



제1장

국가온실가스인벤토리시스템 구축

김혜련

제1절 서론

급속한 산업화(industrialization)로 인한 석탄, 석유와 같은 화석연료(fossil fuels)의 연소, 산림벌채(deforestation) 등 인간의 활동(anthropogenic activity)은 대기 중의 온실가스(greenhouse gases)의 증가를 야기하였다. 이들 가스는 온실의 유리과 같이 열이 우주로 배출되는 것을 막아 온실효과(greenhouse effects)를 유발하여 지구의 기온을 상승시켰다. 그 결과, 지난 100년 동안 지구의 평균기온은 약 0.74℃ 상승하였고, 해수면은 약 18cm 상승하였다.¹⁾ 따라서, 현재 전 세계에서는 지구온난화(global warming)로 인한 생태계의 변화, 병하의 감소, 해수면의 상승, 초목의 감소 등 다양한 기후변화(climate change) 현상이 나타나고 있다.

온실가스(GHG: Greenhouse Gas)가 지구기온 상승의 직접적인 원인이 된다는 것에 대해 논란은 있지만 기후변화에 대한 정부 간 협의체(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)의 보고서에서는 20세기 중반 이후 관측되는 지구 평균기온의 증가 대부분은 인간의 활동으로 발생한 온실가스의 증가일 가능성이 매우 높다고 지적하였다.²⁾

기후변화에 대응하기 위해 국제사회는 1992년 기후변화협약(UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change)³⁾을 체결하여 온실가스 배출량 감소를 위한 각국의 정책수립 및 시행, 감축량 등을 합의하였다. 하지만 미국 등 다른 선진국들의 반대로 단순한 노력사항으로 규정되어 실질적인 강제성은 없었다. 이후 기후변화협약이 실

1) IPCC의 제4차 평가보고서(the Fourth Assessment Report “Climate Change 2007: Synthesis Report”)

2) IPCC의 제4차 평가보고서(the Fourth Assessment Report “Climate Change 2007: The Physical Science Basis”, Summary for Policymakers)

3) 1992년 6월 브라질의 리우데자네이루에서 체결되어 리우협약이라고도 일컬음. 당시 참가국 178개국 중 우리나라를 포함한 154개국이 서명하였으며, 이후 1994년 3월 21일에 공식적으로 발효되었음. 현재 기후변화 가입국가 현황은 <부록 1> 참조

효성이 없다는 인식하에 구속력 있는 온실가스 감축의무를 규정하기 위해 세계 각 국은 1997년 교토의정서(Kyoto Protocol)⁴⁾를 의결하여 선진국 등이 포함된 부속국(Annex I)에 대해서는 제1차 공약기간(2008~2012년)에 1990년 대비 평균 5.2%로 온실가스 감축의무를 부과하였다. 감축대상 온실가스는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아질화산소(N₂O), 수소불화탄소(HFC_s), 육불화황(SF₆), 염화불화탄소(CFC_s)의 6종이다. 교토의정서에서는 감축의무 국가들의 의무부담 이행의 신축성을 허용하기 위해 교토 메커니즘 즉, 청정개발체제(CDM : Clean Development Mechanism), 배출권 거래(ET : Emission Trading), 공동실시(JI: Joint Implementation)를 도입하였다.⁵⁾ 현재 국제사회는 2007년 제13차 당사국회의(COP)에서 발리로드맵(Bali Road Map)을 채택하여 2012년 이후(post-2012)의 기후변화체제에 대한 협상을 본격화하고 있다.⁶⁾

우리나라의 경우 1993년에 기후변화협약에 가입한 뒤 2002년 교토의정서에 비준하였다. 현재 우리나라는 비부속국(non-Annex I)으로 분류되어 감축의무는 없으며 국가보고서(NC: National Communication) 제출만 요구되고 있다. 하지만 OECD 가입 이후 일본, 미국 등 선진국들은 우리나라가 Annex I 국가와 같은 의무부담을 하여 줄 것을 지속적으로 요청하고 있어 향후 2012년 이후 감축의무 대상국가로 편입에 대비하여야 한다.

기후변화에 대한 국내외적 요구사항에 대응하고 관련 정책을 수행하기 위해서는 우선적으로 온실가스의 배출정도를 정확하게 파악하는 것이 필요하다. 따라서, UNFCCC는 온실가스 배출통계의 중요성을 강조하며 기후변화협약 제4조와 제12조에서 모든 당사국들이 국가보고서를 제출할 의무를 명시하고 있다. 또한 교토의정서의 제5조와 제7조에 의해 감축의무가 있는 Annex I 국가에 대해 상세 온실가스 배출통계 작성에 관한 의무보고서인 국가인벤토리보고서(NIR: National Inventory Report), 공통보고서식(CRF: Common Reporting Format) 등 부가정보를 적기에 작성하여 제공하고, 정도 높은 배출통계 작성을 위해 제도적 장치인 국가온실가스인벤토리시스템(NS: National System, 이후부터는 국가시스템이라 칭함)을 구축하도록 요구하고 있다.⁷⁾

하지만, 현재 우리나라는 온실가스 배출통계의 작성 수준이 낮고 국제 기준의 통계

4) 1997년 12월 11일에 일본 교토의 제3차 기후변화협약 당사국총회(COP: Conference of Party)에서 채택되었으며 2005년 2월 16일 발효되었음

5) 배출권 거래(ET)는 온실가스 감축의무가 있는 선진국 간에 배출쿼터의 거래를 허용하는 제도이고, 청정개발체제(CDM)은 선진국이 개도국에 투자하여 발생한 온실가스 배출감축량을 선진국의 감축량으로 인정하는 제도이고, 공동이행(JI)는 선진국이 다른 선진국에 투자하여 발생한 온실가스 감축량의 일정분을 투자한 선진국의 배출 저감실적으로 인정하는 제도임

6) 발리로드맵의 주요 내용은 온실가스 협상대상국에 미국과 개도국 모두 포함하도록 확대하고 선진국과 개도국의 참여 아래 기후변화 대응책을 논의하자는 협상규칙을 정의하였음. 또한 기후변화 대응재원을 마련하기 위한 논의를 하여 탄소세 부과 및 탄소배출권 거래시 2%씩 기금을 마련하기로 하였으며, 구체적인 감축 목표와 방법은 2009년 12월 덴마크 코펜하겐에서 개최되는 제15차 기후변화협약 회의에서 최종 결정하기로 하였음

7) 상세 기후변화협약 및 교토의정서 조문은 <부록 2> 참조



및 작성체계가 구축 되어있지 않아 이는 기후변화 정책수행 및 국제적 대응에 제약요소가 되고 있다. 또한 2012년 이후 온실가스배출 감축 의무국가인 부속국가(Annex I)로의 편입에 대비하여 온실가스 배출통계의 체계적 작성시스템인 국가시스템(NS) 구축이 시급하다.

따라서, 본 연구는 우리나라 온실가스 배출통계의 작성시스템 현황 및 주요 선진국의 국가시스템 구축 현황을 파악하여 향후 배출통계의 개선 및 우리나라 현실에 맞는 국가시스템을 구축하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 또한 향후 국가통계 조정 및 품질개선 기관인 통계청이 국가시스템 구축에 어떤 역할을 해야 할지에 대한 방향을 설정하여 정립하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 기후변화와 국가시스템에 대한 일반적인 개념을 살펴보고, 제3장에서는 우리나라 온실가스 배출통계 현황 파악을 통한 개선점을 도출하고, 제4장 및 제5장에서는 해외 주요 선진국의 국가시스템 구축 현황을 파악하여 우리나라 고유의 국가시스템 구축 모델을 제공한다. 마지막으로 결론에서는 향후 통계청의 온실가스 배출통계 개선을 위한 역할 강화 필요성에 대해 논의하고자 한다.

제2절 기후변화와 국가시스템

1. 기후변화

IPCC에 의한 기후변화의 정의는 “수십 년 또는 그 이상의 기간 동안 지속되는 기후 특성 및(또는) 변동의 변화”라고 정의된다.⁸⁾ 즉, 기후에 나타나는 일시적이고 주기적인 현상이 아닌 장기간 지속되는 변동을 말한다. 그동안 지구의 기후는 빙하시대, 온화시대 등 많은 변화를 겪어 왔다. 하지만, 최근 지구는 평균기온의 상승, 빙하의 감소, 해수면의 상승, 초목의 감소 등 기후변화 현상이 심각해지고 있고 이는 사회·경제적으로도 큰 영향을 미치고 있다.

기후변화의 발생 원인을 살펴보면 크게 자연적 요인(natural factors)과 인간적 요인(anthropogenic factors)으로 나눌 수가 있다. 화산분출, 태양복사 에너지의 양 등 자연적 요인은 오랫동안 지구의 기후에 영향을 미쳐왔다. 반면, 18세기말에 시작된 산업혁명과 관련된 인간의 활동은 대기 구성물질을 변화시켜 기후변화를 야기시켰다. 이중 국내외적 관심의 대상은 화석연료의 연소, 산림벌채 등의 인간의 활동으로 인한 대기 중의 이

8) A Change in the state of climate that can be identified by changes in the mean and/or the variability of its properties, and that persists for an extended period, typically decades or longer.

산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄) 등 온실가스의 증가로 발생한 기후변화이다.

온실가스(GHG)는 “지구의 대기속에 존재하며 땅에서 복사되는 에너지를 일부 흡수함으로써 온실효과(greenhouse effects)⁹⁾를 일으키는 기체”로 정의될 수 있다. 온실가스는 크게 직접온실가스(direct GHG)와 간접온실가스(indirect GHG)로 구분된다. 직접온실가스는 직접적으로 온실효과를 발생시키는 가스로서 수증기, 오존(O₃), 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아질화산소(N₂O), 수소불화탄소(HFC_s), 육불화황(SF₆), 염화불화탄소(CFC_s)가 있다. 수증기, 오존은 자연적 현상으로만 발생되고, CO₂, CH₄, N₂O는 자연적 현상 및 인간의 활동으로 발생하고, 수소불화탄소(HFC_s), 육불화황(SF₆), 염화불화탄소(CFC_s)는 인간의 활동으로만 발생하는 온실가스이다. 이중 교토의정서에 의해 규제의 대상이 되는 온실가스는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아질화산소(N₂O), 수소불화탄소(HFC_s), 육불화황(SF₆) 및 염화불화탄소(CFC_s) 6종이다. 직접온실가스 중 수증기는 자연적으로 순환하며 인위적으로 조정되지 않고, 오존은 온실효과에 대한 기여도가 낮아 규제의 대상에서 제외된다. 또한 염화불화탄소(CFC_s)는 이미 몬트리올 의정서¹⁰⁾에 의해 규제를 받고 있어 제외되었다. 간접온실가스는 다른 물질과 반응하여 온실가스로 전환되는 가스로 질소산화물(NO_x), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO₂) 및 비메탄휘발성유기물질(NM VOC)이 있다.

대기중의 온실가스가 지구 표면에서 배출되는 열적외선 복사(thermal infrared radiation)를 흡수하여 발생하는 온실효과는 태양의 빛에너지가 지구로 들어와서 나가지 못하고 순환되는 현상을 말한다. 태양에서 방출된 빛에너지는 지구의 대기층을 통과하면서 일부는 대기에 반사되어 우주로 방출되거나 대기에 직접 흡수된다. 따라서 약 50% 정도의 햇빛만이 지표에 도달하게 되는데, 이때 지표에 의해 흡수된 빛에너지는 열에너지나 파장이 긴 적외선으로 바뀌어 다시 바깥으로 방출하게 된다. 방출되는 적외선의 50% 정도는 우주로 빠져나가지만, 나머지는 수증기, 이산화탄소 같은 온실가스에 의해 흡수되어지며, 다시 온실가스에 의해 지표로 보내진다. 이와 같은 작용이 반복되면서 지구의 온도는 상승한다.

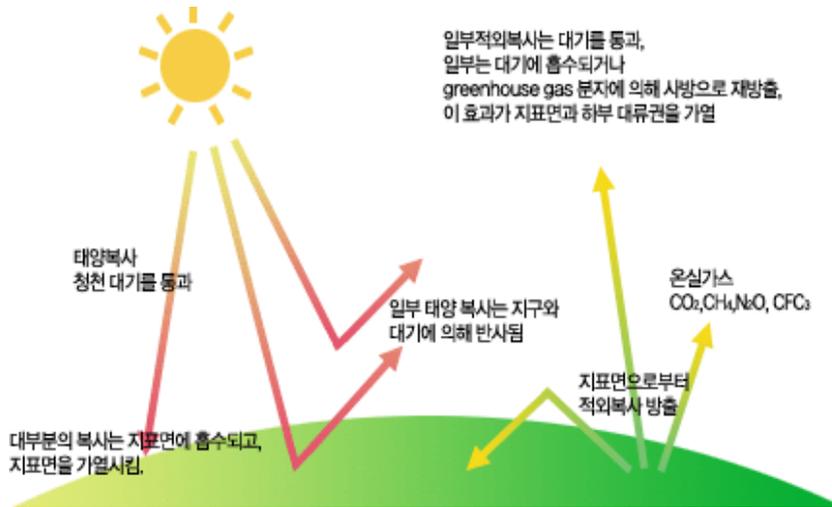
9) 온실효과는 1842년 프랑스의 수학자이자 물리학자인 조셉 푸리에(Joseph Fourier)에 의해 발견되어 1858년 아일랜드의 과학자 존 틴달(John Tyndall)에 의해 실험적으로 증명되었는데 그는 이산화탄소 및 수증기가 열에너지를 흡수하여 열을 가두는 효과가 있다는 것을 발견하였음. 이후 스웨덴의 과학자인 스반테 아레니우스(Svante Arrhenius)는 1896년 선구적인 논문 “On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground”를 통해 이산화탄소의 농도가 2배가 되면 지구의 평균기온은 15℃ 상승한다고 주장하였음. 또한 그는 화석연료의 연소는 지구온난화를 심화시킨다고 주장하여 현재의 현상을 예측하였음

10) 오존층 파괴물질의 규제에 관한 국제협약으로 1989년 1월부터 발효되었으며 우리나라는 1992년 가입하였음



<표 1-1> 온실가스의 종류

구분	발생원인	온실가스 종류
직접온실가스	자연적 현상	수증기
		오존
	자연적 현상 + 인간의 활동	이산화탄소(CO ₂)
		메탄(CH ₄)
		아질화산소(N ₂ O)
	인간의 활동	수소불화탄소(HFCs)
육불화황(SF ₆)		
염화불화탄소(CFCs)		
간접온실가스	질소산화물(NO _x), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO ₂) 및 비메탄휘발성 유기물질(NMVOC)	



출처) 기상청 기후변화정보센터(2005)

[그림 1-1] 온실효과의 메커니즘

2. 국가시스템(National System)

UNFCCC에서 규정하는 국가시스템(NS)의 정의는 “온실가스 배출량 및 흡수량에 대한 추정(estimation)과 관련 인벤토리 정보에 대한 보고(reporting) 및 자료보관(archiving)을 위한 모든 제도적, 법적 및 절차적 장치”이다.¹¹⁾ 이는 교토의정서 제5조 1항에 의해 규정된 Annex I 국가의 국제적 의무사항으로, UNFCCC에서는 결정문 20/CP.7과 19/CMP.1에서 국가시스템 구축을 위한 가이드라인을 제공하고 있다.

가. 온실가스 배출통계 작성을 위한 국제적 가이드라인

UNFCCC의 신설에 앞서 세계기상기구(WMO: World Meteorological Organization) 및 유엔환경계획(UNEP: United Nations Environment Programme)은 1988년 공동으로 IPCC를 설치하였다. IPCC의 역할은 인간의 활동으로 야기된 기후 변화의 위험에 대한 과학적 근거 제공을 위해 과학, 기술 및 사회·경제적인 정보를 포괄적이고 객관적이며 또한 투명하게 평가하는 것이다.¹²⁾ 이를 위해 평가보고서(Assessment report)를 작성하여 1990년 제1차 평가보고서, 1992년 부가보고서, 1995년 제2차 평가보고서(SAR), 2001년 제3차 평가보고서(TAR) 및 2007년 제4차 보고서(AR4)를 발간하였다. 또한 IPCC는 통일되고 정확한 배출통계 작성을 위해 온실가스인벤토리 가이드라인(Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)을 제시하고 있다. 첫 번째 가이드라인은 1995년 발간되었고, 이후 IPCC의 Working Group I의 140여 명의 과학자와 각국 전문가들은 IPCC 1996 개정 가이드라인(Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)을 공저하였다. 이후 개정 1996 IPCC 가이드라인의 방법을 확장하여 2000년 우수이행지침과 불확실성 관리(GPG 2000: Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories)와 LULUCF 우수이행지침(GPG-LULUCF: the Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change, and Forestry)을 발간하였다. 또한 IPCC는 제25차 회의에서 2006 IPCC 가이드라인(2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)을 채택하였는데 이는 이전 가이드라인을 새롭게 업데이트하고 방법론의 개선, 새로운 배출원 및 흡수원(sources), 배출가스(gases)를 추가하였다.

11) A national system includes all institutional, legal and procedural arrangements made within a Party included in Annex I for estimating anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, and for reporting and archiving inventory information.(Decision 20/CP.7 "Guidelines for national systems under Article 5, paragraph 1, of the Kyoto Protocol")

12) IPCC(2006), "Principles Governing IPCC Work"



나. 국가시스템의 목적

국가시스템(NS)의 구축 목적은 다음과 같다. 첫째, Annex I 국가들이 교토의정서 제5조에 따라 온실가스 배출량을 산정하고, 제7조 1항 및 기타 당사국 총회의 결정에 따라 산정된 배출량을 보고하도록 한다. 둘째, Annex I 국가들의 교토의정서 제3조와 제7조의 의무 이행을 돕는다. 셋째, Annex I 국가들이 제출한 자료 및 정보의 검토를 용이하게 한다. 넷째, Annex I 국가들이 온실가스 배출통계의 품질을 개선하는 것을 돕는다.

다. 국가시스템의 기능

1) 일반적 기능

국가시스템(NS)의 일반적 기능을 살펴보면 첫째, 국가인벤토리에 대한 총괄적 책임을 가진 단일기관(single entity)을 지정하여야 한다. 둘째로는 국가시스템의 기능을 수행하기 위해 필요한 정부기관과 관련 책임기관들 간의 제도적, 법적 및 절차적 장치를 설립하고 유지하여야 한다. 세 번째로는 온실가스 배출량 및 흡수량을 측정하기 위한 자료의 수집, 인벤토리의 개선과정에 관련된 인원의 기술적 역량 마련 등을 포함한 국가시스템의 기능을 적기에 수행할 수 있는 충분한 능력을 보유하고 있다는 것을 보증하여야 한다. 마지막으로, 교토의정서 제5조 및 제7조 그리고 당사국들 간의 관련 결정문에 따라 매년 국가인벤토리보고서(NIR) 및 부가정보를 적기에 작성하여 제공하여야 한다. UNFCCC 제출보고서는 국가보고서(NC), 공통보고서(CRF) 및 국가인벤토리보고서(NIR)이다. Annex I 국가는 세 가지 보고서 모두 제출하여야 하지만 non-Annex I 국가는 국가보고서만 제출하면 된다.

국가시스템은 다음에 유의하여 구축되어야 한다. 첫째, 배출통계의 투명성(transparency), 일관성(consistency), 비교가능성(comparability), 완전성(completeness), 및 정확성(accuracy)을 확보하도록 디자인되고 운영되어야 한다. 둘째, 배출통계 작성활동(inventory activities)의 계획(planning), 작성(preparation), 관리(management)를 통하여 배출통계의 품질을 보장하기 위해 디자인되고 운영되어야 한다. 여기서 배출통계 작성활동이란 활동자료의 수집, 방법과 배출계수의 적절한 선택, 배출량 및 흡수량 추정, 불확실성(uncertainty) 평가 및 품질보증/품질관리(QA/QC)의 수행, 국가차원의 배출통계 검증 등을 포함한다. 셋째, 국가시스템은 배출통계 작성 시 IPCC 1996 개정 가이드라인(GL) 및 IPCC 2000 우수이행 지침서(GPG)의 방법들과 일관성을 가지도록 디자인되고 운영되어야 한다.

