

PE1) 한반도 대기중 이산화탄소의 변동경향 분석 Trend analysis of atmospheric CO₂ in Korean Peninsula

최재천, 박상순, 윤용훈, 박기준
기상청 기상연구소 지구대기감시관측소

1. 서론

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 온실기체는 기후변화에 있어서 양의 복사강제력(radiative forcing)으로 작용하고 있으며, 지표면의 온도를 높임으로서 기후의 다른 변화를 일으키는 매개체로도 작용하고 있다. 대기중에 온실기체 농도가 증가하게 되면 지구가 에너지를 우주로 방출하게 되면서 냉각되는 효과를 감소시키게 된다. 그리고 지표면에서 방출되는 지구복사의 상당부분이 대기에 의해 흡수되며, 이로 인하여 대기권 하부와 지표면을 덮히는 양의 복사강제력을 가지게 된다. 이산화탄소는 서로 다른 시간 규모에 작용하는 수많은 과정에 의하여 대기로부터 소멸되며, 그 후에 저장 원으로 전이되고 일부 과정에 의해서는 최종적으로 이산화탄소를 대기권으로 다시 돌려보내게 된다.

지구온난화에 영향을 미치는 주요 온실기체로는 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%, 145%, 그리고 15% 가량 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 화석연료의 사용, 토지 이용의 변화, 도시화 등의 인위적인 요인에 기인하는 것으로 보고되고 있다(IPCC, 1995).

최근의 조사에 의하면, 이산화탄소 농도는 산업혁명 이전의 약 280 ppmv에서 1994년의 358 ppmv으로 증가하였다. 이러한 증가는 인간활동에 기인한 것이며, 특히 화석연료의 연소뿐만 아니라 토지이용도의 변화와 상대적으로 작은 양이지만 시멘트 생산에 의한 것으로 해석하였다. 이러한 이산화탄소의 증가로 인하여 복사강제력은 +1.6 W/m² 이다. 이러한 최근의 증가에 앞서 과거 1,000년 동안의 이산화탄소 농도는 280 ppmv에서 ±10 ppmv이다(IPCC, 1995).

이 연구에서는 안면도 배경대기 지역에서 1999년 1월부터 2001년 12월까지 약 3년간 관측된 온실기체 자료중 이산화탄소 농도만을 이용하여 한반도 배경지역의 경향 분석을 실시하였다. 또한, 맑은 날과 강수가 있는 경우로 자료를 구분하여 기상현상에 따른 농도 특성을 파악하였으며 아울러 풍향에 따라 농도변화를 고찰함으로써 오염원의 기원을 해석하기도 했다.

2. 자료 및 연구방법

한반도 배경대기중의 이산화탄소 변동경향을 분석하기 위하여 세계기상기구(WMO)산하의 지구대기사업(GAW: Global Atmosphere Watch)을 수행하고 있는 안면도 지구대기감시관측소에서 생산된 연속관측 자료를 이용하였다. 이 연구의 대상 기간은 1999년 1월부터 2001년 12월까지 CO₂ 관측자료로서, 자료분석을 위하여 최초 30초 간격으로 생산된 자료로부터 시간 평균값을 구하였으며, 이를 이용하여 일 평균 또는 월평균 값으로 구한 후에 자료를 해석 및 고찰하였다. 이산화탄소 측정기기는 비분산적외선 분석기(NDIR: Non Dispersive InfraRed)로서 모델은 Ultramat 6(독일)이다. 측정 원리는 선택성검출기를 이용하여 시료 중에 있는 특정 성분에 의한 적외선 흡수량을 측정하여 그 차에 의하여 농도를 계산한다. 현재, 세계기상기구/지구대기감시(GAW) 관측망의 대부분은 가스크로마토그래피(GC)보다 비분산적외선분석기를 이용하여 이산화탄소를 측정하고 있다. 자료 분석을 위하여 통계적인 방법에 의하여 자료를 선택하였으며, 맑은 날과 강수 일로 자료를 구분하여 자료를 해석하였다. 여기에서 맑은 날은 유

해자의선 분석기를 이용하여 선택하였으며, 기상현상에 따른 농도분석을 위하여 16방위를 선택하였다.

