

PF6) 플라스크 시료 채취 시스템을 이용한 한반도 대기중 이산화탄소의 분석

Analysis of atmospheric CO₂ in Korean Peninsula using Flask Sampling System

박기준 · 최재천 · 방소영 · 최병철 · 이진복¹⁾ · 문동민¹⁾ · 김진석¹⁾

기상청 기상연구소 지구대기감시관측소

¹⁾한국표준과학연구원 물질량표준부 유기분석그룹

1. 서 론

산업화가 진행되면서 야기된 지구온난화와 프레온 가스등의 증가로 인한 오존층 파괴 그리고 화석연료의 사용으로 인한 산성비 발생 등은 지구 환경문제로서 전 세계적인 관심이 되고 있다. 특히, 산업혁명 이후부터 꾸준히 증가하고 있는 온실가스는 기후변화에 있어서 양의 복사강제력(radiative forcing)으로 작용하고 있으며, 지표면의 온도를 높임으로서 기후의 다른 변화를 일으키는 매개체로도 작용하고 있다. 대기중에 온실가스 농도가 증가하게 되면 지구가 에너지를 우주로 방출하게 되면서 냉각되는 효과를 감소시키게 된다. 그리고 지표면에서 방출되는 지구복사의 상당부분이 대기에 의해 흡수되며, 이로 인하여 대기권 하부와 지표면의 온도를 상승시키는 양의 복사강제력을 가지게 된다. 이산화탄소는 서로 다른 시간규모에 작용하는 수많은 과정에 의하여 대기로부터 소멸되며, 그 후에 저장 원으로 전이되고 일부 과정에 의해서는 최종적으로 이산화탄소를 대기권으로 다시 돌려보내게 된다.

18세기 산업혁명 이후 지속적으로 발전해 온 인류산업활동의 증가로 대기 중 이산화탄소를 위시한 온실가스의 농도가 증가하고 그로 인한 온실효과의 증대로 지구표면의 평균온도가 상승하고 있다는데 많은 기후학자들이 동의하면서 지구온난화 문제는 최근 전 지구적으로 가장 중요한 환경 문제 중의 하나가 되고 있다.

지구온난화에 영향을 미치는 주요 온실가스로는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 염화불화탄소(CFCs) 등이 있으며 최근으로 올수록 농도 값은 서서히 증가하는 것으로 조사되었다. 특히 산업혁명 이전(1750년)에 비하여 1992년에 CO₂, CH₄ 그리고 N₂O의 평균농도는 각각 30%, 14.5%, 그리고 15% 가량 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 화석연료의 사용, 토지 이용의 변화, 도시화 등의 인위적인 요인에 기인하는 것으로 보고되고 있다(IPCC, 1995).

본 연구에서는 온실가스 채취용 플라스크와 가스 실린더를 이용하여 대기 시료를 채취한 후 플라스크 시료는 지구대기감시관측소, 가스 실린더 시료는 한국표준과학연구원의 물질량표준부 유기분석그룹에서 분석하였으며, 분석된 배경대기 지역(제주고산, 흑산도)의 플라스크 샘플링 자료와 가스 실린더 자료를 통하여 한반도 배경대기 지역의 이산화탄소 농도를 알아보았다.

2. 자료 및 연구 방법

플라스크를 이용하여 지구 온난화의 대표적인 가스인 CO₂의 분석을 위해서 다음과 같이 세 분야의 연구가 수행되었다. 시료를 채취하는 시스템과 이 시료를 분석하는 시스템, 그리고 이 사이 시료 분석을 위해 전처리 하는 시스템으로 나뉘어 진다. 대기 시료의 채취는 펌프를 이용하여 연속적으로 시료를 끌어들이어 측정하는 방법과 플라스크를 이용하여 단일 채취하는 방법으로 나뉘 수 있으며 이 시료는 1기압 이상의 압력으로 채취되기 때문에 채취 전 플라스크를 진공으로 유지하여야하는 어려움이 없으며 또한 오염의 영향을 줄일 수 있는 장점이 있다. 분석 시스템은 CO₂ 농도를 측정하는 비분산 적외선 분석기(Non-Dispersive Infra-Red; NDIR) 시스템으로 구분되어진다. 이 모든 과정은 분석 중의 시료의 오염을 최대한 줄이고 손쉽게 분석 시스템으로 이동시키기 위하여 전처리 시스템을 거치게 된다.