2) 특정 기능

국가시스템은 구축목적과 일반적인 기능을 수행하기 위해 배출통계의 작성계획

(planning), 작성(preparation) 및 관리(management)에 대한 주요한 기능을 수행해야 한다.

가) 배출통계 작성 계획(Inventory Planning)

온실가스 배출통계 작성을 위한 계획단계에서 수행하여야 할 일은 다음과 같다. 첫째, 국가 온실가스 배출통계의 총괄책임 기관(national single entity)을 먼저 선정해야 한다. 둘째, 총괄기관의 주소(우편 주소 및 이메일 주소)를 공표한다. 셋째, 배출량 산정 방법의 선택, 활동 자료 및 배출계수 등의 데이터 수집, 배출통계의 작성 및 보관, 품질 보증 및 품질관리(QA/QC)를 포함하는 배출통계 작성 과정에 관계된 모든 업무에 대한 정의를 분명히 하고 참여 기관 간의 책임 소재를 명확히 한다. 넷째, 배출통계 작성 과정에서 시행될 QC 절차를 기술해 놓은 QA/QC 계획을 보완하고, 전체 배출통계 작성 과정에 대하여 수행될 QA 절차를 마련하며, 통계의 질적 수준을 어느 정도로 할 것인가를 정한다. 다섯째, 배출통계를 기후변화협약 사무국에 공식적으로 제출하기 이전에, 국내적으로 배출통계의 공식적인 검토 및 승인 절차를 마련하여, 검토 및 승인 과정에서 제3자에 의한 검토 시 제기될 수 있는 문제에 적절히 대응하기 위한 준비 체제를 갖추어야 한다. 여섯째, 각 국은 활동 자료, 배출계수, 배출량 산정 방법론 및 배출통계 구축을 위한 기타 기술적 요소들의 질을 개선하기 위한 방안을 마련해야 한다. QA/QC 수행 과정, 교토 의정서 제8조에 의한 재검토(review) 과정 등을 통해 얻어진 정보는 QA/QC의 개선이나 배출통계의 품질 향상을 위한 과정에서 적절히 이용되어야 한다.

나) 배출통계 작성(Inventory Preparation)

온실가스 배출통계 작성을 위한 계획단계에서 수행하여야 할 일은 다음과 같다.

첫째, GPG에 따른 주요 배출원 및 흡수원을 분류하여야 한다. 둘째, IPCC 1996 개정 가이드라인 및 2000 우수이행지침서(GPG)에 부합하는 배출량 산정 방법의 선정 및 배출량 산정을 위한 준비를 해야 한다. 셋째, 선택된 방법론을 위해 필요한 활동 자료, 온실가스 발생 과정에 대한 정보, 배출계수 등의 자료를 수집하여야 한다. 넷째, GPG에 의한 각 배출원 및 흡수원별 배출통계와 전체 배출통계에 대한 불확실성을 정량적으로 추정한다. 다섯째, 이전에 제출되었던 배출통계를 재산정할 때 2000 우수이행지침서 및 기타 당사국회의(COP) 결정에 부합하는지 확인하여야 한다. 여섯째, 국가 배출통계 자료를 취합 및 정리한다. 일곱째, 2000 우수이행지침서의 QA/QC 계획에 따라 Tier 1 수준의 일반적인 배출통계 QC 과정을 수행한다.

위의 사항과 더불어 다음 사항을 수행하도록 권고하고 있다. 첫째, 주요 배출원/흡수원과 방법론이나 데이터에 중대한 변화가 있는 배출원/흡수원에 대해 각각에 맞는 Tier 2 수준의 구체적인 QC 절차를 수행한다. 둘째, 배출통계 제출 이전에 계획된 QA 절차에 따라 통계작성에 관여하지 않은 독립적인 제3자에 의한 검토보고서를 발간한다. 셋째,



주요 배출원/흡수원 및 방법론이나 데이터에 중대한 변화가 있는 배출원/흡수원에 대해 좀 더 광범위한 검토보고서 작성한다. 넷째, 위에 기술한 검토보고서 및 정기적인 내부 평가에 기초하여, 정해진 통계의 질적 수준을 만족시키기 위한 배출통계 계획 절차를 재평가한다.

다) 배출통계 관리(Inventory Management)

작성된 온실가스 배출통계를 관리하는 단계에서 수행하여야 할 일은 다음과 같다.

첫째, 연도별 배출통계를 저장 및 보관한다. 배출계수 및 활동자료와 이 자료들이 어떻게 만들어지고 대표화 되었는지에 대한 정보도 포함시킨다. 또한 QA/QC 절차에 대한 내부 문서, 내외부의 배출통계 검토보고서, 주요 배출원/흡수원과 배출통계 개선 계획 등도 포함한다. 둘째, 배출통계 작성을 위해 사용한 모든 자료 및 정보에 대한 검토팀의 열람이 가능하도록 하여야 한다. 셋째, 배출통계에 대한 단계별 검토 과정에서 요구되는 정보와 국가시스템에 대한 자료 요청에 성실히 응답하여야 한다. 넷째, 만들어진 통계자료 및 정보에 대한 접근이 용이하도록 한 장소에 저장하여야 한다.

라. 품질보증 및 품질관리(QA/QC)¹³⁾

IPCC 우수이행지침서(GPG)의 중요한 목적은 질과 완성도를 쉽게 평가할 수 있는 온실가스 배출통계 작성을 지원하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 온실가스 배출통계 작성 과정에서 품질보증 및 품질관리(QA/QC)가 수행되어야만 한다. QA/QC는 배출통계의 투명성(transparency), 일관성(consistency), 비교가능성(comparability), 완전성(completeness), 신뢰성(confidence) 제고 등을 달성하는데 크게 기여할 수 있다. 또한 QA/QC의 결과를 보고 배출통계나 배출원에서 발생하는 불확실성을 재평가해야 하는지를 판단할 수도 있다.

QA/QC를 시작하기 전에 어떤 기술이 사용되어야 하고, 언제 어느 부분에 적용되어야 하는지에 대한 결정이 먼저 내려져야 한다. 이러한 결정에는 기술적인 면과 상황에 대한 고려가 함께 이루어져야 하는데, 상황에 대한 고려는 이용 가능한 자원, 전문가의 활용가능성, 배출통계의 특성 등과 같은 국가적 상황이 포함된다. QA/QC 활동은 배출통계 작성에 적용된 방법 또는 수준(Tier)과 같은 수준이어야 한다. 또한 이용 가능한 자원들은 우선순위가 높은 분야 및 이전의 통계작성과 비교하여 방법론이나 데이터 확보 등에 변화가 있는 분야에 우선적으로 배정되어야 한다.

QA/QC 시스템 구축 시 주요 사항은 QA/QC 활동의 책임을 지는 배출통계 작성 주관

13) IPCC(2006), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 이명균 외(2006), “국가 온실가스 배출통계 D/B구축을 위한 국가전략 로드맵 수립 및 최적 운영방안 연구”에서 인용

기관, QA/QC 계획, 일반적인 QC 과정(Tier 1), 배출원별로 세분화된 QC 과정(Tier 2), QA 재검토(review) 과정 및 보고(reporting), 문서화(documentation), 자료 저장(archiving) 과정이 있다.

1) 품질 보증 및 품질관리(QA/QC)의 정의

품질관리(QC)란 온실가스 배출통계 작성 과정에서 배출통계의 질을 평가하고 관리하기 위해 행하는 관련 활동으로서 품질관리의 목적은 다음과 같다. 첫째, 데이터의 신뢰성, 정확성, 완전성을 확보하기 위한 정기적이고 일관성 있는 점검을 수행한다. 둘째, 오류 및 누락 사항을 발견한다. 셋째, 배출통계 작성을 위한 자료를 문서화하여 저장하고 모든 QC 활동을 기록으로 남겨 향후 개선이 가능하도록 한다.

품질관리 활동은 데이터 측정과 확보, 배출량 계산, 불확실성 평가, 정보의 기록과 보고 등을 위해 적용되는 방법론과 절차에 대한 정확도 평가를 위한 모든 활동을 포함한다. 한 차원 높은 수준의 품질관리는 배출원의 분류, 활동자료 및 배출계수, 방법론 등에 대한 기술적인 검토도 포함한다.

품질보증(QA) 활동은 배출통계 작성에 직접적으로 관여하지 않은 제3자에 의해 수행되는 배출통계 작성 및 그 과정에 대한 재검토(review)를 의미한다. 재검토는 작성 과정에서 품질관리가 이루어진 최종 배출통계에 대해 행해져야 한다. 재검토의 목적은 데이터의 질적 수준이 충족되었는지 검증하고, 주어진 과학적 근거와 이용 가능한 데이터 하에서 배출원과 흡수원에 대한 최선의 추정이 이루어졌는지 확인하고, 그 과정에서 행해진 품질관리의 효과를 지원하기 위함이다.

2) 품질보증 및 품질관리 계획(QA/QC Plan)

QA/QC 계획이란 QA/QC 활동을 조직, 계획, 시행하기 위한 내부 문서로서 QA/QC 시스템의 기본 요소이므로 이 계획을 잘 만드는 것이 중요하다. 이 계획은 시행될 QA/QC 활동의 개요를 설명하고, 배출통계 작성에 맞추어 시간 계획도 함께 포함해야 하며, 제3자에 의해 검토되는 것이 바람직하다. QA/QC 계획의 구축 및 실행에는 ISO 9000을 포함하는 ISO 시리즈가 참고로 이용되기도 한다.

3) Tier 1 수준의 일반적인 QC 절차

일반적인 QC는 데이터 가공과정(processing), 취급(handling), 문서화(documenting), 저장(archiving) 및 보고(reporting) 절차에 초점을 맞춘다. 이 과정에서 행해지는 업무는 교차 검토(cross-checks), 재산정(recalculations), 육안에 의한 검사(visual inspections) 등의 확인 절차를 거칠 수 있다. QC 활동의 결과는 반드시 문서화되어 기록으로 남겨져야 하고,



전자 시스템을 이용하여 이루어지는 경우에는 수준 높은 확인 기능을 유지하기 위하여 주기적인 검토가 필요하다.

모든 종류의 데이터, 모수(parameter), 계산 과정을 매년 확인하는 것은 가능하지 않을 수도 모른다. 이 경우 주요 배출원 및 흡수원에 대해 선별적으로 매년 확인 과정을 거치고, 덜 중요한 부분에는 격년 혹은 3년에 한 번 수행할 수도 있다. 하지만 매년 확인을 거치지 않는 분야라도 일부 표본자료 및 계산 과정을 QC에 포함시켜서 전분야가 당시의 확인 절차의 테두리 안에 들어 있음을 분명히 할 필요가 있다. 표본자료와 계산 과정의 선택을 위한 기준 및 절차의 수립에 있어, 배출통계 작성 기관이 자기 분야의 배출통계에 대해 QC 절차를 수행하기 위한 계획을 세우는 것이 중요하다.

때로는 배출통계 작성 기관을 대신해서 외부기관이나 컨설턴트가 배출량을 산정하기도 한다. 이 경우 배출통계 작성 기관이 QC 확인 목록을 작성하여 대행 기관에 이를 인지시켜야 한다.

일부 배출원 및 흡수원의 경우 확인해야 하는 데이터의 양이 방대하므로 가능하면 자동 확인이 이루어지도록 절차를 구축하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 가장 일반적으로 쓰이는 자동 확인 절차는 컴퓨터에 입력할 때 데이터가 정확한 지 컴퓨터가 확인하도록 하는 것이다. 입력 데이터의 일반적인 성질에 따라 데이터의 적절한 범위를 설정한 후 이 범위를 벗어난 자료가 입력될 경우 자동적으로 확인되도록 할 수 있다. 컴퓨터에 의한 자동 확인과 수작업을 혼합하는 것이 가장 효과적인 방법이 될 것이다.

4) Tier 2 수준의 배출원 및 흡수원별 QC 절차

Tier 1 수준의 일반적인 QC 절차에 비해, Tier 2 수준은 개별 흡수원 및 배출원에 대한 특정한 형태의 데이터를 대상으로 하기 때문에 배출원 및 흡수원의 분류, 이용 가능한 데이터의 형태, 배출과 관련된 모수 등에 대한 구체적인 지식을 요구한다. Tier 2 수준의 QC는 중요한 배출원/흡수원 및 최근에 중요한 변화가 있었던 분야에 대해서 사안별로 이루어지기 때문에 Tier 1 수준의 QC가 우선적으로 수행되고, 그 후에 추가적으로 행해지는 것이다. 따라서 배출통계 작성에 있어 Tier 2 수준의 방법론을 사용하는 기관은 그에 맞추어 QC도 Tier 2 수준으로 하는 것이 바람직하다.

배출원 및 흡수원별 QC 활동은 배출자료 QC(emission data QC), 활동자료 QC(activity data QC), 불확실성 추정 QC(QC of uncertainty estimates)을 포함한다

5) QA 절차

QA 절차는 배출통계의 수준을 평가하고 개선의 여지가 있는 분야를 판단하기 위해 객관적인 검토를 요구한다. QA 절차는 Tier 1과 Tier 2 수준의 QC에 추가적으로 사용될

수 있다. QA의 목적은 배출통계를 객관적으로 검토해 줄 수 있는 검토자들을 활용하는 것이다. 따라서 검토자들은 배출통계 작성에 관여하지 않은 사람들이어야 한다. 배출통계 작성 기관의 외부에서 검토자를 찾을 수 없을 경우에는 검토되는 부분의 통계 작성에 관여하지 않은 다른 부서의 전문가가 대신할 수도 있다.

배출통계 작성 기관은 통계 제출에 앞서 잠재적인 문제점을 먼저 발견하고 교정하기 위해 Tier 1 수준의 기초적인 전문가 검토를 시행하는 것이 바람직하다. 또한 기초적인 전문가 검토는 주요 배출원/흡수원 및 현재의 방법론이나 자료에 중대한 변화가 있는 분야에 대해 우선적으로 행하는 것이 바람직하다.

가) 전문가 검토(Expert Peer Review)

전문가 검토는 해당 분야의 전문가가 계산 과정 및 그에 결부된 가정을 검토하는 것이다. 이 과정은 일반적으로 방법론 및 결과와 관련 있는 문서를 검토하는 것으로 이루어지고, 데이터나 참고자료에 대한 깊이 있는 검증은 QA에서 시행한다. 전문가 그룹 검토의 목적은 배출 통계의 결과물, 가정, 방법론 등이 해당 분야 전문가에 의해 합리적인 확인받고자 하는 것이다.

나) 감사(Audits)

감사는 배출통계 작성 기관이 QC 계획에 제시된 최소한의 QC 절차를 효과적으로 이행했는지를 평가하기 위해 수행한다. 따라서 감사자(auditor)는 가능한 객관적인 평가를 내릴 수 있도록 배출통계 작성 기관과 무관한 독립적인 지위를 가져야 한다. 감사는 해당 연도의 배출통계 작성 직후 혹은 그 직전 해의 배출통계에 대해 행해질 때 특히 유용하다고 할 수 있다. 감사는 특히 새로운 방법론이 채택되었거나, 현재 방법론에 중대한 변화가 있을 때 유용하다.

6) 배출 데이터의 검증(Verification of Emissions Data)

배출통계와는 독립적으로 작성된 다른 데이터와의 비교를 통해 작성된 배출통계의 완전성과 산정된 배출량의 적절성을 평가하고 배출원 및 흡수원이 적절히 분류되었는지에 대해 비교적 용이하게 검토할 수 있다. 이러한 비교는 국가(national), 부문(sectoral), 배출원 및 흡수원(source category), 소배출원 및 흡수원(sub-source category) 차원에서 각각의 온실가스에 대해 행해질 수 있다. 배출통계 작성기관이 국가 배출통계를 작성하고 공표한다고 하더라도 학술지나 또 다른 기관의 출판물에 온실가스의 배출통계에 대한 다른 자료가 있을 수도 있다. 이러한 자료들과의 상호 비교를 통해 기초적인 검증이 가능하다.

검증 과정은 배출 통계의 불확실성을 평가하는데도 유용하게 쓰일 수 있다. 검증에



의해 결과가 개선되었을 때는 검증 과정의 자세한 결과와 더불어 검증 과정을 반드시 문서화하여 기록으로 남기는 것이 바람직하다.

7) 문서화, 저장 및 보고(Documentation, Archiving and Reporting)

QC 절차의 일부로서, 배출통계를 작성하는 데 요구되는 모든 정보를 문서화하여 저장하는 것이 바람직하다. 문서화하여 저장하는 정보에는 다음과 같은 것들이 포함된다.

- 활동자료와 배출계수 선택을 위한 가정 및 기준
- 사용된 배출계수(출처 포함)
- 활동자료 또는 활동자료의 원천을 추적할 수 있는 충분한 정보
- 활동자료 및 배출계수와 관련된 불확실성에 대한 정보
- 방법론 선택의 이유
- 불확실도 추정에 사용된 방법을 포함한 방법론
- 전년도와 비교하여 변화가 있는 자료 혹은 방법론
- 불확실도 추정에 참여한 전문가 약력
- 배출통계 작성에 사용된 DB 또는 소프트웨어의 상세한 정보
- 배출원 및 흡수원에 대한 계산에 사용된 계산 자료, 중간 계산 과정 및 최종 추정치나 전년도 추정치에 대한 재검토 자료
- 최종 배출통계 및 배출 추이 분석 자료
- QA/QC 계획과 QA/QC 수행 결과

배출통계 작성 기관은 이러한 문서들을 잘 보관하였다가 검토를 위해 필요할 경우 제공하는 것이 바람직하다. 또한 모든 배출통계 추정치가 온전하게 문서화되고 필요할 때 재생산될 수 있도록 이 문서들을 관리하고 보관해야 한다. 배출통계 작성기관은 모든 기록들이 명확하도록 하여야 한다.

QA/QC 활동에 대한 기록은 배출통계를 지속적으로 개선하기 위해 중요한 정보라고 할 수 있다. 따라서 QA/QC를 수행했을 경우 언제, 누가 수행하였고 그 결과로 인한 수정 및 변경에 대해 기록으로 남겨야 한다.

QA/QC 활동과 주요 발견 사항에 대한 요약은 국가 배출통계에 대한 보조 자료로 기록을 남기는 것이 바람직하다. 그러나 모든 문서에 대해 이를 행하는 것은 현실적이지 못하고 필요하지도 않다. 요약문은 내부적으로 어떤 활동이 수행되었고, QA/QC 계획에 따라 어떤 배출원 및 흡수원에 대해 어떤 검토가 제3자에 의해 수행되었는지를 기술한다. 주요 발견 사항은 사용된 자료의 품질, 방법론, 데이터 가공 과정, 보관과 관련한 주요 이슈를 기술하고, 어떻게 이것들이 수행되었으며 또는 향후에 수행될 계획인지 보여주어야 한다.

마. 기후변화협약 제출 보고서

UNFCCC는 기후변화협약 가입 모든 국가들이 국가보고서(NC)를 제출할 의무를 가지고 Annex I 국가에 대해서는 국가인벤토리보고서(NIR)와 공통보고서식(CRF)을 제공하도록 규정하고 있다.

