 정립한다. 산정방법론 결정 과정에서 고려해야 할 사항은 첫째, 가능한 자료의 종류 및 범위, 둘째, 수집 가능한

〈표 5〉 배출원 유형 및 특징

Scope	배출원	배출 온실가스	방법론 적용
직접배출 (Scope 1)	고정연소	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	공통
	이동연소	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	공통
	공정	GHGs(공정별)	업종별/공정별
	탈루(누출)	GHGs(공정별)	업종별/공정별
간접배출(Scope 2)	구매전력 / 구매스팀	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	공통
간접배출(Scope 3)	원재료 생산에서의 배출 제품 폐기에서의 배출 등	GHGs	GRI 권고 의무 보고사항 아님

자료에 적합한 산정방법론, 셋째, 대내외적으로 공인 받을 수 있는 방법론 선정 등을 꼽을 수 있다.

라. 배출량 산정

산정 방법론에 따라 경계 내의 주요 배출원에 대해 투명성, 정확성, 호환성, 일관성, 완성도 등의 주요 원칙에 입각하여 배출량을 산정한다.

마. 배출량 집계 및 DB화

기업 경계 내의 사업장에 대한 직접배출량과 간접배출량을 산출하고 기업의 총 직접배출량/간접배출량 그리고 총배출량을 산출한다(필요에 따라 Scope 3에 대한 간접배출량을 산출한다).

4. 온실가스 배출량 산정방법

온실가스 배출량 산정은 다음과 같은 기본식에서 출발한다.

$$Q_{GHG, i} = EF_{GHG, i} \times AD_i \quad (1)$$

여기서 는 온실가스 연간 배출량(Gg CO₂), 는 배출계수(Gg CO₂/AD 원단위)로서 활동도 원단위 배출량으로 정의할 수 있다. 는 활동도를 의미하며 활동도의 단위는 배출원에 따라 달라진다. 한편 온실가스 산정방법은 배출량 산정 주체의 자료 확보 정도와 수준에 따라 적용하는 방법이 달라지면 IPCC에서는 일반적으로 3 단계(Tier 1, 2, 3)로 구분하고 있다. 높은 Tier일수록 배출량 결과의 정확도가 높다고 할 수 있다.

식(1)에서 알 수 있듯이 배출량 산정을 위해 결정해야 할 변수는 배출계수와 활동도이다. 일반적으로 활동도는 배출원의 온실가스 배출량에 직접 영향을 미치는 연료사용량, 전기사용량, 폐기물 매립량 등으로 통계자료 확보가 용이하나, 배출계수는 배출원별 온실가스 배출특성을 파악하는 과정을 거쳐야 하므로 배출특성의 파악 정도에 따라 배출량 산정의 정확도가 좌우된다. 그러므로 배출계수에 영향을 미치는 변수값을 파악하고, 이를 어떠한 과정을 거쳐서 결정했느냐에 따라 Tier가 결정된다고 할 수 있다. 높은 Tier를 적용하는 것이 바람직하나, 자료의 수집 정도와 여건 등을 고려하여 낮은 Tier 적용도 배출량 보고 관리기관에서는 인정하고 있으며 지속적인 자료 수집과 보완 과정을 거쳐 높은 Tier로의 산정을 유도하고 있다.

배출량 산정방법은 분야별로 다양하며, 여기서는 정보통신분야에서 관심이 있을 전력분야에서의 온실가스 배출량 산정방법에 대해서만 소개하였다. 전력 분야는 직접배출원과 간접배출원으로 구분할 수 있으며, 정보통신분야는 사용자 입장이므로 간접배출원만 고려하면 된다. 전력 분야의 주요 간접배출원은 구입전력과 구입스팀이며 산정방법은 다음과 같다.

가. 구입 전력

전력계통망이나 직접 계약으로 구입한 전력에 대한 온실가스 배출량은 구입한 전력에 평균 배출계수를 곱하여 산정할 수 있다.

전력구매량	배출계수	계산값
온실가스배출량 = MWh/yr × tCO ₂ /MWh = tCO ₂ /yr		

- 구입 사용한 전력량 집계 : 해당 기업의 보고기간 동안 구입하여 사용한 전력량을 집계하는 것으로 전력사용량 검침자료나 전력요금 청구서 자료 등을 이용할 수 있다.
- 배출계수 선정 : 연도별 평균 배출계수를 활용할 수 있다(0.65 tCO₂/MWh).
- 총 배출량 집계 : 각 사업장의 온실가스 배출량을 합계하여 해당 기업의 전력에 의한 간접배출의 온실가스 배출량을 결정한다.

나. 구입 스팀

구입한 스팀의 온실가스 배출량은 스팀 공급자가 제공하는 배출계수를 사용하여 산출한다. 그러나 만약 스팀 공급자가 배출계수를 제공할 수 없다면 공인기관에서 제공하는 배출계수를 사용하고 근거를 남기는 것이 필요하다. 스팀사용에 의한 온실가스 간접배출량 산정은 다음의 절차를 따른다.