3. 결과 및 고찰

북반구에서 대기중의 이산화탄소 농도는 시간에 따라 일 변화 경향이 있으며, 계절에 따른 특성을 보이는 것이 일반적이다. 그림 1은 1999년 1월부터 2001년 12월까지 최근 3년간 안면도 배경대기지역에서 이산화탄소의 시간별 농도 변화를 보인 것이다. 이산화탄소 농도는 일출직전인 아침 07시에 최대 농도 값을 보인 반면에 오후 16시에서 17시 부근에서 최소 농도를 보였다. 이는 식물의 광합성 작용에 기인한 것이 큰 것으로 사료되며, 5~95 percentile로 표시된 그래프를 볼 때, 시간에 따른 변동폭은 크지 않은 것으로 나타났다. 그리고 이산화탄소의 일변화가 광합성 작용에 의한 것이라면 일출직전에 가장 저 농도를 보이게 되는데 이를 명확히 진단하기 위해서는 계절에 따른 시간변화에 따른 농도 특성을 분석해 볼 필요가 크다. 따라서 그림 2에서는 계절에 따른 이산화탄소 농도 변화를 제시하였다. 그림에서 보는 바와같이 여름(7시), 봄과 가을(8시) 그리고 겨울(9시)순으로 고농도가 나타나는 시간대가 지연되었다. 그리고 여름에는 일변화 패턴이 가장 크게 나타난 반면에 식물의 광합성이 거의 없는 겨울은 시간에 따른 일변화 폭이 거의 일어나지 않음으로서 식물의 광합성에 기인하는 것임을 확인할 수 있었다.

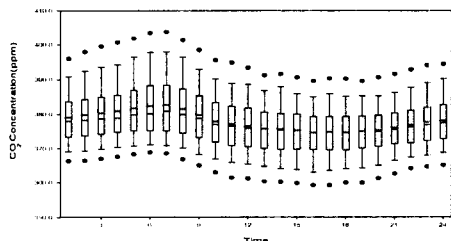


Fig. 1. Daily variation of atmospheric CO₂ at Anmyeon-do

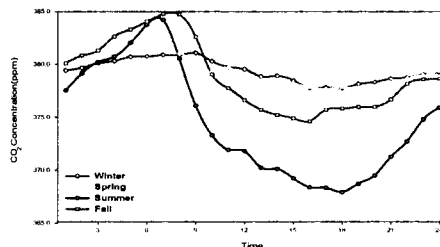


Fig. 2. Seasonally variation of atmospheric CO₂ at Anmyeon-do

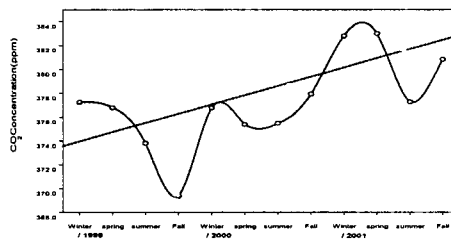
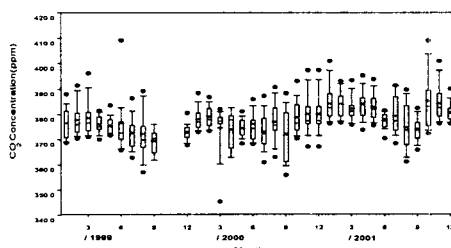


Fig. 3. Monthly variation of atmospheric CO₂ at Anmyeon-do

4. 결론

1999년 1월부터 2001년 12월까지 최근 3년간의 배경지역인 지구대기감시관측소에서 이산화탄소 변동 특성을 분석해 본 결과 다음과 같은 사실을 확인할 수 있었다. 첫째, 이산화탄소 농도는 시간변화 및 계절변화가 뚜렷하였으며, 이는 식물의 광합성 작용이 크게 작용함을 확인할 수 있었다. 둘째, 계절에 따라 고농도가 나타나는 시간이 지연됨을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 기상청/기상연구소 지구대기감시관측소 기본사업비와 과학기술부에서 시행하는 국가지정연구실 사업의 하나인 “한반도 기후변화 감시 기술개발” 연구과제(과제번호: 2000-3-193)의 일부지원으로 수행된 내용입니다.

참고 문헌

IPCC(1995), Climate Change.