국가보고서(NC)는 온실가스의 배출원과 흡수원에 대한 정보와 협약 이행을 위한 상세 활동에 대한 정보를 기술한 보고서로서 수록내용, 제출횟수 및 제출시기는 Annex I 과 non-Annex I 국가에 다르게 적용하고 있다. Annex I 국가는 협약발효 후 6개월 이내에 제1차 보고서를 제출하고 이후 정기적으로 제출하여야 한다. non-Annex I 국가는 협약발효 후 3년 이내에 또는 선진국의 재정 및 기술지원이 충분히 이루어진 후에 제출하도록 규정하고 있다. 주요 수록내용을 살펴보면 요약, 국가환경, 온실가스통계 현황, 정책 및 조치, 온실가스 배출량, 취약성 평가, 재정지원 및 기술이전, 연구 및 체계적 관측, 교육, 훈련 및 공공인식 등을 수록하여야 한다.

공통보고서식(CRF)은 온실가스 배출량 및 흡수량 추정과 관련 정보에 대한 표준화된 통계표로서 전자적으로 제출되며 전자적 처리 개선, 인벤토리 정보의 가공, 기술적 분석 및 종합된 문서작성을 위해 제출하도록 되어 있다. IPCC에서는 작성프로그램인 CRF Reporter를 제공하고 있다. 현재 구성 통계표는 요약표, CO₂배출량표, 측정방법 및 배출계수, 분야별 통계표, 분야별 기초자료표, 공급연료 및 연료표, 개요표, 재산정표, 완전성표, 배출추이 등 74개표로 구성되어 있다.

국가인벤토리보고서(NIR)는 인벤토리 작성에 사용된 방법에 대한 종합적인 설명서로 Annex I 국가의 경우 매년 작성하여 제출하여야 한다. 주요 수록내용은 추정방법, 배출계수 및 활동자료와 관련된 정보원, 각 부문에 사용된 특정방법과 가정에 대한 설명을 포함한 인벤토리, 배출량 추정에 사용된 가정과 선택방법의 이론적 근거에 대한 정보, 이전 제출된 자료에 대한 재산정 관련 정보, 불확실성(uncertainty)과 품질보증 및 품질관리(QA/QC) 과정에 대한 정보, 이전년도 자료에 대한 변경, 재검토 과정 변경 등이다.

제3절 우리나라 배출통계 작성체계 및 개선점

1. 온실가스 배출통계의 개요

가. 온실가스 배출통계의 일반적 작성 과정

온실가스 배출통계는 일반적으로 작성계획 수립→배출통계 작성→배출통계 검토→



배출통계 개선→작성계획 수립의 과정을 거쳐 순환적으로 작성된다. 작성계획 수립 단계에서는 배출통계의 품질수준의 목표를 정하고, 필요한 절차 및 자원을 결정하고, 어떤 방법 및 수준으로 작성할 것인지를 선택한 뒤 품질보증 및 품질관리(QA/QC) 계획을 수립한다. 실제 작성 단계에서는 필요한 활동자료를 수집하고 배출 및 흡수량을 추정하고 불확실성을 평가한다. 필요시에는 다시 배출 및 흡수량을 산정하고 품질관리(QC)를 실시하고 최종적으로 배출량을 보고한다. 추정된 배출통계는 내부감사, 외부전문가 등 제3자에 의한 검토과정인 품질보증(QA) 단계를 거치고 UNFCCC에 제출 시 국제적 재검토팀(peer review team)에 의해 검증된다. 재검토팀 등의 검증 결과를 바탕으로 배출계수 및 활동자료의 개선, 필요 통계의 개발 등 현 배출통계의 개선 과정을 거친다. 개선된 배출통계 작성방법을 적용하여 다시 배출통계의 작성계획을 수립한다.



[그림 1-2] 온실가스 배출통계의 작성 순환 과정

나. 온실가스 배출통계 기본 작성 방법 및 수준

온실가스 배출통계는 발생된 온실가스의 배출량(emissions)과 흡수량(removals)을 포괄한 것이다. 기본 산정 방법은 다음과 같다.

$$\text{배출량} = \text{배출계수 (Emission Factor)} \times \text{활동자료 (Activity Data)}$$

온실가스 배출통계의 측정 단위는 이산화탄소환산톤 tCO₂ eq(Ton of Carbon Dioxide

Equivalent)으로 다양한 종류의 온실가스를 비교하기 쉽게 표시하기 위해서 기준 온실가스인 CO₂에 상응하는 온실 효과의 정도로 환산한 측정 단위이다. 환산하기 위한 기준은 지구온난화지수(GWP: Global Warming Potential)를 이용하여 환산한다. 지구온난화지수는 이산화탄소를 기준으로 각 가스별 온난화 기여정도를 나타낸 것으로 주요 온실가스별 지구온난화지수는 <표 1-2>와 같다.

<표 1-2> 온실가스별 지구온난화 지수

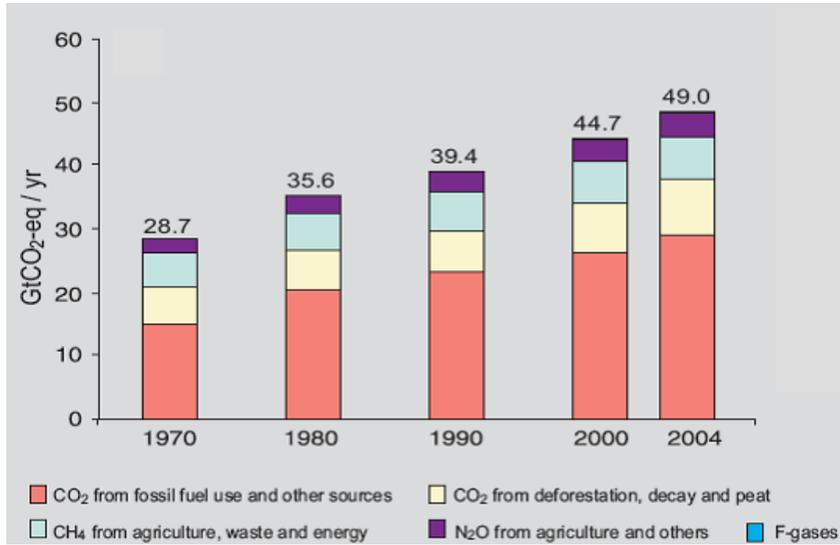
온실가스	지구온난화지수
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFCs	140~11,700
PFCs	6,500~92,000
SF ₆	23,900

출처) 2006 IPCC 보고서

IPCC 가이드라인에서는 온실가스 배출통계의 수준을 자료의 세분화 정도와 이용가능성에 따라 Tier 1~Tier 3까지 분류한다. Tier 1은 IPCC에서 제시한 기본계수값(default)을 이용한 단순 배출량 작성방법이고, Tier 2는 국가고유의 배출계수값을 이용한 작성방법, 그리고 Tier 3는 국가고유의 배출계수값, 모형, 사업장 단위 등 상세자료를 이용한 작성방법이다. 통계작성의 복잡성 및 정확성은 Tier 3로 갈수록 높다. Tier 2 이상의 작성방법은 국가고유의 작성방법으로 간주된다.

2. 온실가스 배출량 현황 및 관련 정책

전세계의 1970~2004년간 온실가스 배출량은 28.7 GtCO₂에서 49.0 GtCO₂로 70% 증가하였다. 1995~2004년간의 CO₂배출량(연평균 0.92 GtCO₂)은 1970~1994년(연평균 0.43GtCO₂)보다 높다.



출처) Climate Change 2007, Synthesis Report(IPCC)

[그림 1-3] 세계 온실가스 배출량 추이

IPCC의 1996 개정 가이드라인에서 정의된 온실가스 배출의 원인이 되는 6개 배출원은 에너지(Energy), 산업공정(Industrial Process), 솔벤트와 다른 제품 사용(Solvent and other product use), 농업(Agriculture), 폐기물(Wastes)과 흡수원인 토지이용, 토지이용 변화 및 임업(LULUCF: Land use, Land-Use Change and Forestry)이다. 이 중 우리나라는 솔벤트와 다른제품 사용은 추정되지 않아(NE: Not Estimated) 현재 이를 제외하고 5개 배출원별로 배출량이 작성되고 있다. 배출원별 상세분류는 <표 1-3>과 같다.

<표 1-3> 온실가스 배출원 상세분류

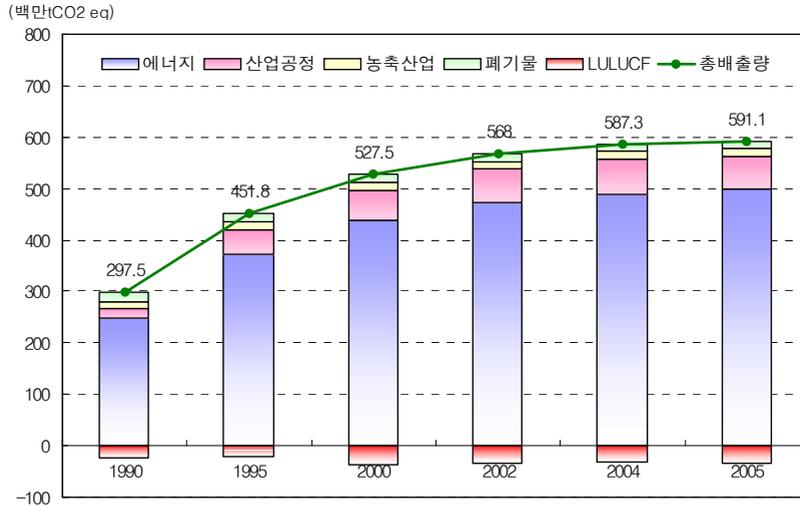
대분류	중분류	소분류
에너지	연료연소	에너지산업
		제조업 및
		건설업
		수송
		광업, 농림어업, 가정/상업
		공공/기타
		기타
	탈루성 배출	석탄
		석유 및
		천연가스시스템

〈표 1-3〉 온실가스 배출원 상세분류(계속)

대분류	중분류	소분류
산업공정	광물산업	
	화학산업	
	금속산업	
	기타산업	
	HFCs, PFCs, SF ₆ 생산	
	HFCs, PFCs, SF ₆ 소비	
	기타	
농업(및 축산)	장내발효	
	분뇨분해	
	벼논경작	
	농업용 토양	
LULUCF (흡수원)	산림 및 기타 목질바이오매스 저장량 변화	
	산림 및 초지 전용	
	경영토지의 방치	
	토양의 CO ₂ 배출 및 흡수	
	기타	
폐기물	고형폐기물 매립	
	생활하수 처리	
	산업폐수 처리	
	폐기물 소각	
	기타	

2005년 기준 우리나라의 온실가스 총배출량은 591백만 tCO₂ eq이고, 이중 에너지부 분이 84.3%를 차지하고 있다. 배출원별 구성비는 에너지(84.3%), 산업공정(11.0%), 농축 산업(2.5%), 폐기물(2.2%)의 순이다. 흡수원인 LULUCF 포함한 순배출량은 558.3백만 tCO₂ eq이다.

2002년 국제에너지기구(IEA)에 따르면 우리나라의 연간 이산화탄소 배출량은 2000년 기준으로 434백만 tCO₂ eq으로 세계 9위이며, 세계 전체 배출량의 1.8%를 차지한 것으로 나타났다. 더욱이 1990년 이후 배출량 증가가 85.4%로 나타나 세계 최고의 증가세를 기록하고 있어 향후 감축 의무국으로 분류될 가능성이 높다.



자료) 지식경제부(에너지경제연구원)

[그림 1-4] 우리나라 온실가스 배출량 추이

우리나라는 1993년 12월 UN기후변화협약(UNFCCC)에 가입한 뒤 2002년 10월 교토 의정서에 비준하였고 현재 Non-Annex I(개도국)의 지위로 감축의무는 없다. 하지만, 정부는 1998년 4월 범정부대책기구를 구성하고 2001년 9월 기후변화협약대책위원회를 확대·개편 후 제1차(1999~2001년), 제2차(2002~2004년), 제3차(2005~2007년) 및 2008년 제4차 「기후변화협약대응 정부종합대책」을 수립하였다. 제4차(2008~2012년) 기후변화대책에서는 온실가스감축, 기후변화적응, 연구개발, 인프라구축, 국제협력의 5대 부문 19개 과제를 선정하였다.

하지만 정부는 2008년 말 「기후변화대책」에서 「녹색성장」으로 정책기조를 변경하고 이를 추진하기 위한 「녹색성장 기본법」을 제정하였다.¹⁴⁾ 또한 정부는 2009년 7월 「녹색성장 국가전략 및 5개년 계획」을 수립하여 추진 중(2009~2013년)에 있다. 「녹색성장 5개년 계획」에서는 저탄소 녹색성장을 실현하기 위한 구체적 중기계획 및 연도별/사업별 재정투자 계획을 수립하고 체계적인 추진 방향을 설정하여 3대 전략, 10대 정책방향 및 50대 실천과제를 제시하였다.

10대 정책 중 “효율적인 온실가스 감축”의 세부 실천과제 중 하나로 “국가온실가스 배출통계 및 관리시스템 구축 및 운영”이 추진될 예정이다. 이 과제의 주요 내용은 국제적 수준의 온실가스 배출통계 작성체계 및 국가시스템(NS)을 구축하고 배출통계의 정확

14) 2009년 11월 현재 「녹색성장 기본법」은 국회 기후변화특별위원회에 법안심사소위원회를 통과하여 본회의 상정을 위한 체계자구 심사 중

도 제고를 위해 국가고유의 배출·흡수통계의 개발, 검증 등 관리방안을 수립하는 것이다. 하지만 현재 「녹색성장 기본법」의 국회 미통과, 환경부와 지경부 간의 부처이견 등으로 실제 과제 추진이 미진한 상태이다.

〈표 1-4〉 녹색성장 5개년 계획의 과제 내용

전략	정책방향	실천과제
기후변화 적응 및 에너지 자립	1. 효율적 온실가스 감축	탄소가 보이는 사회 등 4개 과제
	2. 탈석유에너지 강화	에너지저소비 고효율 사회구축 등 4개 과제
	3. 기후변화 적응역량 강화	기후감시, 예측 및 조기대응 체제 구축 등 7개 과제
신성장 동력 창출	4. 녹색기술 개발 및 성장 동력화	녹색기술개발투자의 전략적 확대 등 6개 과제
	5. 산업의 녹색화 및 녹색 산업 육성	자원순환형 경제산업 구조 구축 등 4개 과제
	6. 산업구조의 고도화	신성장동력 첨단융합산업 육성 등 2개 과제
	7. 녹색경제 기반조성	녹색기술산업에 대한 정책 금융 활성화 등 9개 과제
삶의 질 개선과 국가위상 강화	8. 녹색국토교통의 조성	녹색 국토도시의 조성 등 5개 과제
	9. 생활의 녹색혁명	녹색성장 교육 및 녹색시민 양성기반 구축 등 5개 과제
	10. 세계적인 녹색성장 모범국가 구현	글로벌 녹색성장 실현에 협력하는 국가 등 4개 과제

출처) 녹색성장위원회(2009), 「녹색성장 국가전략 및 5개년 계획」

3. 우리나라 배출통계의 작성체계 및 작성방법

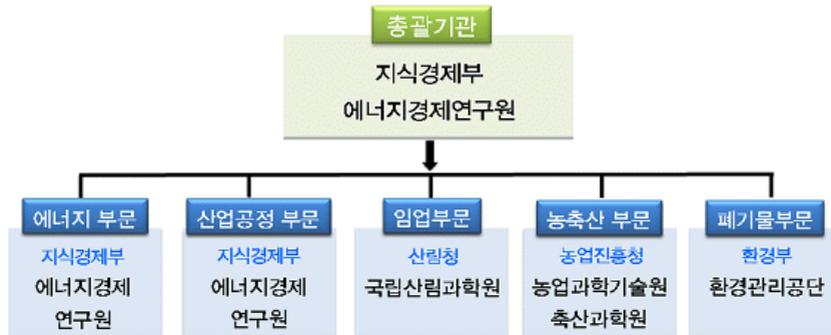
가. 배출통계 작성체계

현재 우리나라 배출통계는 관련부처가 부문별 통계를 작성하고 지식경제부(에너지경제연구원)가 취합하여 관리 및 발표하고 있다. 에너지 및 산업공정 부문은 에너지경제연



구원, 농업 부문은 농업과학기술원, 축산 부문은 축산과학원, 폐기물 부문은 환경관리공단, LULUCF 부문은 국립산림과학원이 작성하고 있다. 하지만 총괄기관인 에너지경제연구원에서는 부문별 온실가스 배출량에 대해 품질보증 및 품질관리, 검증 등의 단계를 거치지 않고 단순히 취합하여 국가온실가스 배출통계를 산출하고 있다.

국가보고서(NC) 작성체제도 배출통계 작성과 같이 에너지경제연구원에서 부문별 작성기관의 협조를 받아 작성하고 있다. 제1차 보고서(1998년)와 제2차 보고서(2003년)는 당사국총회에 제출되었고 현재 제3차 국가보고서가 작성되었다.



[그림 1-5] 온실가스 배출통계의 작성체계

나. 부문별 작성방법¹⁵⁾

1) 에너지 부문

IPCC의 1996 개정가이드라인은 크게 두 가지 추정방법론을 제시하고 있다. 먼저 연료연소에 따른 CO₂ 배출(Tier 1) 산정 방법과 연료연소에 따른 non-CO₂ 배출 산정방법(Tier 2/Tier 3)과 탈루성 배출 등으로 구분된다.

연료연소에 따른 CO₂ 추정절차는 1단계에서 연료제품별 연료 연소량을 추계하고, 2단계에서는 고유단위의 연료소비량을 공통단위로 전환하며, 3단계에서는 제품별 탄소배출계수를 선정한다. 4단계에서는 제품에 투입된 탄소량을 추계하고, 5단계에서는 연소 과정에서 산화되지 않은 탄소량을 고려하며, 6단계서는 탄소배출량을 CO₂로 전환하는 절차를 거쳐 최종 배출량을 산정한다. 이 방법은 연소기술을 고려하지 않고, 연료소비만으로 배출량을 추정하는 방법이다.

15) 온실가스 배출통계 정기 통계품질진단 보고서(통계청, 2008)에서 인용

한편 연료연소에 따른 non-CO₂ 배출 산정방법(Tier 2/Tier 3)에서 Tier 2는 대표적인 배출계수 적용이 가능하도록 동질적인 기술들에 대한 지식과 표본에 근거하여 연료소비를 구분하며, Tier-3는 연료소비를 기준하지 않고 에너지활동결과와 연료혼합비율 등의 자료에 기초하여 추정된 배출계수를 사용하여 온실가스 배출량을 추정한다.

탈루성 배출은 석탄채광과 가공에 따른 CH₄의 배출, 석탄채광 처리로부터 발생하는 CO₂, 석유와 천연가스 처리에 따른 온실가스 배출 등으로 구분되며, IPCC 가이드라인에서 주로 사용되고 있는 방법은 Tier 2 방법인 것으로 파악되었다.

최종적으로 에너지 부문(발전, 수송, 산업, 가정산업, 공공기타)의 온실가스 배출식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 배출량} &= \text{연료별 소비량} \times \text{탄소배출계수} \times \text{산화율} \times \text{CO}_2 \text{ 변환계수} \\ \text{Non-CO}_2 \text{ 배출량} &= \text{설비별 연료소비량} \times \text{CH}_4, \text{ N}_2\text{O} \text{ 배출계수} \end{aligned}$$

2) 산업공정 부문

산업공정 부문에서 주로 배출되는 배출원은 화학적 및 물리적으로 변환되는 산업 생산공정이며, 이 과정에서 온실가스가 배출된다. IPCC에서는 산업공정 부문을 크게 광물, 석유화학, 금속, 기타 등 4가지로 구분하여 각 부문별 배출계수를 제시하고 있다.