본 연구에서는 NOAA가 현재 사용하고 있는 고압시료 채취법을 이용한다. 2.5L의 유리 재질의 시료 채취병이 두 개의 유리콕크로 연결되어 있으며 이는 진공시스템과 유리 연결구를 통해 연결되게 된다. 시료 채취시에 테플론 튜브를 이용하여 시료의 오염을 최소로 하며 펌프를 사용하기 때문에 상압으로 시료채취가 가능하여 시료 분석 시 충분한 유량을 줄 수 있다.

NDIR은 CO₂를 연속적으로 측정하는데 가장 많이 사용되는 장비이다. 적외선은 기체를 통과할 때 기체 분자들에 의해 흡수된다. 대기중의 3~5 μ m의 적외선 파장을 흡수하는 대표적인 기체이며, 이것을 NDIR 분석장치로 CO₂를 분석한다. 제로가스를 기준시료로 사용하여 기준용기에 계속 흘려준 후 CO₂ 표준가스들로 보정 작업을 하여 측정하고자하는 시료의 농도를 추정하는데 사용한다. 이 모든 과정에서 사용되어지는 가스들의 수분은 네피온 튜브에 의해 제거되어지며 기체탱크 내의 압력을 조절해주는 압력조절기에서 나오는 기체들은 두 단계의 미세 유속/압력 조절기를 거쳐서 모든 기체가 같은 속도로 기준용기(reference cell)와 시료용기(sample cell)에 주입되도록 한다.

이러한 일련의 과정은 컴퓨터에 의해 제어되어진다. NDIR로부터 얻어지는 자료는 RS-232C 통신을 통해 컴퓨터에 저장되어지며 표준기체와 시료의 주입을 위한 밸브의 제어 또한 자동으로 이루어져 시료의 농도 자료와 계산 또한 컴퓨터로 바로 확인 할 수 있도록 되어 있다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 온실가스 플라스크 대기 샘플링 장치 및 시료분석 시스템을 개발하였으며, 플라스크 대기 샘플링 장치와 가스 실린더를 이용하여 한반도 배경대기지역(제주 고산, 흑산도)의 시료 채취를 통하여 대표적인 지구온난화 물질인 CO₂의 농도를 측정하여보았다.(추후 제시)

시료 분석시스템의 정확도와 정밀도를 구하여보고 한반도 배경 대기지역의 CO₂ 농도 측정을 통하여 향후 한반도 배경대기 지역 플라스크 관측망의 설립을 목표로 한다.

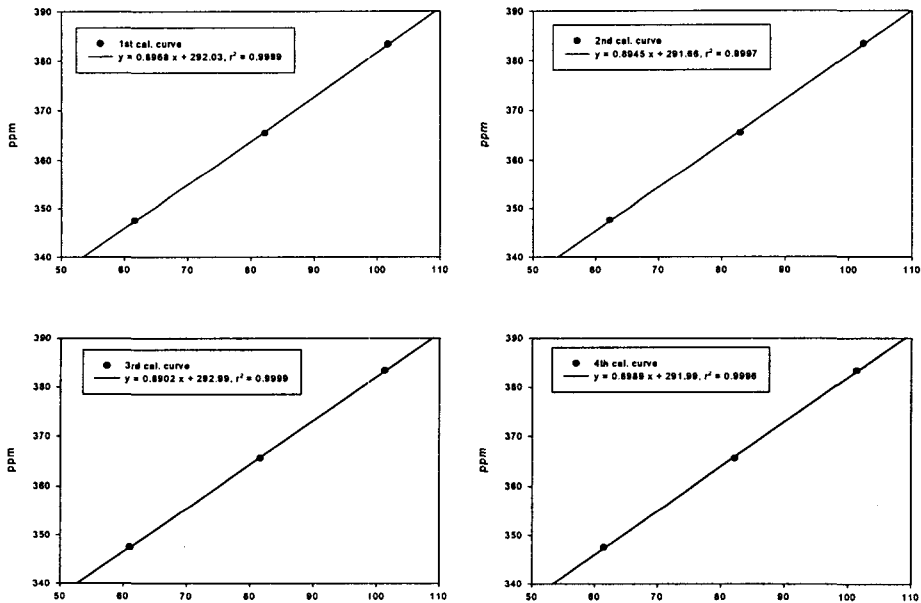


Fig. 1. Calibration Curve of NDIR system

사 사

본 연구는 기상청/기상연구소/지구대기감시관측소의 기본 사업비 및 기상청 기상지진개발 사업의 하나인 "기후변화감시시스템구축"으로 수행된 내용입니다.

참 고 문 헌

IPCC(1995), Climate Change.