

4A1) 기후변화감시센터의 대기 중 육불화황 측정 결과 및 특성

Continuous Monitoring of Atmospheric SF₆ at the Korea Global Atmosphere Watch Center

유희정^{1,2,3} · 이진복² · 문동민² · 임한철¹ · 이정순² · 김성진¹ · 김종호³

¹)기상청 기후변화감시센터, ²)한국표준과학연구원 대기환경표준센터,

³)한서대학교 환경공학과

1. 서 론

기후변화는 최근 지구촌의 가장 중요한 과학적 이슈중의 하나로서 주목받고 있다. 세계 각국은 기후 변화의 실상을 인식하고 그 영향 분석을 통해 향후 나타날 변화를 과학적으로 정리하기 위한 연구와 구체적인 대책 강구를 위한 국제적인 협력을 다각도로 시도하고 있다. 기후변화에 대한 중요한 원인의 하나가 대기 조성 물질 중 온실가스의 증가이다. 따라서 기후변화와 지구 온난화에 전 지구촌이 공동으로 대응하기 위하여 국제사회는 1997년 교토의정서를 채택하여 온실가스를 감축하기로 합의하였으며 당시 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs; Hydrofluorocarbons), 과불화탄소류(PFCs; Perfluorocarbons), 육불화황(SF₆) 등 6가지 온실가스를 규제대상 물질로서 선정하였다.

교토의정서에서 규정하고 있는 온실가스 중에서 특히 불화화합물로 이루어진 온실가스는 인위적인 활동에 의하여 발생하는 것으로 알려져 있다. 또한 이들은 지구 대기 중에 수 pmol/mol 수준으로 상당히 낮은 수준에 머물고 있지만 그럼에도 불구하고 장기간 대기 중에 존재하기 때문에 시간이 지남에 따라 지구 온난화에 점점 더 큰 영향력을 미치게 된다. 각 기체가 대기 중에 배출되었을 경우 평균 수명은 수백 년에서 수만 년이며 이들 중 SF₆의 평균수명이 3,200년으로 매우 긴 편이다. 지구 온난화에 미치는 영향 정도는 온난화 지수로 나타낼 수 있다. 각 물질의 구조 및 물성에 따라 열을 축적할 수 있는 능력 및 수명의 차이가 있고, 이로 인해 온실효과를 일으키는 세기가 달라지기 때문이다.

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	Lifetime	100-yr
		1998	1750	ppt/yr ^a	emission	(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

대기 중의 SF₆는 대부분 인간의 산업 활동의 산물이기 때문에(Harnish, 1998), 1970년대 이후 본격적으로 전기산업의 절연가스(insulated gas)로 널리 이용한 이래 대기 중 SF₆의 농도는 급격히 증가하고 있다(이정현과 김경렬, 2008). 최근 SF₆ 가스는 반도체 생산, LCD모니터 제작, 금속산업, 방음창, 자동차 타이어 산업 및 자동차 생산 공정에서 주로 발생되며 그 외에도 가스차단기, 소화기, 폭발 방지물 등 많

은 분야에서 사용되고 있다. SF₆는 물리적, 화학적 반응성이 거의 없고 용해도 또한 매우 낮은 안정한 물질이다. 따라서 한번 대기 중으로 방출되면 오랫동안 대기 중에 머무르기 때문에 약 100년을 기준으로 보면 22,200의 온난화지수를 가지고 있다(IPCC, 2001).

2. 관측방법 및 분석방법

온실가스 분석을 위해 40 m 관측탑에서 공기를 흡입하고 있다. 온실가스 시료 채취시에 이용된 채취관은 내경 9 mm 테카본(Dekabon)관이며, 흡입펌프를 이용하여 약 8 lpm으로 공기 시료를 유입하였으며, 대기 중의 수분 제거를 위하여 제습 장치를 3단계로 설치하였다. SF₆ 가스 크로마토그래프(GC-ECD) 진단에 저온농축장치를 연결하여 대기시료를 농축시키는 방식으로 관측하고 있다. 저온농축방법은 -90°C 이하의 환경에서 공기를 흡착관에 저온·농축시키고 분석 시 다량의 시료를 고온 환경에서 탈착시켜 분석기에 자동으로 주입하는 방식이다. SF₆ 측정용 컬럼은 Activated Alumina F1(80/100 mesh, 1/8", 12ft)을 사용하였다. SF₆는 1시간마다 측정되며, 표준가스를 하루에 4번 유입시켜 보정하였다.

SF₆ 농도의 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 기법을 이용하여 월평균 자료를 생산하였다(Cho et al., 2007).

3. 결 과

그림 1은 기후변화감시센터에서 2007년부터 2008년까지 관측된 SF₆ 농도 변화이다. SF₆의 연평균 증가는 0.799 ppt/yr로 나타났다. 그리고 2007년과 2008년의 연평균은 5.86 ppt와 6.66 ppt로 나타났다.

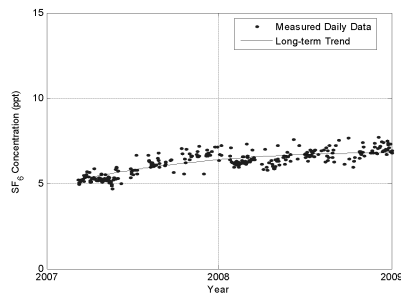


Fig. 1. Long-term variation of the concentrations of SF₆ at KGAWC from 2007 to 2008.

사 사

이 논문은 기후변화감시센터 기본연구사업의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 이정현, 김경렬 (2008) 서울 관악산 대기 중의 SF₆에 관한 연구, 한국기상학회 대기지, 18(3), 255-235.
- Cho, C.-H., J.-S. Kim, and H.-J. Yoo (2006) Atmospheric Carbon Dioxide Variations at Korea GAW Center from 1999 to 2006. JOURNAL OF THE KOREAN METEOROLOGICAL SOCIETY, 43(3), 359-365.
- Harnish, J. and A. Eisenhauer (1998) Natural CF₄ and SF₆ on earth. Geophys. Res. Lett., 25(13), 2401-2404.
- IPCC (2001) Climate Change, The Scientific Basis, Cambridge, England, Cambridge University Press.
- IPCC (2007) Climate Change, Synthesis Report, IPCC 4th assessment report.