광물 부분에서는 시멘트의 생산, 생석회 생산, 석회석 및 백운암의 사용, 소다회 생산 및 사용과정에서 CO₂가 배출되며, 석유화학 부문에서는 암모니아 생산, 질산의 생산, 아디핀산 생산, 카바이트 생산에 따른 온실가스 배출량을 산정한다. 금속부문에서는 신철(iron)과 철강(steel)에 따른 CO₂, 합금철, 알루미늄, HFC, PFC, SF₆의 생산 및 소비에 따른 온실가스 배출량을 산정한다.

$$\text{산업공정 부문 온실가스 배출량} = \text{제품생산량(소비량)} \times \text{온실가스 배출계수}$$

3) 농업, 축산 부문

농업부문의 메탄(CH₄)과 아산화질소(N₂O) 배출량은 벼논경작 면적과 비료소비량 등에 영향을 받으며, 축산부문의 온실가스는 장내발효(CH₄)와 분뇨처리(CH₄, N₂O) 부문으로 구분하며, 배출량 선정 대상은 국내에서 가장 많은 사육두수를 나타내고 있는 젖소,



한우, 돼지, 닭을 선정하여 IPCC 가이드라인에 따라 산정하는 것으로 나타났다.

$$\begin{aligned} \text{CH}_4\text{배출량(논)} &= \text{논 재배면적} \times \text{국가고유배출계수} \\ \text{N}_2\text{O 배출량(밭)} &= \text{질소질 비료 소비량} \times \text{IPCC 계수} \times \text{CO}_2\text{변환계수}(44/28) \\ \text{장내발효, 가축분뇨 배출량} &= \text{가축사육두수} \times \text{배출계수} \end{aligned}$$

4) LULUCF

IPCC의 우수이행지침(GPG)에 따라 토지이용 범주를 6가지(산림지, 농경지, 초지, 습지, 주거지, 기타 토지)로 구분하고 접근 방법(수준)을 3가지로 제시하고 있다. Tier 1에서 Tier 3으로 갈수록 좀 더 상세한 변화 및 공간정보를 획득할 수 있다. 토지이용 형태별 면적에 대한 정보는 탄소축적량 변화와 온실가스배출 및 흡수량 추정의 기초가 된다.

온실가스 배출량 및 흡수량 조사 및 보고를 위한 단계는 먼저 토지이용에 대한 접근 방법(수준)을 이용하여 최초년도 조사와 조사년도 조사의 각 토지이용 범주의 토지면적을 추정한다. 다음으로 어느 토지이용 범주가 주요 이용범주인지를 평가하여 주요범주 내에서 중요한 부범주, 온실가스, 저장고를 구분한다. 세 번째는 배출 및 흡수계수의 개선치, 활동자료 등 결정된 추정수준에 필요한 자료를 수집한다. 네 번째는 배출량 및 흡수량 계량화와 각 추정치의 불확실성을 추정하고, 다섯 번째는 이에 대한 보고표를 작성한다. 여섯 번째는 배출량과 흡수량 추정치를 산출할 때 이용된 모든 정보를 문서화하여 보관하고, 마지막으로 배출량 추정치에 대한 품질관리검사, 검증 및 전문가 심층검토를 이행하도록 하고 있다.

$$\begin{aligned} \text{탄소흡수량} &= \text{줄기재적의 순증가} \times \text{목재 기본밀도} \times \text{지방부 바이오매스확장계수} \times \\ &\quad \text{뿌리확장비} \times \text{탄소전환계수} \\ \text{상업용 벌채 및 연료용 벌채로 인한 탄소배출량} \\ &= (\text{상업적벌채} \times \text{지상부원목바이오매스확장계수}) + \text{연료재 소비량} \times \text{뿌리확장비} \times \\ &\quad \text{탄소전환계수} \end{aligned}$$

5) 폐기물 부문

폐기물 부문의 온실가스 배출량 통계를 정확히 산출하기 위해서는 먼저 폐기물 매립지, 폐기물소각장, 생활하수/산업폐수 처리시설 등에 대한 정확하고 신뢰성 있는 온실가

스 배출통계 체제가 요구된다. 해마다 온실가스 배출통계가 보고되고 있으나, 현실적으로 폐기물 부문의 온실가스 배출통계에 대한 신뢰도는 평가하지 않고 있다.

폐기물 부문은 크게 매립, 하폐수 소각을 구분하여 배출량을 산정하고 있는데, 매립 부문의 경우 Tier 1 방법으로 매탄 배출량을 산출하고 있다.

$$\text{온실가스 배출량} = \text{매립, 하폐수, 소각량} \times \text{매탄계수}$$

4. 현 작성시스템의 문제점

우리나라의 현 온실가스 배출통계 및 작성체계는 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

첫째, 공식적 배출통계 작성 주관기관이 법적으로 정해져 있지 않아 체계적이고 객관적인 통계작성이 어렵다. 현재 지식경제부(에너지경제연구원)에서 제도적인 근거 없이 관행에 의해 주관기관의 역할을 수행하고 있는 실정이다. 이에 따라 주관기관이 되기 위한 지식경제부와 환경부의 소모적인 논쟁으로 인해 체계적인 국가시스템(NS) 구축이 지연되고 있다.

둘째, 부문별 작성기관의 배출통계 작성에 대한 역할, 협조체계 등에 대한 제도적 장치가 미비하다. 현재 배출통계 수집기관인 지식경제부와 부문별 작성기관들 간에 업무협정 또는 양해각서(MOU)가 체결되어 있지 않아 부처 간 원활한 자료 공유 및 협조가 어렵다.

셋째, 온실가스 배출계수(emission factor)의 작성수준이 낮고 세부적인 활동자료(activity data)의 부족으로 국제비교 가능한 통계가 미흡하다. 현재 UNFCCC에서는 주요 배출원¹⁶⁾의 경우 Tier 1 이상의 산정방법을 적용하도록 규정하지만 우리나라는 대부분 Tier 1 위주로 작성되고 있어 국가고유의 배출량 산정방법(Tier 2 이상)이 미흡하다.

〈표 1-5〉 부문별 배출통계 수준

	에너지	산업공정	폐기물	농축산업	LULUCF
작성수준	Tier 1	Tier 1/2	Tier 1/2	Tier 1	Tier 2

넷째, 활동자료에 대한 통일된 분류기준 및 작성체계가 미흡하고 세부 자료 및 필요 통계 제공이 미비하다. 현재 각 부문별 활동자료 작성기관의 통계적인 관심, 개선의지

16) 국가 온실가스 누적배출량이 95% 이상에 포함되는 배출원(IPCC의 Tier 1 Level Assessment)



및 체계적인 관리부족으로 인해 정도 높은 통계 및 국제비교 가능한 통계가 부족하다.

〈표 1-6〉 부문별 필요 활동통계 예시

부문	필요통계 및 개선내용	작성기관
에너지	기술별 연료별 에너지소비량 통계, 세부 설비별 에너지소비량 통계, 에너지소비통계의 작성주기 단축, cold 상태 주행거리, 기온 등	지경부, 건교부 등
산업공정	시멘트제조회사별 시멘트, 암모니아 등 생산량 등	통계청, 지경부 등
폐기물	산업세분류별 물사용량, 시설 및 처리장별 소각량 등	환경부
농축산업	잔사처리방법 통계, 가축두수 중 염소와 사슴 등 가축종수 추가, 가축분뇨처리 방법 통계 등	통계청, 농림부
LULUCF	비산림/과실수에 대한 자료 부족, 토지구분 자료의 신뢰성 부족, 방치된 경영지 자료 부족 등	산림청, 지자체

다섯째, 배출통계에 대한 품질보증 및 품질관리(QA/QC) 체계가 미비하고 관련 절차가 없다. 또한 배출통계의 정확성, 신뢰성, 완전성 등을 평가하고 제3자에 의한 재평가 절차(review) 등 선진국 수준의 검증 체계가 부재한다. 따라서, 우리나라는 현재 온실가스 배출량 및 배출계수의 불확실성이 얼마인지 또한, 어느 정도까지 신뢰할 수 있는지를 판단할 수 없다.

여섯째, 배출통계의 체계적인 관리를 위한 통합관리 DB시스템의 미구축으로 체계적인 자료관리가 미흡하다. 선진 외국의 경우 배출계수, 활동자료 등의 자료입력, 온실가스 배출량 산정, 등록, QC, 보고 기능이 가능한 통합 DB가 구축되어 있어 체계적인 자료관리 및 이용이 가능하다.

〈표 1-7〉 주요 선진국의 온실가스 배출통계 통합관리DB시스템

부문	DB시스템명	특징
미국	NST (National System Templates)	정해진 서식으로 인벤토리를 관리할 수 있도록 6개의 템플릿으로 구성되어 자료 관리, QA/QC 등을 실시
영국	NAEI 시스템 (National Atmospheric Emissions Inventory)	자료의 일치성, 완전성 등 QA/QC의 허용범위를 충족하는 자료만 수록되어 관리
호주	AGEIS 시스템 (Australian Greenhouse Emissions Information System)	배출량추정, 보고서작성, QC 및 자료 저장하는 시스템
일본	-	취합한 자료를 저장하는 기능을 가진 CGER 서버에서 관리
핀란드	인벤토리문서시스템	부문별 작성기관에서 DB시스템에 접속하여 자료관리 및 모니터링 가능

제4절 해외 주요 선진국의 국가시스템 구축 현황

미국, 일본, 핀란드 등 선진 외국의 경우 기후변화 관련 정책 및 배출통계의 중요성을 고려한 각국의 실정에 맞는 국가시스템을 구축하고 있다. 즉, 총괄책임기관을 공식적으로 지정하여 타기관의 협조체계 구축, 통계품질관리 및 검증 실시, 체계적 자료관리 등 국가차원의 시스템을 구축하고 있다. Annex I 국가의 국가시스템에 대한 총괄책임기관의 형태는 크게 독립기구형, 통계청형, 환경부형 및 기타로 구분될 수 있다. 영국, 호주 등은 기후변화에 대한 독립적인 기구를 설립하여 배출통계를 관리하고 있고 핀란드와 터키는 통계청이 주관기관으로서의 역할을 수행하고 있다. 그 외 미국, 일본, 캐나다 등은 환경부가 총괄책임기관의 역할을 담당하고 있다.¹⁷⁾

17) 국가시스템을 구축하고 있는 국가 현황은 <부록 3> 참조



해외 주요 선진국의 통계청은 국가시스템 총괄책임기관 및 협조기관으로 배출통계작성에 중요한 역할을 담당하고 있다. 예를 들어 핀란드, 터키는 통계청이 국가시스템 주관기관이고 호주, 영국, 노르웨이 등은 부문별 배출통계 작성, 활동통계 제공, QA/QC, 총괄관리 등의 역할을 통계청이 수행하고 있다.

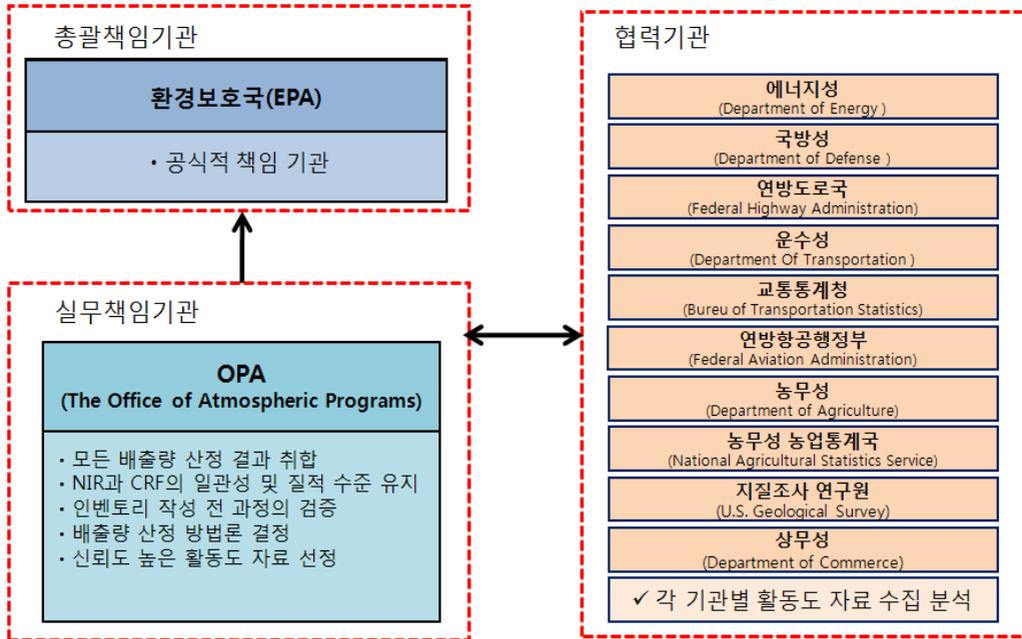
1. 미국

가. 제도적 절차

미국의 국가시스템 총괄책임기관(single national entity)은 환경보호국(EPA: Environmental Protect Agency)으로 다른 행정기관과 협력하여 인벤토리를 작성한다. 실무책임기관은 EPA 산하 OAP(Office of Atmospheric Programs)로 매년 온실가스 배출량 산정, NIR 준비, UNFCCC에 NIR 제출 등 배출통계 관련된 모든 업무를 최종적으로 책임지고 있다. 또한 OTAQ(Office of Transportation and Air Quality)도 배출량 계산의 일부분을 담당하고 있다.

OAP의 온실가스 배출통계 총괄책임자(inventory coordinator)는 배출량 산정 결과 취합, NIR과 CRF의 일관성 및 질적 수준 유지를 책임지고 있다. 또한 OAP는 담당 배출원의 특성과 온실가스 배출특성을 잘 파악하고 있는 실무 전문가인 배출원 부문별 책임자(individual source leads)를 두고 있다. 부문별 책임자의 역할은 가장 적합한 산정 방법론 결정, 가장 신뢰성 있는 활동자료 선정, 학계 및 연구기관의 전문가와 연계한 자문단을 구성 운영하여 관련 자료 확보 등에 있다. 또한 OAP는 QA/QC 책임자(QA/QC Coordinator)를 두고 있어 배출통계 작성 전 과정에 대해 QA/QC를 책임지고 진행하고 있다.

OAP는 분야별로 관련 정부 및 민간기관과 협조 체제를 갖추고 있으며, 각 관련 협력기관은 활동자료를 수집 및 분석하여 최종적으로 OAP에 제출하게 된다. 에너지 분야는 고정연소와 이동연소로 구분하고, 고정연소는 에너지성(Department of Energy)의 EIA(Energy Information Administration)에서 연료사용량 자료 제공을 담당하고, 국방성(Department of Defense)은 군사용 및 병커유 연료사용량 자료를 제공한다. 미국은 이동연소 분야를 따로 구분하여 연방도로국(Federal Highway Administration), 운수성(Department of Transportation), 교통통계청(Bureau of Transportation Statistics), 연방항공행정부(Federal Aviation Administration)에서 활동자료를 제공하고 있다. 한편 정부기관 이외에도 민간기업 및 연구기관 등과 협조하여 활동자료를 제공받고 있다.



[그림 1-6] 미국의 배출통계 관리 및 작성체계

나. 인벤토리 작성 절차

EPA는 분산시스템을 적용하여 매년 NIR 및 CRF를 작성하고 있다. 즉, 인벤토리 총괄책임자는 모든 배출 추정량을 집계하고, NIR와 CRF의 일관성 및 품질 보증을 책임진다. 개별 분야별 배출량 계산은 분야별 책임자(individual source leads)가 담당한다. 분야별 책임자는 가장 적합한 방법론을 결정하고 연구원 및 계약자와 협조하여 전문적 기술에 근거한 자신의 배출 및 흡수원에 대한 가장 적절한 활동 자료를 수집한다.

매년 인벤토리 작성 절차는 방법론개발, 자료수집 및 배출원 및 흡수원 추정, 요약통계표 작성 및 자료저장, NIR 및 CRF 작성, QA/QC 및 불확실성 평가, 전문가 검토, UNFCCC에 보고서 제출 및 인쇄 과정을 거친다.

1) 방법론의 개발, 자료 수집 및 배출원 및 흡수원 추정

EPA의 부문별 책임자는 입력 자료를 모으고, 방법론을 평가하거나 개발한다. 대부분의 배출원 및 흡수원 작성을 위해 전년의 방법론이 당해년 인벤토리 작성에 적용되고, 인벤토리 분석가(inventory analysts)는 전년에 비해 변화한 새로운 자료 또는 갱신 자료



를 모은다. 새로운 부문별 배출통계 추정 방법이 개발되거나, 기존 방법이 변하는 경우에는 부문별 책임자는 새로운 방법론 개발 및 가장 적합한 활동자료 및 배출계수(또는 직접적으로 배출량 측량)를 수집하고 기업, 정부 및 대학의 관련 전문가가 참여하는 부문별 특별 재검토(source-specific peer review) 과정을 수행한다.

일단 방법론이 정해지고 자료가 모아지면, 부문별 책임자는 배출량과 흡수량을 추정하고 인벤토리 관련된 문서와 첨부물을 갱신하고 작성한다. 또한 CRF의 부문별 통계표 작성과 품질 보증 및 품질 관리(QA/QC) 검토 및 불확실성 분석을 책임지고 있다.

2) 요약 통계표 작성 및 자료 저장

EPA의 총괄 책임자는 부문별 설명 문서 및 첨부물을 수집하고, 또한 부문별 책임자가 작성한 통계표(spreadsheet)와 연계된 요약 통계표를 작성한다. 이 요약 통계표는 인벤토리 관련 문서에서 공통으로 사용되는 작성 형식에 필요한 기초자료 전부를 포함한다. 또한 각 분야에서 자료 이외에, 인벤토리 보고서의 요약, 소개 및 최근 동향 부문 작성에 사용될 자료들도 수집된다. 요약 통계표는 매년 EPA의 중앙 서버에 전자적으로 보관되어진다.

3) 국가인벤토리보고서 준비

NIR는 부문별 책임자에 의해 작성된 부문별 통계로부터 작성된다. 또한 총괄책임자는 보고서 각 장에서 논의될 모든 배출원 및 흡수원의 배출량을 요약하는 개관을 준비한다. 총괄책임자는 IPCC 우수이행지침과 UNFCCC의 보고서 작성 요구 사항에 맞는 key category 분석(key category analysis)을 수행한다. 또한 개요, 요약 및 인벤토리의 최근 동향에 대한 초안을 작성한다. 동향 분석은 날씨, 기온, 경제활동 및 국내총생산, 인구, 대기 상태와 전기, 에너지 및 화석 연료의 연간 사용량을 포함한 추가 자료 수집을 필요로 한다. 이들 자료의 변화는 미국의 온실가스배출량의 추이를 설명하기 위하여 이용된다. 이와 더불어서 개별 분야에 영향을 미치는 특정 요인에 대한 연구도 논의된다. 배출에 영향을 미치는 요인들은 인벤토리 문서에서 독립된 분석 또는 본문내의 상자표(boxes)에 포함된다.

4) 공통보고서식(CRF) 통계표 작성

CRF 통계표는 부문별 배출량과 활동 자료를 포함하는 부문별 책임자에 의해 완성된 개별 통계표로부터 작성된다. 총괄책임자는 모든 부문별 통계표의 일관성을 확인하기 위해 UNFCCC의 CRF Reporter로 자료를 통합한다. 그 후 배출량, 방법, 사용된 배출계수에 대한 요약 보고서, 추정의 품질과 완전성에 대한 검토표, 재산정 통계표, 표기표, 배

출 동향표는 총괄책임자에 의해 완료된다. CRF 통계표의 전체 시계열은 부문별 책임자에 의한 재검토뿐만 아니라 CRF Reporter의 내부 자동 품질 검사에 대한 검토도 수행되고 이는 보고서 제출 전에 완료된다.

