

PS22(GE) 안면도에서의 대기중 이산화탄소 농도분포 Atmospheric Carbon Dioxide Distribution at Anmyon

김정식·신도식·김산·차주환

기상연구소 배경대기관측소

1. 서론

기상청에서는 지구온난화로 유발되는 환경문제에 적절히 대응하기 위하여 충남 서해안에 위치하고 있는 안면도에서 온실기체를 연속관측하고 있다. 이보다 앞서 1993년부터 전남 서해안에 위치하고 있는 무안에서 온실기체 관측시스템을 운영하고 있었으나 주변지역의 발전으로 인한 환경의 변화와 WMO에서 추진하고 있는 지구대기감시(GAW)사업이 통합되는 추세에 따라 관측조건이 좋은 안면도의 배경대기관측소로 이전하여 설치하게 되었다. 이 지역은 무안의 관측점이 반도의 중앙부에 위치하고 있어 관측점 주변지역의 영향으로 지역을 대표하는 자료를 선정하기 어려웠던 반면 본 관측점은 섬의 서쪽 바닷가에 위치하고 있어 풍계에 따른 분석을 통하여 배경대기 지역으로서 지역을 대표하는 자료를 얻는데 용이하게 되었다. 온실기체관측장비는 1997년 1월에 무안으로부터 이전되어 설치하기 시작하였으며 1998년 4월부터 시험관측을 실시하여 순차적으로 정상관측을 하였다. 또한 신장비인 비분산적외선(NDIR)분석기(Ultramat-6E, 독일Siemens)가 추가로 도입되어 연속관측의 효율을 높이게 되었다.

현재 온실기체의 관측점이 청정지역에 위치하고 있기는 하나 한반도지역 및 지형적인 특수성으로 인한 주변지역의 인위적인 활동과 식생의 변화 및 인근도시에서의 영향을 배제하여 분석하는데 어려움이 있다. 따라서 배경대기관측자료로서 세계의 다른 관측소자료와 비교하기 위해서는 일차적으로 풍향 및 풍속 등 기상자료를 바탕으로 지역을 대표하는 배경대기자료를 산출할 수 있으며 이 자료를 이용하여 온실기체의 장·단기적인 변화양상을 파악하는 것이 중요하다.

배경대기관측소에 설치된 온실기체 장비는 CO₂를 연속관측하고 있는 NDIR과 가스크로마토그래피(Gas Chromatography, HP 5890 II) 3대를 이용하여 CFC-11/12, CH₄, N₂O를 자동으로 관측하고 있다.

본 연구에서는 새로 도입된 NDIR로부터 정상관측이 시작된 1998년 7월부터 10월까지 4개월간 관측된 CO₂농도를 이용하여 기상자료에 따른 영향의 분석과 CO₂ 변동특성을 고찰하였다.

2. 분석방법

본 연구의 관측점인 배경대기관측소(충남태안군 안면읍 승연리 1764-6번지 : 위도 36° 31' , 경도 126° 19' , 해발고도 47mMSL)는 충남 서해안에 위치한 섬으로 서쪽바닷가로부터 직선거리 약 300m 떨어진 해안가에 위치하고 있으며 관측점의 주변지역은 논농사지대가 약간 존재하는 청정지역이다. 온실기체 관측을 위한 대기시료의 채취는 지상으로부터 약 15m높이인 배경대기관측소 옥상에 진공펌프를 이용하여 연속적으로 흡입하며 대기시료는 대기중의 수분을 제거하기 위하여 각각 0℃ 및 -20℃로 장치된 제습장치를 통과한 후 CO₂분석장비, 즉, NDIR(ULTRAMAT-6E)과 가스크로마토그래피(GC)로 유입시켜 자동측정하였다. NDIR장비는 분석의 정밀도를 향상시키기 위하여 미국 CMDL(Climatic Monitoring and Diagnostics Laboratory)에서 구입한 2종류의 1차 표준가스를 주기적으로 유입시켜 장비의 상태를 점검하였으며 장비의 보정은 매일 1회 실시하였다. 또한 측정된 자료는 매 30초마다 컴퓨터에 수록하도록 하였다. 매시간 별 CO₂ 측정과정은 매 1시간 중 정시부터 10분간 작업용 표준가스가 유입되고 다음 40분간은 대기시료가 유입되며 마지막 10분간 flushing을 한다. 여기에서 표준가스의 농도값 및 flushing과정에서 저장된 농도값을 제외한 대기시료만을 취하고 이 자료로부터 다시 매시간 평균값과 표준편차를 산출한 후 평균값에 대하여 표준편차를 벗어나는 CO₂ 농도값을 제외하고 분석에 이용하였다.