스팀구매량	배출계수	계산값
$\text{온실가스배출량} = \text{ton/yr} \times \text{tCO}_2/\text{ton} = \text{tCO}_2/\text{yr}$		

- 구입 스팀량 집계 : 스팀사용량 검침자료나 스팀 사용요금 청구서 등을 이용하여 보고기간 동안 구입 스팀량을 집계한다 (ton/yr).
- 배출계수 선정 : 스팀 공급자에 의해 주어지는 배출계수(tCO₂/ton)를 사용한다.
- 총 배출량 집계 : 각 사업장의 온실가스 배출량을 합계하여 해당 기업의 스팀에 의한 간접배출의 온실가스 배출량을 결정한다.

V. 맺음말

온실가스 배출량 산정과 관련되어서는 다음과 같은 세 가지 질문을 생각할 수 있다.

- 온실가스 배출량 산정은 왜 정확해야 하는가?
- 온실가스 배출량 산정을 어디까지 정확하게 산정해야 하는가?
- 온실가스 배출량의 신뢰도와 정확도를 어떻게 평가해야 하는가?

온실가스 배출량 산정은 공공 및 민간부분의 온실가스 저감전략 수립 추진하는데 가장 중요하고 기초적인 작업이다. 정부와 민간기업에서는 온실가스 배출량 결과와 저감 용이성 등을 고려하여 저감 우선순위를 정하고 이를 근거로 막대한 투자가 요구되는 저감사업이 추진되므로 정확한 배출량 통계는 선택이 아닌 필수적인 사안이다.

온실가스 배출량은 가능한 범위에서 최대한 정확하게 산정하고 지속적으로 정확도를 제고하기 위해 노력을 경주해야 한다. 그러나 배출량 결과의 대외적 공유시점에서는 전략적 접근이 필요하다고 여겨진다.

조만간에 각 기관 및 사업체에서는 온실가스 배출량을 정부에 산정 보고하게 될 것이다. 이 과정에서 배출량 결과의 검증이 이루어질 것이다. 배출량 결과의 신뢰도를 평가하기 위한 방법론이 정부 및 민간차원에서 마련되고 있다. 신뢰도를 평가하기 위해서는 온실가스 배출량을 가장 정확하게 산정할 수 있는 방법을 결정하고, 현재 적용하고 있는 방법의 신뢰도 측면에서 가장 정확한 방법과 어느 정도 편차가 있는가를 정량적으로 결정하는 것

이 필요하다.

정보통신 분야에서의 온실가스 배출량 산정은 전력 사용량 등에 초점이 모아지리라 여겨진다. 그러므로 배출량 산정은 다른 배출원과 달리 단순하나, 사업체간의 경계면 설정의 어려움이 예상되므로 배출량 산정 단계에서 배출주체를 결정하고, 주체별 배출범위를 어떻게 정하느냐가 주요 논쟁거리가 될 수 있다고 판단된다. 정보통신분야는 기후변화와 온실가스 배출 모니터링, 자료 관리 등에 반드시 활용해야 하므로 기후변화와 연계되어 융합기술로서 발전할 가능성이 높으며 저탄소 녹색성장의 대표적 산업으로 자리매김할 수 있다고 예상된다. 그러나 어떠한 분야의 수요가 창출되고 어떠한 방향으로 온실가스 저감 노력이 이루어지고 있는가를 파악하기 위해서는 환경 분야의 전문가와 정보 및 의견 교환의 장이 마련되어야 한다고 판단된다.

저자소개



김 승 도

1984년 8월 서울대학교 자연대학 해양학과 이학사
 1992년 1월 미국 Univ. of Illinois at Urbana-Champaign, 토목공학(환경공학 전공), M.S.
 1995년 1월 미국 Univ. of Wisconsin-Madison, 환경공학, Ph.D.
 1988년 8월~1990년 8월 미국 Oak Ridge National Lab., 연구원
 1995년 2월~1997년 2월 한국환경기술개발원, 책임연구원
 1997년 3월~현재 한림대학교, 교수
 주관심 분야 : 폐기물 열분해 반응모델, 기후변화 분야 (온실가스 배출량 산정 및 검증, 온실가스 저감전략 수립)



나 승 혁

1981년 2월 서울대학교 공과대학 항공공학과 공학사
 1986년 8월 서울대학교 대학원 항공공학과 공학석사
 1991년 6월 영국 Cranfield University, 항공공학, Ph.D.
 1986년 8월~1995년 2월 대우중공업 우주항공연구소, 책임연구원
 1995년 3월~2001년 7월 외교통상부(주영/주러 대사관) 국방과학담당
 2001년 8월~2005년 9월 (토론토) Ryerson대 논문 지도위원, GH Canada/Hyundai Canada 고문
 2005년 10월~2008년 10월 한국항공진흥협회(건국대 겸임교수)
 2005년 10월~현재 카이트엔지니어링 대표(건국대 겸임교수)
 주관심 분야 : (항공 및 기타 산업분야) 기후변화 분야 : 온실가스 배출량 산정 및 검증, 온실가스 저감전략 수립