5) 품질 보증/품질 관리 및 불확실성

QA/QC와 불확실성 분석은 인벤토리에 대한 QA/QC 계획과 전반적인 불확실성 분석을 관할하는 QA/QC 및 불확실성 책임자(coordinators)에 의해 감독된다. 이 책임자는 일관된 QA/QC 계획을 보증하기 위해 부문별 책임자와 함께 작업을 하고 불확실성 분석은 모든 인벤토리 분야에서 수행된다.

6) 전문가 및 공개 검토 기간

전문가 검토(expert review) 기간 중, 인벤토리 문서의 초안이 EPA 외부의 기술 전문가에 의해 검토되어진다. 전문가 검토의 목적은 현재 인벤토리에 사용된 자료출처와 방법론 뿐만 아니라 이전 인벤토리로부터 변동 사항이 있는 분야에 대한 의견 수렴을 위한 것이다. 의견을 수렴한 뒤, 수정된 문서는 공개검토(public review)를 위해 미국 연방정부 관보에 고시 및 EPA 웹사이트에 공개된다. 공개검토 기간은 30일이다.

7) UNFCCC로의 최종 제출 및 문서 인쇄

전문가 검토 및 공개 검토 기간 동안의 의견을 반영하여 최종 수정 후, EPA는 최종 국가 인벤토리 보고서와 함께 일반적인 CRF 보고 데이터베이스를 준비한다. 미국 국무부는 UNFCCC에 공식 인벤토리 보고서를 제출한다. 문서는 온라인으로 배포되고 국가 인쇄국(Government Printing Office)에 의해 인쇄되어 대중이 이용할 수 있게 한다.

2. 영국

가. 제도적 절차

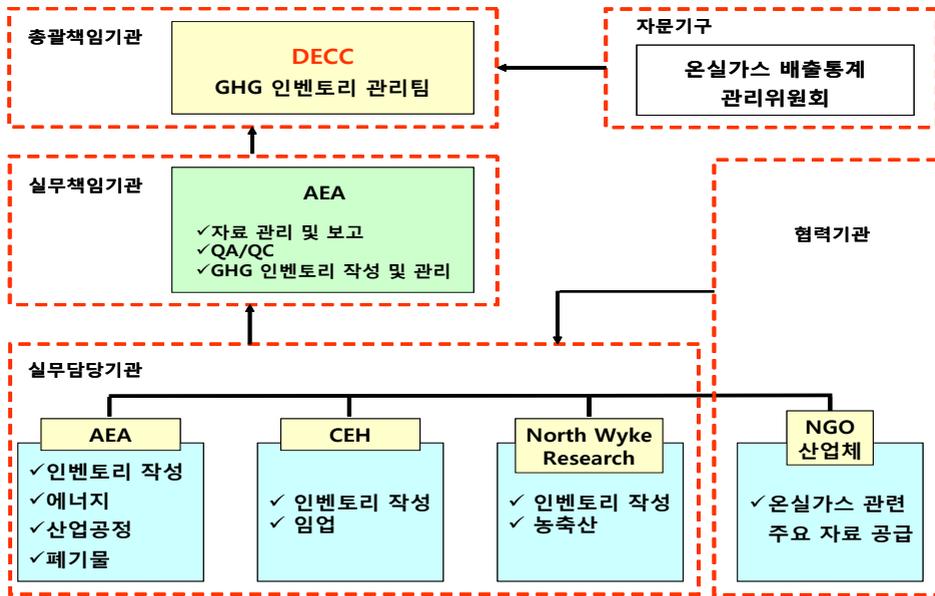
영국은 기후변화 관련 정책의 일관되고 종합적인 추진을 위해 독립된 기관인 에너지·기후변화부(DECC: Department of Energy and Climate Change)를 설립하고 국가 시스템 총괄책임기관을 2008년 환경부(Defra: Department for Environment, Food and Rural Affairs)에서 DECC로 변경하였다. DECC의 주요 역할은 온실가스 배출통계의 관리 및 계획과 온실가스 배출통계 관련 인프라 구성 및 관리이다. DECC 내의 CESA(Climate and Energy, Science and Analysis) Division이 온실가스 배출통계 작성을 책임지고 있다.



실무적인 배출통계 작성기관(inventory agency)은 CESA와 계약한 전문컨설팅 회사인 AEA Technology로 배출통계의 준비, 보고 및 질적 관리 등 모든 분야에 책임을 지고 있다. AEA의 주요 업무는 각 배출원으로부터 배출통계 관련 자료 취합 및 정리, IPCC 지침과 일관성 있는 적합한 배출계수 및 산정 방법의 결정, 배출통계의 종합 관리, NIR 및 CRF 작성 및 관리, 방법론의 우선순위 결정, 활동자료의 질적 수준 개선, QA/QC 및 불확실성 분석 등이다. 분야별 배출통계 중 에너지, 산업공정, 솔벤트와 기타 생산 사용 및 폐기물 부문은 AEA, 농업부문 배출량은 Defra의 Land Management Improvement Division과 계약하여 North Wyke Research, 산림부문은 CEH(UK Center for Ecology and Hydrology)에 의해 작성된다.

주요 자료 제공 협조기관은 정부 부처인 BERR(Department of Business, Enterprise and Regulatory Reform), Defra와 DFT(Department for Transport), EA(Environment Agency for England and Wales), SEPTA(Scottish Environmental Protection Agency)와 민간회사인 Corus, UKPIA(UK Petroleum Industry Association), UKOOA(UK Offshore Oil Association) 등이 있다. 협력기관은 QA/QC 절차를 위해 일정한 양식에 의한 자료를 주어진 기간 내에 AEA의 분야별 담당기관에 제출하고 자료 수집 과정, 자료 관리 및 보고 시스템에 대한 평가를 수행하고 자료 신뢰도 제고와 보안을 위한 기관의 조직 및 제도를 개선하고 DECC, 관련 용역기관 등과 긴밀한 의견 및 정보교환을 할 책임을 지고 있다.

영국은 온실가스 배출통계 결과를 검토하고 결과의 신뢰도를 높이기 위한 목적으로 자문기구로 온실가스 배출통계관리위원회(GHG Inventory Steering Committee)를 2006년 설립하였다. 관리위원회는 독립적인 기구로 온실가스 배출통계 작성에 참여하지 않은 전문가로 구성된다. 위원회의 역할은 배출통계의 QA/QC를 효과적으로 수행하는 방법 등에 대해 DECC에 자문을 하고, 관련 정부기관과 산업계 등의 이해 당사자들 간의 의견을 조정하고 수렴하는 것이다. 또한 위원회는 실무 책임기관인 AEA의 전문가, 분야별 전문가, 법과 경제 분야 전문가들로부터 정기적인 보고를 받고 있다. 전문가들이 위원회에 보고하는 내용은 온실가스 배출량 산정 방법론, 활동도, 배출계수 및 배출량에 대한 검토 결과로서 그들이 발견한 사항과 개선을 위한 추천 내용 등이다. 위원회는 배출통계 결과의 질적 수준, 정확도, 완성도 등이 국제적 수준에 부합되는지를 판단하고, NIR을 최종 승인하는 역할도 담당하고 있다.



[그림 1-7] 영국의 배출통계 관리 및 작성체계

나. 인벤토리 작성 절차

온실가스 인벤토리는 작성방법 개선(Method Improvement), 자료수집(Data Request), 자료검증(Data Verification), 자료처리(Data Processing), 배출량 추정(Emission Estimation), 배출량 검토(Emissions Review), 배출량 보고(Emissions Reporting), 보고서 작성(report generation), 보고서 검토(report review) 및 보고서 출판(report publication) 과정을 거친다.

작성방법 개선은 인벤토리가 수집되어지기 전에 실행되는데 주로 UNFCCC의 국가검토(country reviews)에의 권고사항, 전문가 검토(peer reviews) 및 관련 연구 등에 기초한다. 활동자료와 관련 기초자료는 광범위한 자료 제공자에게 요청되고 데이터베이스에 저장된다. 시계열 불일치, 전년대비 큰 수치 변동 등의 이상치는 자료검증 과정을 통해 검토 되어진다. 직접 및 간접 온실가스 추정을 위한 자료가 자료처리 과정에서 준비되어진다. 배출량 추정과정에서 잠정 배출량이 추정되어지고, 추정량의 이상치를 감지하기 위해 시계열의 내부적 검토가 수행되는데 이 과정에서 자료의 에러와 누락은 수정된다. 보고를 위한 배출통계가 다양한 형식으로 준비되며, IPCC 등 다양한 기관의 보고 형식을 충족하는 보고서 초안이 작성된다. 보고서는 내부, 외부 자료 제공기관 및 DECC에 의해 검토된다. 최종 보고서와 자료는 UNFCCC에 제출 및 출판되고 공식 웹사이트에서 이용가능하게 된다.



3. 일본

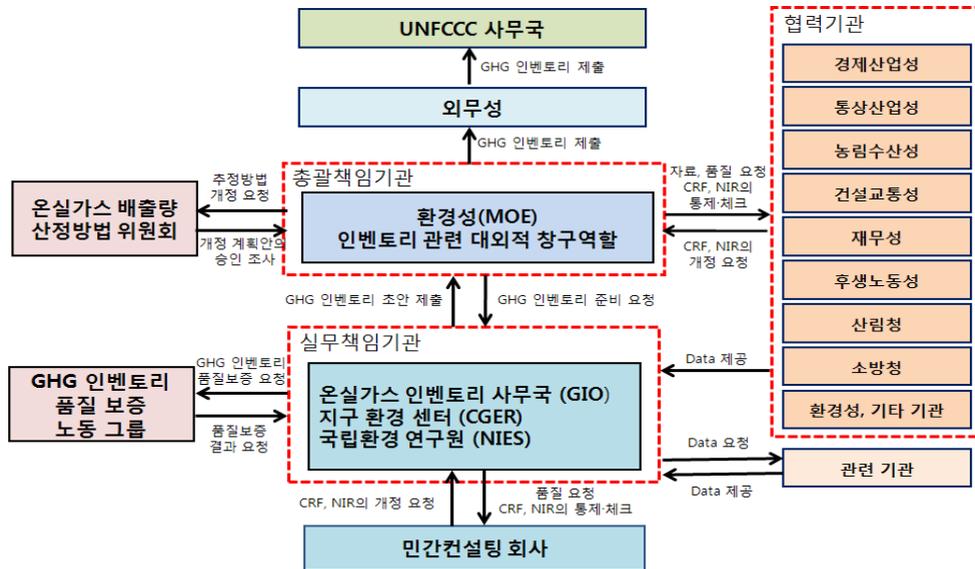
가. 제도적 절차

일본의 국가인벤토리 총괄책임기관은 환경부(MOE: Ministry of Environment)로 국가인벤토리에 관련된 전반적인 책임과 인벤토리 품질 개선의 책임을 지고 있다. 하지만 CRF 및 NIR의 작성과 배출량과 흡수량 추정과 같은 실질적 인벤토리 활동을 수행하는 실무책임기관은 국립환경연구원의 지구환경센터(Center for Global Environmental Research of the National Institute for Environmental Studies) 내의 온실가스 인벤토리 사무국(GIO: Greenhouse Gas Inventory Office of Japan)이다. GIO의 주요 업무는 매년 온실가스 배출통계를 작성하고 이를 토대로 국가인벤토리보고서(NIR)와 CRF 작성, 온실가스 증감요인 분석, IPCC 가이드라인에 기초한 온실가스 배출량 산정 방법론과 관련된 자료의 수집 등이다. 그러므로 GIO는 배출통계와 관련된 전반적인 사항을 관리 및 감독하고, 배출통계의 국제적 요구 수준을 충족시키며, 가장 최근의 정보와 지식을 온실가스 배출통계에 반영하는 등의 역할을 담당하고 있다.

하지만 실질적인 온실가스 배출통계 작성은 전문 컨설팅회사인 MURC(Mitsubishi UFJ Research and Consulting)에서 담당하고 있다. 컨설팅회사는 각 부문별 협력기관으로부터 활동자료를 수집 및 분석하고 온실가스 배출량 산정방법 위원회에서 결정한 산정방법을 토대로 온실가스 배출량을 추정하는 역할을 담당하고 있다.

GIO는 온실가스 배출량 산정방법 위원회(Committee for the Greenhouse Gas Emission Estimation Methods)를 설치 운영하고 있다. 위원회는 1999년에 설립되어 총 60명 내외의 배출통계 작성에 직접 참여하지 않은 제3의 전문가로 구성되어 있다. 에너지 및 산업공정, 수송, 농업, 폐기물, F-Gas, LULUCF(산림) 등 6개 부문별로 소위원회를 두고 있으며 각 소위원회는 10명 내외의 전문가로 구성되어 있다. 위원회의 역할은 첫째, 각 분야별 온실가스 배출작성 방법론을 개선 및 개발하고, 둘째, 온실가스 배출량 산정방법론을 확정하는데 있다.

협조기관은 부문별 활동자료, 배출계수 및 온실가스 배출량 및 흡수량 등의 자료를 제공하고 품질관리(QC) 활동에 사용되는 통계표를 포함하여 CRF와 NIR 등을 검토하고 확인한다. 정부관련 협조기관으로는 경제산업성(Ministry of Economy, Trade and Industry), 천연자원과 에너지국(Agency for Natural Resources and Energy), 농림수산성(Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries), 국토성(Ministry of Land Infrastructure and Transport), 산림국(Forestry Agency), 재무부(Ministry of Finance), 환경부(Ministry of the Environment) 등이 있다.



[그림 1-8] 일본의 배출통계 관리 및 작성체계

나. 인벤토리 작성 절차

온실가스 인벤토리는 인벤토리 개선에 대한 토론, 위원회 회의 개최, 자료 수집, CRF 및 NIR 초안 준비, 외부 QC 실시 및 관련 부서와의 조정, CRF와 NIR 초안 수정, 국가 인벤토리보고서 제출 및 공식 발표, QA-WG의 회의 개최의 단계를 거쳐 작성된다.

1) 인벤토리 개선에 대한 토의

MOE 및 GIO는 UNFCCC의 전년 인벤토리 검토 결과에 기초하여, 이전 인벤토리 준비 도중 결정된 개선 요구사항 뿐만 아니라 인벤토리품질보증 워킹그룹(QA-WG: Inventory Quality Assurance Working Group)의 권고사항, 위원회에서 확인된 개선 필요 사항들을 확인한다.

2) 온실가스 배출량 추정방법 위원회 회의 개최(전문가에 의한 추정방법의 평가검사)

MOE는 여러 과학 분야 전문가에 의해 연간 인벤토리 추정 방법과 기술적 검토가 필요한 사항을 토론하는 위원회 회의를 개최한다.

3) 국가 인벤토리를 위한 자료 수집(최종 수치)

특히 전 단계에서 가능하지 않았던 필수 자료(required data)가 최종 수치의 추정을 위해 수집된다. 또한 업데이트되어야 하는 잠정치 추정에 사용된 자료의 검토가 수행된다.



4) CRF 및 NIR 초안 준비(key category 분석 및 불확실 평가의 실시를 포함)

자료입력과 배출량 및 흡수량 추정은 통계표를 포함하는 파일(JNGI: Japan National GHG Inventory files)을 이용해서 동시에 수행된다. 그 후, key category 분석 및 불확실성 평가가 수행된다.

NIR과 KP-NIR의 초안은 MOE 및 GIO에 의해 만들어진 일반 지침서에 따라 준비된다. MOE 및 GIO는 수정될 필요가 있거나 인벤토리 개선을 위한 토론 단계에서 논의된 사항에 대한 추가 설명이 요구되는지를 확인한다. GIO 및 민간컨설팅 회사는 자료를 업데이트하고 이전 NIR와 KP-NIR에 있는 설명을 수정, 추가해서 새로운 NIR 및 KP-NIR를 준비한다.

5) 외부 QC의 실시 및 관련 기관 간 조정

민간컨설팅 회사는 QC 활동으로, GIO(외부 QC)에 의해 준비된 CRF의 JNGI 파일 및 최초 초안(제0초안)을 검토한다. 컨설팅 회사는 파일에 있는 입력 자료와 계산 공식을 검토하고, 동일한 파일을 이용해서 추정된 온실가스배출량 총계를 재산정하여 확인한다. 이러한 중복검사(cross-check)는 자료 입력 및 배출량 추정에서의 오류를 방지한다. 또한 컨설팅 회사는 GIO에 의해 준비된 NIR의 최초 초안(제0초안)의 내용 및 설명을 검토한다.

이후, GIO는 MOE와 관련기관에 컴퓨터 파일로 인벤토리의 제1차 초안을 발송하고, 필요한 수정작업은 MOE와 협조기관에 의해 실시된다. 제1차 초안은 외부 QC가 수행된 초안 뿐만 아니라 민간컨설팅 회사에 의해 준비되는 KP-NIR와 KP-CRF의 초안을 포함한다.

활동자료의 신뢰도는 GIO 및 자료 작성기관의 QC과정, 외부전문가 검토팀인 QA-WG의 QA과정 및 온실가스 배출량 산정방법 위원회의 인벤토리 작성방법 개선점 파악 과정에서 파악된다. GIO, 민간컨설팅 회사 및 관련 정부기관이 함께 다음의 QC 과정을 통해 신뢰도를 검증한다. 첫째, 부분별 전문가(Sectoral Expert : SE)에 의한 QC과정이다. 입력 및 참고자료의 표기오류, 정확성, 자료의 일치성, 완결성, 시계열적 일치성, 추세, 과거자료와의 비교, 불확실성, 선정된 자료의 가설과 적정 분야인지 등을 체크한다. 다음은 국가인벤토리 수집가(NIC: National Inventory Complier)에 의한 과정으로 SE로부터 제공된 CRF 및 관련 문서상의 자료 확인 등을 수행한다. 세 번째로는 자료제공 기관의 QC 과정인데 자료의 정확성, 자료의 적기성, 자료의 일치성, 자료의 대표성, 자료 작성방법의 변화 등과 같은 관련정보의 기록 등을 확인한다. 최종적으로 내부 및 외부 QA 과정을 통해 신뢰도를 검증하는데 외부 전문가검토팀(QA-WG)과 GIO내의 부분별 전문가(SE)가 자신이 작성에 관여하지 않은 부분의 배출량을 체크한다.

6) CRF와 NIR의 초안 수정

제2차 초안은 초안 수정에 대한 MOE, GIO 및 관련 부서·기관 간의 논의 후 작성된

다. 제2차 초안은 최종 확인을 위해 관련 부서·기관에 다시 발송되고, 추가 수정 사항이 없을 경우, 제2차 초안은 최종안으로 결정된다.

7) 국가 인벤토리의 제출 및 공식 발표

인벤토리는 외무부를 통해 MOE에 의해 UNFCCC 사무국으로 제출된다. 추정된 온실가스 배출량 및 흡수량에 대한 정보는 공식적으로 공표되고 관련 정보를 추가하여 MOE의 홈페이지에 수록된다. 인벤토리는 GIO의 홈페이지에 수록된다.

8) 온실가스인벤토리 품질보증 워킹그룹(QA-WG) 회의 개최

직접적으로 인벤토리 준비 과정에 참여하지 않은 전문가로 구성된 QA-WG는 인벤토리의 품질을 확인하고 개선점을 파악하기 위해 조직되었다. QA-WG는 CRF와 NIR의 내용, 추정 방법론, 활동자료, 배출계수의 타당성을 확인한다.

GIO는 인벤토리 개선 프로그램의 일환으로 QA-WG가 건의한 개선사항을 종합하고, 인벤토리 추정 방법 논의와 인벤토리 준비과정에 반영한다.

