

2D3) 기후변화감시센터에서 관측한 온실가스의 농도 변동 연구

Study on Variation of Greenhouse Gases at the Korea Global Atmosphere Watch Center

유희정 · 김정식 · 구태영 · 박정규
 기상청 기후국 기후변화감시센터

1. 서 론

전 지구적인 평균 표면온도는 1860년 이후 지속적으로 증가하고 있으며 특히 20세기 동안 약 0.6°C 정도 상승하는 등 급격한 증가추세를 보이고 있다. 이러한 주요 원인은 화석연료의 연소, 농업, 토지 이용의 변화 등 인위적 활동에 기인한 온실가스의 증가 때문으로 알려져 있다(IPCC, 2007). 온실가스 증가를 막기 위한 국제적 노력은 1997년 교토의정서를 채택하여 주요 온실가스인 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 불화탄소류(PFCs) 등 6가지를 감축 대상가스로 결정하였다. 우리나라도 2002년 11월에 이 조약에 비준한 바 있다. 기후변화협약은 장기적으로 온실가스 배출량에 대한 감축목표를 정하고 온실가스 배출량을 실질적으로 줄이고자하는 노력이다. 한편, 배출량 감축을 위한 국제사회의 노력과 더불어 중요한 것은 대기 중 온실가스 농도변화에 미치는 영향을 지속적으로 감시하는 것이다. 이는 온실가스 감축에 따른 온실가스 농도 변화 양상을 파악하는 것뿐만 아니라 장래를 예측하는데 매우 중요하다.

Table 1. Chemically reactive greenhouse gases and their precursors: abundances, trends, budgets, lifetimes, and GWPs(IPCC, 2007).

Chemical species	Formula	Abundance ^a ppt		Trend	Annual emission	Lifetime	100-yr
		1998	1750	ppt/yr ^a	late 90s	(yr)	GWp ^b
Methane	CH ₄ (ppb)	1,745.0	700	7.00	600.0 Tg	8.4/12 ^c	23
Nitrous oxide	N ₂ O(ppb)	314.0	270	0.80	16.4 TgN	120/114 ^c	296
Perfluoromethane	CF ₄	80.0	40	1.00	~15.0 Gg	>50,000	5,700
Perfluoroethane	C ₂ F ₆	3.0	0	0.08	~5.0 Gg	10,000	11,900
Sulphur hexafluoride	SF ₆	4.2	0	0.24	~6.0 Gg	3,200	22,200
HFC-23	CHF ₃	14.0	0	0.55	~7.0 Gg	260	12,000
HFC-134a	CF ₂ CH ₂ F	7.5	0	2.00	~25.0 Gg	13.8	1,300
HFC-152a	CH ₂ CHF ₂	0.5	0	0.10	~4.0 Gg	1.40	120
Important greenhouse halocarbons under Montreal Protocol and its Amendments							
CFC-11	CFCl ₃	268.0	0	-1.40		45	4,600
CFC-12	CF ₂ Cl ₂	533.0	0	4.40		100	10,600
CFC-13	CF ₃ Cl	4.0	0	0.10		640	14,000
CFC-113	CF ₂ ClCFCl ₂	84.0	0	0.00		85	6,000
CFC-114	CF ₂ ClCF ₂ Cl	15.0	0	<0.50		300	9,800
CFC-115	CF ₃ CF ₂ Cl	7.0	0	0.40		1,700	7,200
Carbon tetrachloride	CCl ₄	102.0	0	-1.00		35	1,800

2. 관측방법 및 분석방법

온실가스 분석을 위해 1999년 1월부터 2004년 7월까지 기후변화감시센터 건물 옥상의 흡입구에서 공기를 채취하였으며, 이후 40m 관측탑을 설치하여 공기를 흡입하고 있다. 온실가스 시료 채취시에 이용된 채취관은 내경 9mm 테카본(Dekabon)관이며, 흡입펌프를 이용하여 약 8lpm으로 공기 시료를 유입하였다.

CO₂ 측정은 비분산적외선분석기(Non Dispersive InfraRed; NDIR)를 이용하였고, 대기 중의 수분 제거를 위하여 제습 장치를 3단계로 설치하였다. 그리고 NDIR의 보정을 위하여 CO₂ 측정시에 이용되는 표준가스(Standard gas)는 한국표준과학연구원에서 도입한 국가 표준가스를 이용하였으며, 정확한 CO₂ 측정을 위한 보정은 각각 다른 4개의 표준가스(375, 385, 395, 405ppm)를 5분씩 순차적으로 주입시켜 2시