한편 기상측정자료는 배경대기관측소 옥상에 설치된 기상탑으로부터 측정되어 자동기상관측장비(AWS)에 10분자료로 저장된 풍향 및 풍속자료를 평균화시간 1시간자료로 재산출하여 분석에 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

1998년 7월부터 10월까지 측정된 매시간의 CO₂자료 및 기상자료를 이용하여 CO₂의 시·공간적인 특성을 나타내었다. 안면도지역에서 4개월간 매시간의 풍향과 풍속의 관계를 보면 7월에는 남동풍과 남서풍이 각각 35%, 30%로 주를 이루고 있으며 4m/s이상의 풍속이 많이 관측되었다. 특히, 남서풍의 경우 풍속이 10m/s이상인 강한 풍속이 많이 관측되는 것을 볼 수 있다. 8월은 남서풍이 전체 풍향의 45%를 차지하는 대표적인 경우로 4m/s이상의 풍속을 많이 볼 수 있으며 10m/s 내외의 풍속도 관측되고 있다. 9월은 주풍향이 북동풍으로 전체 풍계의 40%를 차지하고 있으며 대체로 풍속은 4m/s이내의 풍속등급이 많이 나타나며 북동풍과 남서풍일 때 10m/s내외의 풍속을 볼 수 있다. 10월 또한 9월과 유사하게 북동풍이 40%이상을 차지하는 주풍계이며 남서풍과 남동풍이 현저히 감소된 것을 볼 수 있으며 풍속 또한 9월과 유사하게 4m/s이내인 경우를 많이 볼 수 있다. 이와 같이 4개월을 종합해 볼 때 7월과 8월에는 남서풍계열이 많이 존재하고 지표면의 부등가열의 차이가 적은 9월, 10월보다 풍속이 강한 경우가 많이 나타났다. 풍향에 따른 주변지역에서 CO₂농도변화의 영향을 알아보기 위하여 전형적인 패턴인 1998년 8월 26부터 31일까지 6일간의 풍향에 따른 CO₂의 농도변화를 알아 보았는데 이 결과에 의하면 풍계가 동풍계열일 때 CO₂농도가 높게 나타나는 반면 서풍계열일 때 CO₂농도가 낮게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이와 같은 특징은 풍계를 8방위로 나누어 풍계에 따른 CO₂ 평균농도를 나타낸 그림 1에서도 볼 수 있다. 동풍계열과 서풍계열의 농도차이가 뚜렷이 나타나는 것은 관측점을 중심으로 북동쪽 30 - 40km 지점에 서산과 당진 등 비교적 큰 도시가 위치하고 동쪽 및 남동쪽에는 안면읍 소재지가 위치하며 북서쪽에는 태안읍 등이 위치하고 있는 등 인위적인 CO₂의 발생원이 존재하고 있어 풍향이 동풍계열일 때 높은 CO₂농도를 나타내는 반면 풍향이 서풍계열일때는 CO₂의 소모원인 해양에서 바람이 불 때 이므로 낮은 농도를 나타내는 것으로 생각된다. 한편 4개월간 CO₂농도의 일변화 패턴을 보면 짧은기간이므로 계절적인 변화 양상을 보기는 어렵지만 식물의 생장이 활발한 7,8,9월 CO₂농도의 진폭이 크게 나타나며 10월에는 그 진폭이 작아진 것을 볼 수 있다. 또한 새벽 6시 전후에 식물의 호흡작용과 낮은 혼합층고도로 인하여 CO₂농도가 높게 나타나는 것을 볼 수 있다.

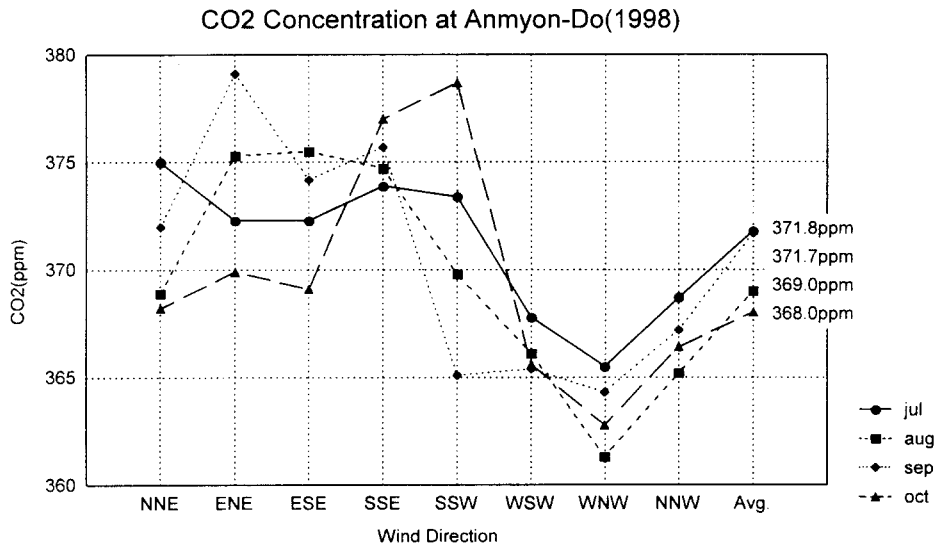


Fig. 1. CO₂ concentration on wind direction observed at BAPMoN during the period Jul. to Oct. 1998.