〈표 1-8〉 인벤토리 작성 연간 주기

프로세스	관련 기구	Calendar Year n+1						CY n+2						
		Fiscal Year n+1										FY n+2		
		6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	
인벤토리 개선에 대한 토론	MOE, GIO	■												
위원회 회의 개최	MOE (GIO, 사설 컨설턴트)	■												
자료 수집	MOE, GIO, 사설 컨설턴트, 협조부서							■						
CRF 초안 준비	GIO, 사설 컨설턴트							■						
NIR 초안 준비	GIO, 사설 컨설턴트							■						
외부 QC 실시 및 협조부서와 의견교환	MOE, GIO, 사설 컨설턴트, 협조부서							■						
CRF와 NIR 초안 수정	MOE, GIO, 사설 컨설턴트									■				
국가 인벤토리보고서 제출 및 공식 발표	MOE, 외무성, GIO											★		
QA-WG 회의 개최	MOE, GIO	■												

주) ★ 인벤토리 제출과 공식 발표는 4월 15일 후에 6주 안에 실행되어야 함
출처) 일본환경부(2009) "National Greenhouse Gas Inventory Report for JAPAN"



4. 핀란드

가. 제도적 절차

핀란드는 2003년 1월 30일 정부결의안(government resolution)에 의해 환경부에서 통계청(Statistics Finland)으로 인벤토리 총괄책임기관을 변경하고 2005년부터 통계청이 주관기관으로서의 기능을 수행하고 있다. 이는 정확한 온실가스 배출통계 작성 및 관리를 위해서 국가통계작성 및 조정, 행정자료 이용 등에 대한 권한을 가지고 있는 통계청이 주관기관이 되는 것이 바람직하다는 정부의 내부적 합의에 의해 결정된 것이다. 이후 통계청은 2년 동안 환경부 등 기존 작성기관들의 적극적인 지원과 협조로 총괄기관으로서의 인프라 및 역량을 구축하여 2005년부터 핀란드의 온실가스 배출 인벤토리 준비, 보고 및 제출에 대한 국가적 책임을 지고 관련 업무를 수행하고 있다.

온실가스 인벤토리에 대한 국가기관으로서 활동은 핀란드 통계청 법령 및 통계 법령에 명시되어 있다. 핀란드 통계청의 역할은 배출통계의 승인, 에너지·산업공정의 배출량 산정, 방법론 개발에의 참여, QA/QC 계획, 배출통계 제출 및 검토 등과 관련한 EU 및 UNFCCC와의 의견교환, 재검토 과정에의 참여 절차에 대한 조정, 웹페이지 운영 및 보고서 발간, 결과물의 보관 등을 수행한다.

핀란드 통계청은 독립적으로 모든 정보에 대한 접근권을 갖고 활동자료의 생산자와 밀접하게 협력할 수 있도록 필요한 권한을 부여받았다. 인벤토리 참여 전문책임기관(expert organizations)은 각 부문별로 전문성이 있어 과거에 배출통계 작성에 참여하였고, 질 높은 자료의 생산이 가능하며 앞으로 방법론을 더욱 개선할 잠재력을 갖고 있는 기관들로 보고의 범위, 활동 자료, 산정 방법론, 보고 시기 등이 포함된 각자의 역할과 책임을 명시한 협정을 핀란드 통계청과 체결하였다. 부문별 배출량은 폐기물 부문은 핀란드 환경연구원(Finnish Environment Institute), 산림 부문은 핀란드 산림연구원, 농업 부문은 농업식량연구원(MTT), 수송 부문은 핀란드 기술연구센터(VTT)에 의해 작성된다. 에너지·산업공정 분야의 배출량 산정은 주관기관인 통계청이 직접 수행한다.

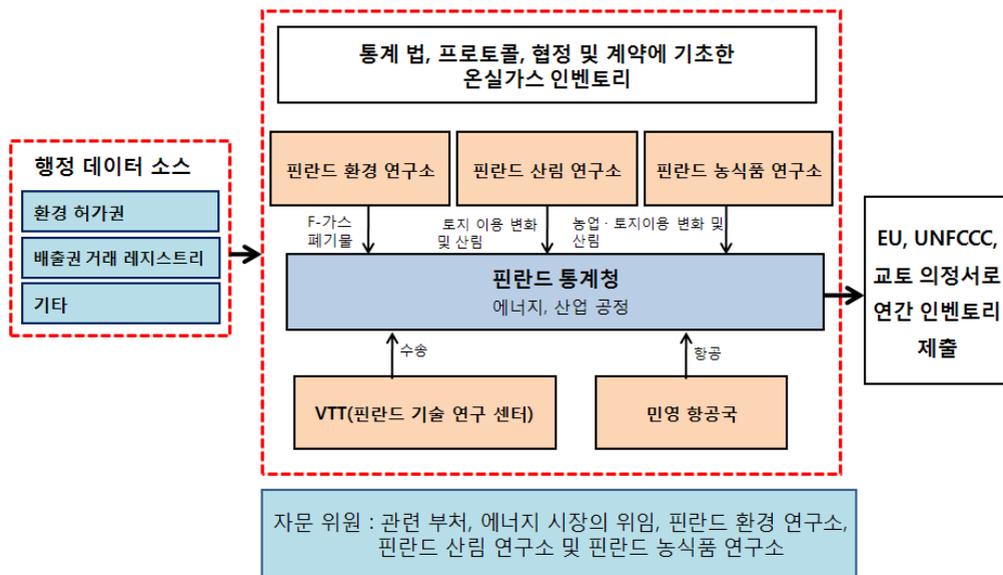
핀란드 통계청에 의해 설립된 인벤토리 참여 부처 및 기관들로 구성된 GHG자문위원회(Advisory Board of the Greenhouse Gas Inventory)는 인벤토리의 품질을 검토하고, 작성 방법, 책임부서 변경 등 국가시스템상의 변경, 장기 연구 계획 수립, 국제협력 등 국가 온실가스 배출통계 관련 주요 사항에 대해 자문한다.

인벤토리 실무작업반(inventory working group)은 배출통계 작성에 참여하는 모든 기관으로 구성되며, 배출통계 관련 연간업무, 품질목표, 일정 등에 대한 승인을 한다. 또한 재검토 과정 등을 포함한 UNFCCC의 결정과 권고에 대한 정보교환을 한다. 인벤토리의 개선 과 개발에 대한 평가와 자문위원회에 제출한 보고서를 작성한다. 각 단계의 참여

부처 및 기관 간의 역할과 책임은 주관 기관과 개별 기관 사이의 협정을 통해 정해진다.

〈표 1-9〉 핀란드의 주요 배출원과 배출통계 작성 책임 기관

주요 배출원	배출통계 작성 책임 기관
A. 고정 배출원 (발전소, 난방용 보일러, 산업용 연소 및 공정 등의 점배출원의 연료 연소)	통계청
B. 이동 배출원 (수송, off-road 기계류)	기술연구센터(VTT)
C. 기타 연료 연소 (농업, 가정, 서비스, 공공 부문 등)	통계청
D. 에너지 생산 및 분배로부터의 누출 가스	통계청
E. 산업공정	통계청
F. 불화 가스	환경연구원
G. 비메탄계휘발성유기화합물	환경연구원
H. 농업 부문으로부터의 비연소성 배출	농업식량연구원
I. 토지이용 및 토지이용변화	산림연구원, 농업식량연구원
J. 폐기물	환경연구원
K. 기타	통계청



[그림 1-9] 핀란드의 배출통계 관리 및 작성체계



나. 인벤토리 작성 절차

핀란드의 인벤토리 작성과정은 인벤토리 계획(planning), 준비(preparation), 평가(evaluation) 및 개선(improvement)의 단계로 이루어진다.

1) 인벤토리 계획(planning)

계획단계에서는 인벤토리 작성 연간계획을 수립하여 부문별 작성 책임을 지고 있는 전문기관에 배포한다. 연간계획에는 작성일정, 작성절차, 인벤토리 보고절차 등을 수록한다. 또한 인벤토리 전반에 대한 품질목표를 설정하고, 방법과 배출계수를 선정하며 QA/QC에 대한 평가 계획도 수립한다.

2) 인벤토리 준비(preparation)

준비단계에서는 활동자료 수집, 배출량 및 흡수량 추정 등 인벤토리 작성, QC, 불확실성 평가가 수행된다. 또한 인벤토리 작성을 위한 내부 문서 작성 및 결과에 대한 보고도 포함된다. 통계청 인벤토리팀(inventory unit)의 부문전문가(sector experts)는 전문책임기관으로부터 추정치와 관련 자료를 수집하고 인벤토리작성자(inventory compilers)는 CRF Reporter를 이용하여 CRF 통계표를 작성한다. 전문책임기관은 NIR의 부문별 인벤토리의 내용을 갱신하고, 인벤토리팀은 요약, 동향설명, key category 분석, 불확실성 등 부문에 대한 내용을 갱신하고 작성한다.

3) 인벤토리 평가(evaluation)

QA/QC 계획에 따라 품질관리(QA)가 인벤토리 작성에 참여하지 않은 제3자에 의해 실시된다. QA는 내부평가(internal self-evaluation), 전문가 재검토(peer review), 감사(audit), 자료검증(data verification), 시스템 재검토(system review) 과정으로 나누어진다. 특정 부문 전문가 및 인벤토리팀의 전문가에 의해 수행되는 내부평가는 전반적인 인벤토리 수준을 검토하고 인벤토리 계획상의 품질목표와 비교한다. 전문가 재검토는 외부 전문가 또는 전문가 그룹에 의해 수행된다. 인벤토리팀의 대표자에 의해 수행되는 감사는 인벤토리 활동과 특정 계산 부문을 검토한다. 자료검증 과정에서는 활동자료와 배출계수가 이용 가능한 다른 자료와 비교된다. 외부의 감사기관에 의해 수행되는 시스템 검토는 인벤토리 품질관리 시스템이 ISO 9001에서 요구하는 사항에 부합하는지를 평가한다.

4) 문서화(documentation and archiving)

인벤토리 문서는 인벤토리 자료와 추정된 배출량을 설명하는 메타데이터로 구성되어 있다. 인벤토리문서시스템의 구성 문서는 다음과 같다.

첫째, 핀란드 통계청 문서시스템(archiving system)에 따라 작성, 갱신 및 보관되는 국가시스템의 기본문서는 핀란드 온실가스 인벤토리 시스템의 설명, 보고 협정(reporting protocol), 추정과 관련된 협정과 규칙, 품질 지침서 등으로 구성되어 있다. 둘째, 인벤토리 과정과 관련된 문서로 추정을 위한 주요 자료, 내부분서 등이 있다. 셋째, 인벤토리 수준과 관련된 문서로 인벤토리 작성 기본계획, 내부분서, CRF 통계표와 NIR, 인벤토리 개선 계획이 있다.

5) 불확실성 평가와 key Category 식별 (uncertainty assessment and key category identification)

UNFCCC 보고 가이드라인은 인벤토리에 사용된 모든 자료에 대한 불확실성을 평가하도록 요구하고 있다. 실제도 IPCC 우수이행지침은 불확실성에 대한 방법과 보고형식을 제시하고 있다. 기준년과 가장 최근 연간의 배출량 수준 및 배출추이에 대한 불확실성이 추정된다(두 기간 동안의 변화율).

불확실성 평가 결과는 주요 부문(key categories) 식별에 사용되는데, 이는 배출량 추이 또는 수준 측면에서 매우 중요하다. 따라서 불확실성 평가는 인벤토리 개선 계획에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. Tier 2 수준의 불확실성 추정 방법이 VTT에 의해 개발되었다. VTT는 2005년까지 불확실성 평가를 수행하였으나 핀란드 통계청으로 이관되었고, 이후 VTT 불확실성 평가 모델이 개발되었다.

key category 분석은 IPCC Tier 2 방법에 의해 수행된다. 그 결과는 인벤토리 개선, 작성 방법의 선택에 사용된다.

6) 인벤토리 개선(inventory improvement)

품질관리과정과 key category 분석의 인벤토리 평가, 이전 인벤토리에 대한 UNFCCC의 의견 등에 기초하여 인벤토리 개선이 이루어진다.

기본적으로 전문책임기관에서는 담당 부문에 대해 개선의 책임을 가진다. 자문위원회에서는 개선에 필요한 계획과 자원을 개발한다. 인벤토리 개선은 방법론의 개선, 새로운 자료 출처, 배출계수의 갱신, 배출량의 재할당, 추정에서 빠진 배출원 포함, 문서의 개선 등의 과정을 포함한다.

7) 재산정(recalculations)

인벤토리의 재산정은 배출계수와 활동자료에서의 변화 등 방법적 개선, 새로운 배출원 포함 및 에러, 누락, 중복, 시계열 불일치 수정 등이 발생할 때 수행된다. 방법론의 변경은 수행되기 전 인벤토리 워킹그룹과 자문위원회에서 논의되고 평가된다.



5. 호주

가. 제도적 절차

호주의 국가시스템 총괄책임기관은 호주정부의 합의규칙(Administrative Arrangements Orders)에 의해 기후변화부(DCC: Department of Climate Change)로 지정되었다. 이전의 총괄책임기관은 환경부(DEH: Department of Environment and Heritage)였지만, 2008년 독립된 기구인 DCC가 설립되면서 기능이 이관되었다. DCC는 활동자료 수집, 배출량 추정, 품질관리, 보고서의 준비 및 호주정부의 대표로서 UNFCCC에 보고서 제출 등을 책임지고 있다.

호주의 배출통계 작성은 중앙집권화된 시스템으로 호주 온실가스 배출 정보시스템(AGEIS: Australian Greenhouse Emissions Information System)과 토지이용, 토지이용 변화와 산림(LULUCF) 부문을 위한 국가탄소회계시스템(NCAS: National Carbon Accounting System)을 이용하여 DCC에 의해 수행된다.

2005년 도입된 AGEIS는 배출량 추정, QC 수행, 자료 보관, 보고서 작성 등 국가인벤토리 작성 일련의 과정을 체계적으로 관리되도록 하는 시스템이다. AGEIS는 내부 웹 인터페이스¹⁸⁾를 통해 공개적으로 이용 가능한 국가인벤토리계정(National Inventory Accounts)을 위한 배출량 인벤토리 작성에 있어 매우 높은 투명성을 제공해준다. NCAS는 LULUCF 부문의 배출량 및 흡수량 작성에 사용되는 시스템이다.

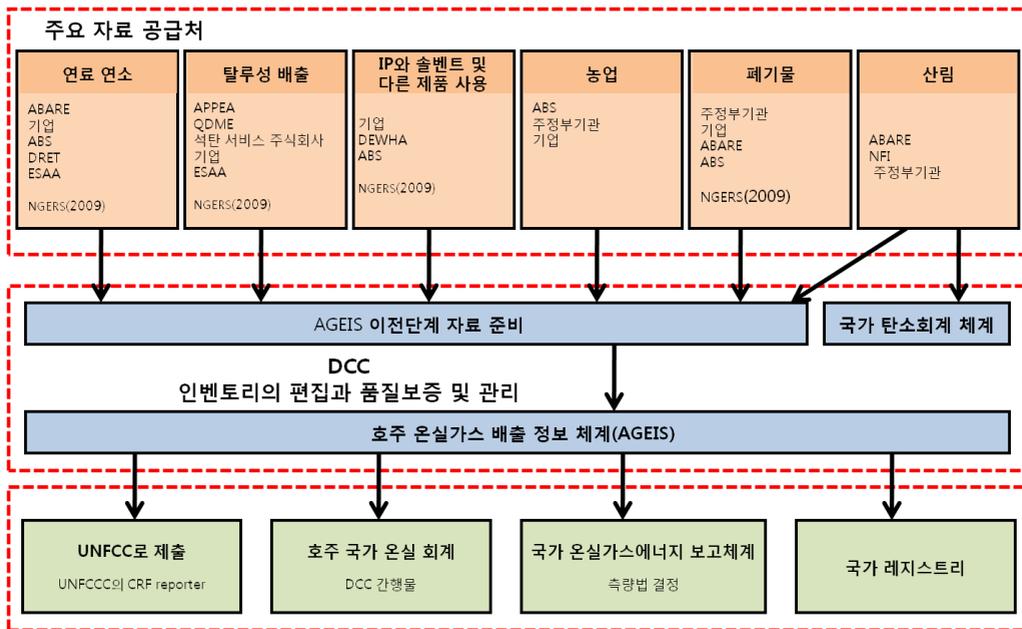
자료는 호주 통계청(ABS: Australian Bureau of Statistics), 호주 농업자원경제부(ABARE: Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics) 등 주요 경제통계 작성 기관들의 공표 자료를 이용한다. ABS는 농업활동, 상품 및 에너지 관련 자료를 제공한다. ABARE는 에너지사용조사(a survey of energy)로부터 생산된 에너지소비 자료를 제공한다.

DCC는 산업공정 부문 작성을 위해 개별 회사들로부터 직접 자료를 모으고, LULUCF 부문을 위해 토지표면의 변화를 측정하기 위한 위성사진을 처리하기 위해 컨설턴트를 고용하고 있다. HFCs 추정을 위한 자료는 2003년 오존보호와 종합적 온실가스 관리법령(Ozone Protection and Synthetic Greenhouse Gas Management Act)에 따른 수입자의 의무적 보고 자료로부터 수집된다. 호주와 지방정부 기관들 간의 서신교환에 의해 주정부기관들로부터의 폐기물 자료를 수집한다.

호주정부, 지방 정부기관 대표자들로 구성된 국가온실가스인벤토리위원회(National Greenhouse Inventory Committee)는 새로운 방법 도입과 NIR을 확정짓기 전에 방법과 보

18) www.climatechange.gov.au/inventory

고서를 검토한다. 호주 기후변화와 수도부(Climate Change and Water of the Australian Government) 장관은 매년 인벤토리 공표와 UNFCCC 제출 보고서를 승인한다.



[그림 1-10] 호주의 배출통계 관리 및 작성체계

나. 인벤토리 작성 절차

호주의 연간 인벤토리 준비는 계획과 방법 개선, 자료수집과 입력, 자료검증, 배출량 추정, 배출량과 보고서 검토, 보고서 발간의 단계를 거쳐 작성된다. 각 단계별 수행업무는 다음과 같다.