간 마다 반복적으로 수행하였다. 그리고 CO₂ 자료는 30초마다 측정하였다. CH₄은 가스크로마토그래프(Gas Chromatograph; GC)를 이용하여 농도를 측정하였다. CH₄ 분석 시스템은 불꽃이온화검출기(Flame Ionized Detector; FID), 성분 분리를 위한 컬럼, 낮은 온도에서 유지되는 trap 컬럼, GC 운영과 자료 저장을 위한 컴퓨터로 구성하였다. 시료는 30분마다 측정하였으며, 표준가스는 하루에 4번씩 유입시켜 보정하였다. N₂O와 CFCs의 측정은 CH₄ 측정방법과 유사하며 검출기는 전자포획형검출기(Electron Capture Detector; ECD)를 이용 분석하였다. N₂O 측정용 컬럼은 Activated Alumina F1(80/100 mesh, 1/8", 12ft)를 이용하여 분석하며, CFCs는 Res-Sil C(80/100 mesh, 1/8", 12ft)컬럼을 사용하였다. N₂O와 CFCs는 1시간마다 측정되며, 표준가스를 하루에 4번 유입시켜 보정하였다. SF₆의 측정은 GC-ECD 전단에 저온농축장치를 연결하여 대기 시료를 농축시킨 후 Activated Alumina F1 컬럼을 이용하여 분석하였다. 저온농축방법은 -90℃ 이하의 환경조건에서 공기를 흡착관에 저온·농축시키고 분석 시 농축된 시료를 고온에서 탈착시켜 분석기에 자동으로 주입하는 방식을 사용하였다.

온실가스 농도의 추세분석은 매 시간마다 생산된 자료를 사용하여 수행되었다. 정확한 분석을 위하여 1차적으로 기기 및 관측 오류에 의한 오차들이 제거 되고 2차적으로 일평균 자료의 생산 과정에서 지역적 오염원에 의한 순간적인 극값들을 제거한 후 digital filtering(계절변동 성분과 장기변동 성분의 잔차 이용)기법을 이용하여 월평균 자료를 생산하였다(Cho et al., 2007). CFC-113과 SF₆는 2007년 1월부터 관측이 개시되었기 때문에 trend 분석은 수행되지 못하였다.

3. 결 과

그림 1은 기상청 기후변화감시센터(안면도 소재)에서 1999년부터 2007년까지 관측된 온실가스 농도 변화이다. 온실가스의 연평균 증가율은 CO₂ 2.4ppm/yr, CH₄ 2ppb/yr, N₂O 0.8ppb/yr, CFC-11 -2.7ppt/yr, CFC-12 0.3ppt/yr로 나타났다. 그리고 CFC-113과 SF₆의 연평균은 75.9ppt, 7.770ppt로 나타났다.

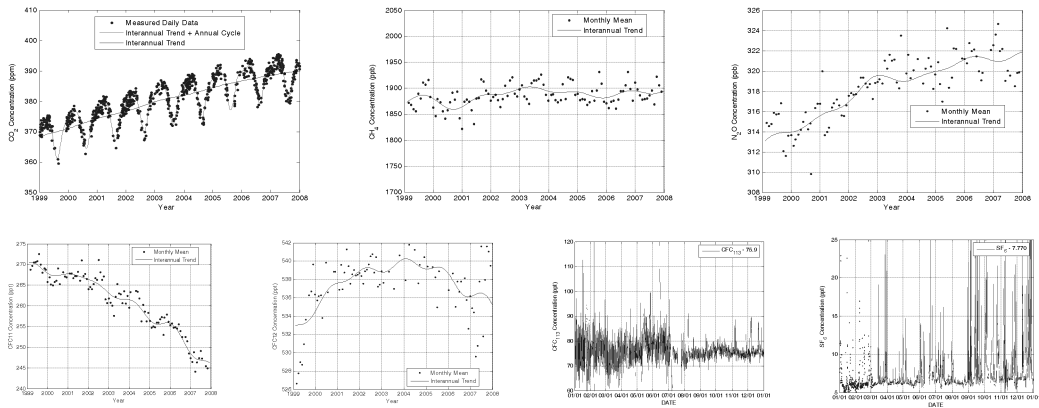


Fig. 1. Long-term variation of the concentrations of Greenhouse gases at KGAWC from 1999 to 2007.

사 사

이 논문은 기후변화감시센터 기본연구사업의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

기상청 (2008) 2007 지구대기감시보고서.
 Cho, C.-H., J.-S. Kim, and H.-J. Yoo (2007) Atmospheric Carbon Dioxide Variations at Korea GAW Center from 1999 to 2006. Journal of the Korean Meteorological Society, 43(3), 359-365.
 IPCC (2007) Climate Change 2007: Synthesis Report, IPCC 4th assessment report.