1) 작성 계획과 방법 개선(Planning and methodology improvement)

- 가) 전년도 결과 평가보고서 준비
- 나) DCC의 방법 및 활동자료에 대한 검토와 UNFCCC 전문가 검토에서의 권고사항들을 고려한 QA/QC 준비 및 인벤토리 개선 계획 수립
- 다) 작성 준비와 검토과정을 위한 전문가 선정(5월-6월)
- 라) AGEIS를 위한 투자 및 유지보수 계획 수립(6월)
- 마) AGEIS를 고려한 방법론 개발과 검토(6월-10월)



2) 자료 수집과 입력(Data collection and entry)

- 가) 외부 컨설턴트와 DCC에 의해 활동 자료 모음(6월-10월)
- 나) AGEIS 입력 데이터베이스에 활동자료 입력(8월-11월)

3) 자료검증(Data verification)

- 가) 활동자료의 검증과 품질관리
 - DCC는 시계열 및 부문별 추정 배출량의 일관성을 위해 이상치를 수정하고 파악하기 위해 활동자료에 대한 진단통계의 범위를 자동으로 보고하는 AGEIS를 사용
- 나) 총괄사용자(supervisory user)로 알려진 지정분석가는 시스템의 이상치를 파악하고 활동자료의 품질 평가 결과를 기록
- 다) 자료는 품질검사된 후 품질관리(QC)에 제공하기 위해 지정분석가(DOM: Database Operations Manager)에 의해 내부적으로 감사됨. DOM이 승인하면 입력된 자료는 배출량 추정을 책임지는 핵심 데이터베이스로 이동되어짐

4) 배출량 추정(Emission estimation)

- 가) AGEIS는 시계열 일치 방법들을 사용하여 배출량 추정을 위해 사용됨

5) 배출량과 보고서 검토(Emission and report review)

- 가) 배출량 추정 확인
 - DCC의 분석가들은 시계열의 일관성, 추정치 전반에 걸친 일관성 및 재검토의 정확성을 위해 AGEIS에 의해 작성된 배출량 추정치에 대한 일련의 테스트를 반복함
- 나) QC를 실시하기 위해 지정된 DCC의 직원에 의한 배출량 추정에 관한 검사와 내부감사 과정 실시(DOM과 배출분석팀 매니저)
- 다) 대중에게 공표되기에 앞서 인벤토리는 호주정부 부처들과 지방정부 대표자들로 구성된 NGGI 위원회에 논평을 위해 배포됨(2월)

6) 보고서 발간(Report publication)

- 가) CRF 통계표(2월)
- 나) 대중에게 공표
- 다) 배출량 통계와 관련 자료를 AGEIS 데이터베이스에 공개
- 라) NIR과 CRF 통계표의 UNFCCC 전문가 재검토(8월-11월)

제5절 우리나라 국가시스템 구축방안

현재 우리나라는 녹색성장위원회(녹색성장기획단)를 중심으로 배출통계 개선을 위한 국가시스템 구축을 위해 총괄책임기관 선정을 위한 작업을 진행 중에 있다. 하지만 기존의 환경부와 지경부의 국가시스템 총괄책임기관이 되기 위한 의견대립으로 인해 주관기관 선정 작업이 지연되고 있다. 따라서 정확한 배출통계 작성 및 국제적 대응을 위해 빠른 시일 내에 국가시스템 구축기관 선정이 필요하다. 국가시스템 총괄책임기관은 부문별로 작성되는 배출통계의 효율적인 통계조정 및 기관 간 협조체계를 구축하고 배출통계의 신뢰성을 제고하고 개선하여 정확하고 국제비교 가능한 우리나라 배출통계를 작성하여야 한다. 이를 위해서는 국가통계 조정 및 국가통계 품질관리 전문부처인 통계청이 총괄관리 책임기관으로 선정되어 국가시스템 구축 사업을 수행하는 것이 효율적이다. 따라서 본 장에서는 통계청 주관의 국가시스템 구축 방안을 제시하고자 한다.

1. 통계청의 국가시스템 구축 수행의 타당성

통계청의 주요 기능은 국가중앙통계기관으로서 통계 조정 및 협력을 실시하고 국가통계 품질향상을 위해 품질관리 실시 및 다양한 통계수요에 대응하여 정확성, 시의성, 유용성을 갖춘 신뢰받는 통계를 생산하는 것이다.

따라서 국가 온실가스 배출통계의 체계적인 관리 및 객관적인 통계작성을 위해 통계청이 총괄책임기관으로서의 역할 수행 시 다음과 같은 다양한 장점이 있다.

첫째, 통계청은 국가통계 조정 기관으로서 신뢰성 있는 배출통계 작성을 위해 작성기관에 통계작성 개선, 자료제출, 통계교육 실시 등을 요구할 수 있어 부문별로 작성되고 있는 배출계수 및 활동자료의 신뢰성 제고를 위한 개선요구가 가능하다.¹⁹⁾ 또한 활동자료 상세 필요통계, 정책수립 및 분석에 필요한 통계에 대한 수요조사 및 연구 등을 통한 새로운 통계 개발이 용이하다.

둘째, 통계청은 배출통계에 대한 정확하고 통일된 기준 및 국제분류체계 제공이 가능하다. 최근 유엔통계처(UNSD: United Nations Statistics Division)는 IPCC 등과 협력체계 구축을 강화하고 기후변화에 대한 각국 통계청의 역할 강화를 요구하고 있다. 이에 부응하기 위해 통계청과 UNSD는 2008년 12월 기후변화 관련 국제회의를 개최하여 각국 통계청의 온실가스 배출통계 작성에 대한 적극적인 참여와 역할강화를 위한 행동강령을

19) 통계법 제12조에 의해 통계작성보급에 관한 사무개선 요구, 통계법 제25조에 의해 필요자료 제출 요구, 통계법 제8조에 의해 통계작성자의 통계교육 실시가 가능



채택하였다.²⁰⁾ 또한 제40차 통계위원회(2009. 2월, 뉴욕)에서는 에너지통계, 기후변화통계 등 향후 통일된 국제기준을 설정하기로 결정하였으며 통계청도 적극 참여할 예정이다. 따라서, 상이한 온실가스 활동자료에 대해 통일된 분류기준 제공 및 UNSD, OECD 등 국제통계사회와 협조하여 국제적 기준 제공이 가능하다.

셋째, 현재 통계청에서 실시하고 있는 통계품질관리 업무를 통해 배출통계의 체계적인 검증시스템 구축 및 통계개선이 가능하다.²¹⁾ 통계청은 2002년부터 국가통계 품질관리제도를 도입하여 2008년말 현재 457종 통계에 대한 정기 품질진단을 완료하였다.²²⁾²³⁾ 이와 더불어 UNFCCC에서 요구하는 배출통계의 기본원칙인 투명성, 일치성, 비교가능성, 완전성, 정확성, 시의성을 만족하는 종합적 품질관리계획을 매년 수립하여 품질진단을 단계별로 실시하는 배출통계 품질관리시스템 구축이 가능하다(<표 5-1>). 또한 통계청은 직접 배출통계 작성에 직접 관여하지 않아 제3자가 실시해야 하는 품질보증(QA) 실시가 용이하다.

넷째, 배출통계 작성에 행정자료 활용 시 통계적 기법 제공 및 유사·중복통계 정비를 통한 기업과 국민의 응답부담 감소가 가능하다. 즉, Masking 방법 등 개인 및 기업정보보호를 위한 통계적 기법을 지원하고 기업의 온실가스 인벤토리(inventory) 작성의무부가 시 각종 법정보고통계의 보고체계 및 유사통계 정비를 통해 기업의 응답부담을 감소시킬 수 있다.

다섯째, 통계 DB시스템 구축 노하우(know-how)를 이용한 배출통계 통합관리 DB시스템을 구축하여 작성기관 및 이용자들의 편의를 제공할 수 있다. 통계청은 국가통계포털, e-나라지표 등 우리나라를 대표한 통계 DB를 구축하는 등 방대한 자료 및 정보 저장, 타기관 시스템과의 연계 등 통계자료 관리 및 제공에 대한 축적된 기술이 있어 효율적인 DB 구축이 가능하다.²⁴⁾

20) UNSD는 기후변화 관련 제1차 국제회의를 2008년 4월 노르웨이 오슬로에서 개최

21) 통계법 제9조~제11조에 의해 통계작성기관에 대한 통계의 정기품질진단 의무 부여

22) 정기품질진단 종수는 2006년 107종, 2007년 180종, 2008년 170종

23) 통계품질진단은 통계가 작성되고 공표되기까지의 전 과정에 걸쳐 통계작성환경, 통계작성절차의 적합성, 자료수집의 정확성, 공표자료의 충실성 등 종합적으로 통계품질을 진단하는 과정

24) 통계청은 국가통계포털(www.kosis.kr)과 e-나라지표(www.index.go.kr)를 구축하여 대국민 서비스하고 있음. 국가통계포털은 국가승인통계 전체를 데이터베이스로 한 곳에 구축하여 국민들이 한 번의 접속으로 쉽고 편리하게 통계자료를 이용할 수 있도록 지원하는 이용자 중심의 One-Stop 국가통계포털서비스로 현재 68개 기관 50,739개 통계표를 수록. e-나라지표는 각종 국정통계에 대해 정확한 통계와 추이, 분석 등을 제공함으로써 국민, 전문가, 정책결정자들 모두에게 국정을 알기 쉽게 설명하고, 필요한 국정통계정보를 손쉽게 접근할 수 있으며 현재 35개 부처 690여 개 통계를 4단계 분류 방식으로 제공

〈표 1-10〉 품질진단 단계별 진단내용

품질진단 단계	진단내용
조사기획	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 통계작성 목적의 명확성 ▪ 통계작성과 관련된 자료가 문서화 ▪ 국제통계 작성기준 부합 ▪ 이용자들의 요구사항 반영 ▪ 현장조사에 대한 단계별 업무량 파악 ▪ 통계개편작업 시기의 적절성 및 내용공개
표본설계	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 작성대상 모집단의 정의의 명확성 ▪ 표본추출 수준의 적정성 ▪ 조사목적, 공표범위 등을 감안한 표본규모의 적정성 ▪ 표본오차 작성여부 ▪ 표본추출과정의 공개
조사표 설계	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 조사항목변경 시 사전점검 실시 여부 ▪ 조사표 설계가 기업자들이 이해하기 쉽게 작성되었는지 여부 ▪ 조사지침서 존재여부
조사원 교육	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 조사직원에 대한 체계적인 교육실시 여부 ▪ 조사직원의 조사와 관련된 전문지식 습득 여부
자료수집	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 현장조사의 체계 및 효과적인 조사감독 여부 ▪ 무응답 실태 파악 및 내용검토 절차 마련 ▪ 모수추정절차의 적정성 ▪ 조사결과 검증시 필요한 유사자료 파악여부
조사결과분석	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 이전 및 유사통계와의 비교하여 일치성 검증 ▪ 이상치 확인 및 보정
자료공표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 간행물 등에 대한 사전점검 체계 유무 ▪ 국제비교 가능 여부 ▪ 공표시기의 적절성 등

2. 국가시스템 구축방안

우리나라 국가시스템 구축의 기본방향은 현재의 부문별 작성체계를 효율적으로 활용하고 통계적 품질관리 및 보증 등의 검증 시스템 구축 등 새로운 기능을 추가하여 총괄 책임기관의 역할을 설정하고 강화하여야 한다.



따라서, 통계청은 법적 및 제도적 근거하에 국가인벤토리시스템 총괄책임기관이 되어 부문별 작성기관의 협조를 받아 배출통계 작성, 관리, 검증 및 개선, 국가인벤토리 최종 확정과 국가인벤토리보고서(NIR)의 작성 및 UNFCCC 등 국제기구에의 보고를 책임진다. 이를 위해서는 통계청과 부문별 협조기관과의 정확하고 체계적인 역할 설정을 위해 MOU체결 등 제도적 장치를 마련하고 협조체계를 공고히 하여야 한다.

부문별 배출통계는 에너지(수송 제외) 부문은 지식경제부(에너지경제연구원), 산업공정 부문은 지식경제부(에너지관리공단), 수송부문은 국토교통부(한국교통연구원), 토지사용, 토지변화 및 임업 부문은 산림청(국립산림과학원), 농업 부문은 농업진흥청(농업과학기술원), 축산 부문은 농업진흥청(축산과학원), 폐기물 부문은 환경부(환경관리공단)가 담당하고 작성한다. 이들 자료제공기관은 부문별 배출계수 및 활동자료 수집 및 작성, 부문별 배출통계 작성, 부문별 QA/QC 실시 등을 수행하여 배출통계 및 관련 정보를 통계청에 제출한다.

통계청이 총괄책임기관으로서의 수행하여야 할 주요 역할은 다음과 같다.

첫째, 배출통계 작성에 필요한 부문별 기초 자료(활동자료, 배출계수)를 체계적으로 수집하는 것이다. 이를 위해서는 부문별 자료 제공 및 작성기관과 협조체계를 구축하고, 법적 근거에 의해 자료수집에 대한 강제력을 행사할 수 있는 권한을 부여받아야 한다.

둘째, 매년 인벤토리 작성을 위한 기본 계획을 수립하는 것이다. 이는 정해진 일정에 따라 배출통계를 단계적으로 작성하여 예측 가능한 통계작성 및 관리가 될 수 있다. 인벤토리 작성 기본계획에는 국가인벤토리 작성 절차, 즉 “자료수집→인벤토리 작성→품질보증 및 관리(QA/QC) 수행→인벤토리 재검토(review)→인벤토리 확정 및 보고서 작성→인벤토리 개선점 파악 및 반영”에 대한 단계별 일정 및 추진 내용을 수록한다.

셋째, 배출통계의 신뢰성 확보를 위한 검증시스템을 구축하고 수행하는 것이다. 부문별 배출계수, 활동자료 등 인벤토리 전반에 대한 품질보증 및 품질관리(QA/QC) 계획을 수립하고 국제적 수준에 맞는 품질관리, 내·외부 전문가의 검토(review) 과정 등을 체계적으로 수행하여야 한다.

넷째, 국가인벤토리의 체계적 관리, 효율적 작성 및 관련 정보공개를 위한 인벤토리 통합관리 DB 시스템을 구축하고 관리하는 것이다. 자료제공 기관으로부터 기초자료를 전자적으로 수집 및 관리하고, 배출통계의 작성과 기초적 검증 과정을 표준화하여 전자적으로 수행하고 작성된 배출통계, 보고서, 관련 정보 등을 한 곳에서 누구나 쉽게 접근하여 이용할 수 있도록 DB 체계를 구축하여야 한다.

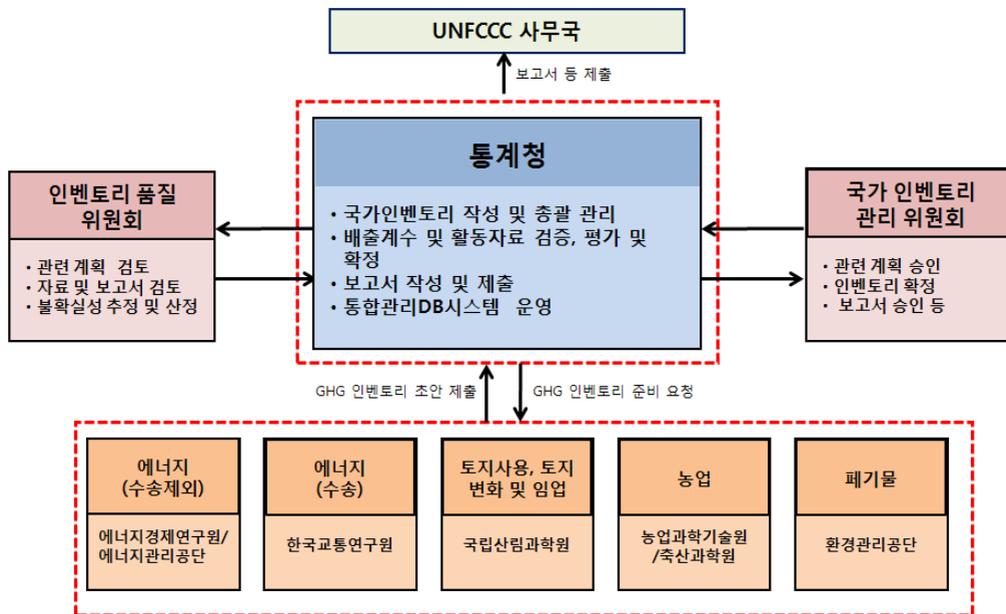
다섯째, 배출통계 및 작성 방법론의 개선 및 개발 등을 위한 인벤토리품질위원회(가칭)를 운영하여야 한다. 품질위원회는 객관적이고 중립적인 인벤토리 품질 개선을 위해

인벤토리 작성에 관여하지 않는 통계청 및 외부 전문가로 구성되어 지속적인 배출통계 작성방법의 연구 및 개선, 필요자료의 개선 및 개발 등을 실시한다.

여섯째, 국가인벤토리 관련 등 주요 개선 및 개발계획에 대한 승인, 인벤토리 확정 등을 위한 국가인벤토리관리위원회(가칭)를 운영하여야 한다. 통계청 청장을 위원장으로 하며 관련부처와 민간 전문가를 위원으로 구성하여 국가인벤토리 작성 계획, 배출계수 및 활동자료 개선·개발 계획, 작성 방법론 및 국가배출량 확정 등을 수행한다.

일곱째, 국가인벤토리를 최종적으로 확정하고 국가인벤토리보고서(NIR), 공통보고서식(CRF) 등 관련 보고서를 작성한 뒤 UNFCCC에 보고한다.

마지막으로 국제사회와의 협력 및 활발한 의견교환 체계를 구축한다. 배출통계는 온실가스 감축의무 부가 대응, 배출권 거래제 도입, 지속발전 가능한 경제성장 등 관련 정책 수립에 가장 필요한 기초자료로서 국제적으로도 매우 민감하고 중요한 통계이다. 따라서 UNFCCC, IPCC, UNSD 등 관련 전문가와의 통계품질 개선 관련 의견교환, 국제동향 파악 등을 통해 향후 국제적 요구 사항에 적극적으로 대응하여야 한다.



[그림 1-11] 우리나라 국가인벤토리 작성체계(안)



〈표 1-11〉 국가 온실가스 인벤토리 시스템 기관별 상세 역할

기관	역할
통계청	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 매년 국가인벤토리 작성 기본계획 및 작성 ▪ 국가인벤토리 개선계획 수립 ▪ QA/QC 실시계획 수립 및 수행 ▪ 불확실성 평가 및 전문가 review 수행 ▪ 배출통계 작성방법·불확실성 ▪ 통합관리 DB 시스템 구축 및 관리 ▪ 배출계수 및 활동자료 최종 검증, 평가 및 확정 ▪ 국가인벤토리관리위원회 및 인벤토리품질위원회 운영 및 관리 ▪ 국가인벤토리 공표 및 UNCCC 보고서 제출 등
국가인벤토리 관리위원회	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가인벤토리 작성 계획, 개선계획 등 관련 계획 승인 ▪ 국가인벤토리 확정, 보고서 승인 등
인벤토리 품질위원회	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 온실가스 인벤토리 작성·개선계획 검토 ▪ 활동자료 및 배출계수 검토 ▪ 불확실성 추정·산정 ▪ 국가인벤토리보고서(NIR), CRF, 국가보고서 검토 등
부문별 작성기관	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 부문별 활동자료 확보·조사·산정 ▪ 부문별 배출계수 개발 ▪ 부문별 배출통계 작성 등

주) 국가인벤토리 관리위원회 위원장은 통계청장, 위원은 관련부처 실국장 및 전문가

제6절 결 론

현재 우리나라는 저탄소 녹색성장(Low Carbon Green Growth)을 국가발전의 새로운 비전으로 제시하고 관련 세부 정책을 수립하여 추진하고 있다. 특히 국제사회에서의 기후변화 대응(및 적응)에 대한 선도적인 역할을 담당하기 위해 최근 정부는 2020년 배출 전망치(BAU)²⁵⁾ 대비 30%(2005년 594백만 톤 CO₂ eq. 대비 4%) 감축이라는 자발적 온실가스 감축 목표를 설정하고 추진할 것을 대내외적으로 선언하였다.²⁶⁾ 따라서, 온실가스

25) BAU(Business As Usual)는 별도의 노력이 없을 경우의 미래 온실가스 배출량으로 국민경제의 통상적 성장관행을 전제로 유가변동, 인구변동, 경제성장률 등에 따라 영향을 받은 미래의 온실가스 배출 전망치임

26) 2009년 11월 19일 국무회의에서 결정

배출통계는 감축 목표치 설정, 국제사회의 감축 할당 대비 등의 관련 정책을 수립하고 평가하는데 중요한 기초자료이다.

UNFCCC, IPCC 등 기후변화에 대응하는 국제기구는 온실가스 배출통계의 중요성을 인식하고 정확하고 국제비교 가능한 배출통계 작성을 위한 작성 가이드라인을 제시하고 의무감축국인 Annex I 국가에 대해서는 국가시스템(NS) 구축을 요구하고 있다.

그동안 우리나라는 지식경제부 주관으로 배출통계를 작성하여 왔으나 부문별 작성기관의 통계를 단순 취합하는 수준에 그쳐 통계의 정확성 및 비교가능성 등을 위한 체계적인 관리시스템을 구축하지 못하였다. 또한 작성수준도 낮아 배출통계의 대부분의 분야가 단순하게 IPCC가 제공하는 기본계수를 이용한 Tier 1수준으로 작성되고 있어 국가고유의 배출통계 수준인 Tier 2 이상의 작성방법이 개발되어야 한다. 현재 우리나라가 비록 의무감축부담이 없는 non-Annex I 국가이지만, post-2010체제에 대비하고 정확한 배출통계 작성을 위해 체계 구축이 필요하다.

이에 따라 우리나라도 현 배출통계 작성시스템을 개선하기 위해 국가시스템 구축을 추진하기로 하였으나 정부의 강력한 구축의지 부족, 관련부처의 이견 등으로 현재까지 진행이 미진한 상태이다.

따라서 본 연구는 국가시스템을 구축하기 위한 기초연구로서 기후변화와 배출통계에 대한 기본 개념과 우리나라의 현 작성체계, 주요 선진국의 시스템 구축 현황을 파악하여 우리나라 국가시스템 구축 방안을 제시하였다.

제시된 구축 방안은 통계청이 각 부문별 배출통계 작성기관의 협조를 받아 국가인벤토리를 작성하고 배출통계의 개선과 국제기구에 보고하는 총괄책임기관으로서 역할을 수행하는 것이다. 통계청은 국가통계 조정 및 품질개선 기관으로서 부문별로 작성되고 있는 온실가스 배출통계에 대한 기관별 협조체계 구축 및 정확성 제고를 위한 체계적인 통계 품질관리, 품질보증 및 검증시스템 구축이 용이하다. 또한 통계청은 통계작성 전문 기관으로서 축적된 경험과 전문성이 있어 필요통계 개발 및 개선이 용이하다.

국가시스템 구축은 정책적으로 결정되어야 하는 사안이 아닌 정확하고 신뢰성 있는 배출통계 작성이라는 통계적 관점에서 추진되어야 하는 사업이다. 정부의 정책부처는 통계작성 기법, 통계조사 방법 등의 경험 부족으로 인해 체계적인 통계작성 및 품질관리 시스템 구축에 대한 전문성 부족하다. 따라서 향후 온실가스 배출통계의 지속적인 운영과 관리를 위해 중립적 기관인 통계청이 국가시스템 구축 사업 수행하는 것이 바람직하다.

그동안 통계청은 경제·사회 현상뿐만 아니라 기후변화, 환경 분야 등에 대한 통계청의 역할 강화 필요성을 인식하고 2008년부터 기후변화 관련 통계의 개선 및 개발업무를 추진하기 시작하였다. 그 일환으로 온실가스 배출통계 개선을 위한 국가시스템 구축



사업에 적극적으로 참여하고 총괄책임기관으로서의 역할 수행을 위해 노력하고 있다. 하지만 아직까지는 그 역할이 미비한 상태이다. 따라서 온실가스 배출통계 작성, 환경계정 등 정책적 필요 통계의 개선·개발 및 체계 구축에 통계청의 기여도를 높여 국가통계 조정 및 품질개선을 위한 중앙통계기관으로서의 역할을 강화하여야 한다.

특히, 온실가스 배출통계의 활동자료의 경우 현재 필요통계 및 세부통계가 부족하고 활동자료의 신뢰성, 정확성 등 많은 개선이 필요하다. 따라서 향후 통계청은 배출통계의 수준향상을 위한 활동자료의 개선점 및 상세 필요자료를 파악하고 개선 및 개발을 위한 체계적인 계획을 수립하여 추진하여야 할 것이다.

참고문헌

- 김승도 외(2008), 온실가스 배출통계 수준 및 개선방안에 대한 연구, 통계개발원 연구용역보고서, 통계개발원, 내부자료.
- 녹색성장위원회(2009), 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획, 녹색성장위원회.
- 이명균 외(2006), 국가 온실가스 배출통계 D/B구축을 위한 국가전략 로드맵 수립 및 최적 운영방안 연구, 국무조정실 용역보고서, 국무조정실.
- 통계청(2008), 2008년 정기통계품질진단 보고서(온실가스 배출통계), 내부자료.
- Department of Climate Change(2009), National Inventory Report 2007: Australia's National Greenhouse Accounts, Department of Climate Change
- IPCC(1996), 1996 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC.
- _____(2000), 2000 IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas, IPCC.
- _____(2006), 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC.
- _____(2007), the Fourth Assessment Report "Climate Change 2007: Synthesis Report", IPCC.
- Ministry of Environment(2006), National Greenhouse Gas Inventory Report for JAPAN, Ministry of Environment.
- Statistics Finland(2006), National Greenhouse Gas Inventory System in Finland, Statistics Finland.
- _____(2009), Greenhouse Gas Emissions in Finland, Statistics Finland.
- U.S. Environmental Protection Agency(2009), Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sink: 1990 - 2007.
- U.K. Department of Energy and Climate Change(2009), UK Greenhouse Gas Inventory, 1990 to 2007, AEA.



<부 록>

1. 기후변화협약 가입 국가

■ Annex I (40개국 : EU 제외)

호주(Australia), 오스트리아(Austria), 벨로루시(Belarus)**, 벨기에(Belgium), 불가리아(Bulgaria), 캐나다(Canada), 크로아티아(Croatia)**, 체코(Czech Republic)**, 덴마크(Denmark), 에스토니아(Estonia), 유럽 공동체(European Community), 핀란드(Finland), 프랑스(France), 독일(Germany), 그리스(Greece), 헝가리(Hungary), 아이슬란드(Iceland), 아일랜드(Ireland), 이태리(Italy)**, 일본(Japan), 라트비아(Latvia), 리히텐슈타인(Liechtenstein)**, 리투아니아(Lithuania), 룩셈부르크(Luxembourg), 모나코(Monaco)**, 네덜란드(Netherlands), 뉴질랜드(New Zealand), 노르웨이(Norway), 폴란드(Poland), 포르투갈(Portugal), 루마니아(Romania), 러시아(Russian Federation)**, 슬로바키아(Slovakia)** 슬로베니아(Slovenia)** 스페인(Spain), 스웨덴(Sweden), 스위스(Switzerland), 터키(Turkey)**, 우크라이나(Ukraine)**, 대영제국과 북아일랜드(United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), 미국(United States of America)

■ Non-Annex I (151개국)

아프가니스탄(Afghanistan), 알바니아(Albania)**, 알제리(Algeria), 앙골라(Angola), 안티가 바부다(Antigua and Barbuda), 아르헨티나(Argentina), 아르메니아(Armenia)**, 제르바이잔(Azerbaijan), 바하마(Bahamas), 바레인(Bahrain), 방글라데시(Bangladesh), 바베이도스(Barbados), 벨리즈(Belize), 베냉(Benin), 부탄(Bhutan), 볼리비아(Bolivia), 보스니아 헤르체고비나(Bosnia and Herzegovina), 보츠와나(Botswana), 브라질(Brazil), 브루나이(Brunei Darussalam), 부르키나파소(Burkina Faso), 부룬디(Burundi), 캄보디아(Cambodia), 카메룬(Cameroon), 카보베르데(Cape Verde), 중앙 아프리카 공화국(Central African Republic), 채드(Chad), 칠레(Chile), 중국(China), 콜롬비아(Colombia), 코모(Comoros), 콩고(Congo), 쿡 제도(Cook Islands), 코스타리카(Costa Rica), 쿠바(Cuba), 사이프러스(Cyprus), 코트디부아르(Côte d'Ivoire), 조선 민주주의 인민 공화국(Democratic People's Republic of Korea), 콩고 민주 공화국(Democratic Republic of the Congo), 지부티(Djibouti), 도미니카(Dominica), 도미니카 공화국(Dominican Republic), 에콰도르(Ecuador), 이집트(Egypt), 엘살바도르(El Salvador), 적도 기니(Equatorial Guinea), 에리트레아(Eritrea), 에티오피아(Ethiopia), 피지(Fiji), 전 유고슬라비아 마케도니아 공화국(The former Yugoslav Republic of Macedonia), 가봉(Gabon), 감비아(Gambia), 조지아(Georgia), 가나(Ghana), 그라나다(Grenada), 과테말라

(Guatemala), 기니(Guinea) 기니-비사우(Guinea-Bissau), 가이아나(Guyana), 아이티(Haiti), 온두라스(Honduras), 인도(India), 인도네시아(Indonesia), 이란(이란 회교 공화국)(Iran Islamic Republic of), 이스라엘(Israel), 자메이카(Jamaica), 요르단(Jordan), 카자흐스탄(Kazakhstan)**, 케냐(Kenya), 키리바시(Kiribati), 쿠웨이트(Kuwait), 키르기스스탄(Kyrgyzstan), 라오스 인민 민주주의 공화국(Lao People's Democratic Republic), 레바논(Lebanon), 레소토(Lesotho), 라이베리아(Liberia), 리비아(Libyan Arab Jamahiriya), 마다카스카르(Madagascar), 말라위(Malawi), 말레이시아(Malaysia), 몰디브(Maldives), 말리(Mali), 몰타(Malta), 마셜 제도(Marshall Islands), 모리타니(Mauritania), 모리셔스(Mauritius), 멕시코(Mexico), 미크로네시아(마크로네시아 연합국)(Micronesia(Federated States of)), 몽골(Mongolia), 몬테네그로(Montenegro) 모로코(Morocco), 모잠비크(Mozambique), 미얀마(Myanmar), 나미비아(Namibia), 나우루(Nauru), 네팔(Nepal), 니카라과(Nicaragua), 니제르(Niger), 나이지리아(Nigeria), 니우(Niue), 오만(Oman), 파키스탄(Pakistan), 팔라우(Palau), 파나마(Panama), 파푸아뉴 기니(Papua New Guinea), 파라과이(Paraguay), 페루(Peru), 필리핀(Philippines), 카타르(Qatar), 대한민국(Republic of Korea), 몰도바 공화국(Republic of Moldova)**, 르완다(Rwanda), 세인트 키츠 네비스(Saint Kitts and Nevis), 세인트 루시아(Saint Lucia), 세인트 빈센트 그레나딘(Saint Vincent and the Grenadines), 사모아(Samoa), 산마리노(San Marino), 상투메 프린시페(Sao Tome and Principe), 사우디 아라비아(Saudi Arabia), 세네갈(Senegal), 세르비아(Serbia), 세이셸(Seychelles), 시에라리온(Sierra Leone), 싱가포르(Singapore), 솔로몬 제도(Solomon Islands), 남아프리카(South Africa) 스리랑카(Sri Lanka) 수단(Sudan), 수리남(Suriname), 스와질랜드(Swaziland), 시리아 아랍 공화국(Syrian Arab Republic), 타지키스탄(Tajikistan), 태국(Thailand), 티모르 레스페(Timor-Leste), 토고(Togo), 톡가(Tonga), 트리니다드 토바고(Trinidad and Tobago), 튀니지(Tunisia), 투르크메니스탄(Turkmenistan)**, 투발루(Tuvalu), 우간다(Uganda), 아랍 에미리트 연합(United Arab Emirates), 탄자니아 연합 공화국(United Republic of Tanzania), 우루과이(Uruguay), 우즈베키스탄(Uzbekistan)**, 바누아쿠(Vanuatu), 베네수엘라[볼리바르 공화국(Venezuela Bolivarian Republic of)], 베트남(Viet Nam), 예멘(Yemen), 잠비아(Zambia), 짐바브웨(Zimbabwe)

*는 관찰 국가(Observer State)

**는 특정한 COP 또는 CMP 결정이 있는 당국

(Party for which there is a specific COP and/or CMP decision)



2. 기후변화협약 및 교토의정서 주요 조문

가. 기후변화협약

1) 제4조 제1항 및 제2항 (Article 4 Paragraph 1, Paragraph 2)

Article 4 COMMITMENTS

1. All Parties, taking into account their common but differentiated responsibilities and their specific national and regional development priorities, objectives and circumstances, shall:
 - (a) Develop, periodically update, publish and make available to the Conference of the Parties, in accordance with Article 12, national inventories of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, using comparable methodologies to be agreed upon by the Conference of the Parties;
 - (b) Formulate, implement, publish and regularly update national and, where appropriate, regional programmes containing measures to mitigate climate change by addressing anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, and measures to facilitate adequate adaptation to climate change;
 - (h) Promote and cooperate in the full, open and prompt exchange of relevant scientific, technological, technical, socio-economic and legal information related to the climate system and climate change, and to the economic and social consequences of various response strategies;
 - (i) Promote and cooperate in education, training and public awareness related to climate change and encourage the widest participation in this process, including that of non-governmental organizations; and
 - (j) Communicate to the Conference of the Parties information related to implementation, in accordance with Article 12.

2. The developed country Parties and other Parties included in Annex I commit themselves specifically as provided for in the following:
 - (a) Each of these Parties shall adopt national policies and take corresponding measures on the mitigation of climate change, by limiting its anthropogenic emissions of greenhouse gases and protecting and enhancing its greenhouse gas sinks and reservoirs. These policies and measures will demonstrate that developed countries are taking the lead in modifying longer-term trends in anthropogenic emissions consistent with the objective of the Convention, recognizing that the return by the end of the present decade to earlier levels of anthropogenic emissions of carbon dioxide and other greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol would contribute to such modification, and taking into account the differences in these Parties' starting points and approaches, economic structures and resource bases, the need to maintain strong and sustainable economic growth, available technologies and other individual circumstances, as well as the need for equitable and appropriate contributions by each of these Parties to the global effort regarding that objective. These Parties may implement such policies and measures jointly with other Parties and may assist other Parties in contributing to the achievement of the objective of the Convention and, in particular, that of this subparagraph;

- (b) In order to promote progress to this end, each of these Parties shall communicate, within six months of the entry into force of the Convention for it and periodically thereafter, and in accordance with Article 12, detailed information on its policies and measures referred to in subparagraph (a) above, as well as on its resulting projected anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol for the period referred to in subparagraph (a), with the aim of returning individually or jointly to their 1990 levels these anthropogenic emissions of carbon dioxide and other greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol. This information will be reviewed by the Conference of the Parties, at its first session and periodically thereafter, in accordance with Article 7;
- (c) Calculations of emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases for the purposes of subparagraph (b) above should take into account the best available scientific knowledge, including of the effective capacity of sinks and the respective contributions of such gases to climate change. The Conference of the Parties shall consider and agree on methodologies for these calculations at its first session and review them regularly thereafter;
- (d) The Conference of the Parties shall, at its first session, review the adequacy of subparagraphs (a) and (b) above. Such review shall be carried out in the light of the best available scientific information and assessment on climate change and its impacts, as well as relevant technical, social and economic information. Based on this review, the Conference of the Parties shall take appropriate action, which may include the adoption of amendments to the commitments in subparagraphs (a) and (b) above. The Conference of the Parties, at its first session, shall also take decisions regarding criteria for joint implementation as indicated in subparagraph (a) above. A second review of subparagraphs (a) and (b) shall take place not later than 31 December 1998, and thereafter at regular intervals determined by the Conference of the Parties, until the objective of the Convention is met;
- (e) Each of these Parties shall:
 - (i) coordinate as appropriate with other such Parties, relevant economic and administrative instruments developed to achieve the objective of the Convention; and
 - (ii) identify and periodically review its own policies and practices which encourage activities that lead to greater levels of anthropogenic emissions of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol than would otherwise occur;
- (f) The Conference of the Parties shall review, not later than 31 December 1998, available information with a view to taking decisions regarding such amendments to the lists in Annexes I and II as may be appropriate, with the approval of the Party concerned;
- (g) Any Party not included in Annex I may, in its instrument of ratification, acceptance, approval or accession, or at any time thereafter, notify the Depository that it intends to be bound by subparagraphs (a) and (b) above. The Depository shall inform the other signatories and Parties of any such notification.



2) 제12조 제1항, 제2항 (Article 12 Paragraph 1, Paragraph 2)

Article 12**COMMUNICATION OF INFORMATION RELATED TO IMPLEMENTATION**

1. In accordance with Article 4, paragraph 1, each Party shall communicate to the Conference of the Parties, through the secretariat, the following elements of information:
 - (a) A national inventory of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, to the extent its capacities permit, using comparable methodologies to be promoted and agreed upon by the Conference of the Parties;
 - (b) A general description of steps taken or envisaged by the Party to implement the Convention; and
 - (c) Any other information that the Party considers relevant to the achievement of the objective of the Convention and suitable for inclusion in its communication, including, if feasible, material relevant for calculations of global emission trends.
2. Each developed country Party and each other Party included in Annex I shall incorporate in its communication the following elements of information:
 - (a) A detailed description of the policies and measures that it has adopted to implement its commitment under Article 4, paragraphs 2 (a) and 2 (b); and
 - (b) A specific estimate of the effects that the policies and measures referred to in subparagraph (a) immediately above will have on anthropogenic emissions by its sources and removals by its sinks of greenhouse gases during the period referred to in Article 4, paragraph 2 (a).

나. 교토의정서

1) 제5조 제1항 (Article 5 Paragraph 1)

Article 5

1. Each Party included in Annex I shall have in place, no later than one year prior to the start of the first commitment period, a national system for the estimation of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol. Guidelines for such national systems, which shall incorporate the methodologies specified in paragraph 2 below, shall be decided upon by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol at its first session.

3. Annex | 국가의 국가시스템 주관기관(40개국)

국가명	주관기관	유형
호주	Department of Climate Change	독립부서
오스트리아	Department of Air Emissions of the Umweltbundesamt	환경부
베라루스	미상	미상
벨기에	Environmental Agency(3개 지역별로 존재)	환경부
불가리아	Ministry of Environment and Water Management	환경부
캐나다	Ministry of the Environment	환경부
트로아티아	Ministry of Environmental Protection, Physical training and construction(Energy Research and Environmental Protection Institute)	환경부
체코	Hydrometeorological Institute(Ministry of Environment)	환경부
덴마크	National Environmental Reserch Institute & Univ. of Arthus	환경부
에스토니아	Ministry of Environment	환경부
핀란드	Statistics Finland	통계청
프랑스	CITEPA(Ministry of Ecology and Sustainable Developmnet, Industry and Environment Dep.)	전담기구 (환경관련)
독일	Federal Environment Agency	환경부
그리스	Ministry for the Environment, Physical planning And Public Works	환경부
헝가리	Minister of Environment and Water(Meteorological Service)	환경부
아이슬랜드	Ministry for the Environment(Environment Agency)	환경부
아일랜드	Environmental protection Agency	환경부
이탈리아	Agency for Environmental protection and Technical Service	환경부
일본	Ministry of the Environment	환경부
라트비아	Environment, Geology and Meteorology Agency	환경부
리히텐슈타인	Office of Environmental Protection	환경부
리투아니아	Ministry of the Environment	환경부
룩셈부르크	Ministry of the Environment	환경부
모나코	Direction de l'Environnement(영문버전없음)	환경부
네덜란드	Environmental assessment Agency	환경부
뉴질랜드	Ministry for the Environment	환경부
노르웨이	Ministry of Environment(Pollution Control Authority)	환경부
폴란드	Institute of Environmental protection	환경부
포르투갈	Environmental Agency	환경부



국가명	주관기관	유형
루마니아	Ministry of Environment and sustainable development	환경부
러시아	Ministry of Natural Resources	환경부
슬로바키아	Ministry of Environment(Hydrometeorological Institute)	환경부
슬로베니아	The Environment Agency	환경부
스페인	Ministry of the Environment	환경부
스웨덴	Environmental protection Agency	환경부
스위스	Federal office for the Environmental FOEN	환경부
터키	Statistical Institute	통계청
우크라이나	미상	미상
영국	Department of Energy and Climate Change	독립부서
미국	Environmental protection Agency	환경부