A-1

대기오존 및 에어로졸분포의 계절변동: 인간활동 및 성층권-대류권 물질교환의 영향

The seasonal variation of atmospheric ozone and aerosols

김 윤석, 이와사까 야스노부(岩坂泰信), 권 성안, 미야가와 코지(宮川幸治)*
나고야대학 태양지구환경연구소, 일본 고층기상대*

1. 서론

지구대기의 미량물질의 하나인 오존은 그 역할이나 영향면에서 볼 때, 아주 중요한 대기 구성 물질임에 틀림이 없다. 대기권의 오존이 밀집되어 있는 '성층권 오존층'이 태양으로부터 오는 유해한 자외선을 흡수하여 지구상의 생명을 보호하는 역할을 하는 것은 주지의 사실이다. 한편, 지표면 가까이에 분포해있는 오존은 인간활동에 의한 광화학 오염의 지표로써 사용되어 오고 있다. 특히 우리나라의 경우 근래 급격한 자동차의 급증으로 인해 광화학 오염의 가능성이 점차 증대되고 있다고 할 수 있다.

전부터 연구자들은 특히 봄철에 지표면 부근에서 오존이 증가한다는 점에 주목, 이시기에 성층권으로부터 대류권으로의 오존의 유입의 가능성을 지적해 왔다. 본연구에서는 일본 쯔꾸바에서의 오존존데(ozone sonde)데이터와 토요카와(豊川; 나고야에서 동남쪽으로 약 80km)에서의 라이다(LIDAR; LIght Detecting And Ranging)관측 데이터를 해석하여 대기오존과 에어로졸의 분포와 변동에 대해 고찰해보고자 한다.

2. 대기 에어로졸층의 라이다(lidar)관측

라이다의 기본원리는 레이저의 빛을 지상에서 위로 쏘아 올려 산란체(에어로졸, 구름등)에 의해 반사되어 되돌아오는 빛의 신호를 수신하여 그 산란체의 농도와 성상 등을 알아내는 것으로, 요즈음에는 에어로졸 뿐만 아니라 대기의 온도와 바람까지도 관측이 가능한 라이다가 등장하여 그 관측 가능범위를 넓혀가고 있다. 본연구에 사용한 라이다는 Nd-YAG레이저의 제2주파수(532nm)의 빛을 사용한 것으로 에어로졸의 농도는 산란비(scattering ratio)로써 나타내어 진다.

3. 해석결과 및 고찰

그림1은 90년부터 95년까지의 쯔꾸바 상공에서의 오존의 시간 및 고도에 따른 분포도이다. 그림에서 20km보다 위쪽의 오존의 변동은 이번 연구에서는 논외의 대상이다. 권계면 고도 근처에 주

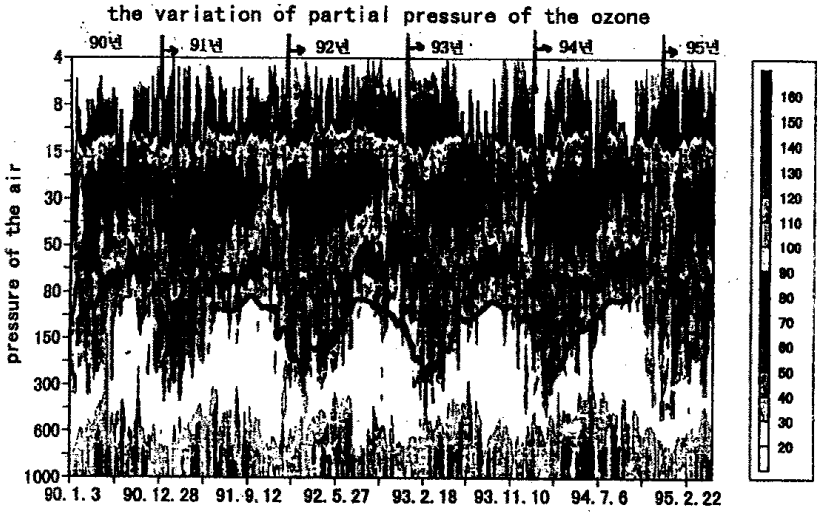

그림1. 쯔꾸바 상공에서의 오존의 시간 및 고도에 따른 분포도. 수치는 오존의 부분압(10^{-6} hpa)이고, y축은 대기의압력(고도에 해당), 그림 중앙에 있는 굵은선은 본인이 입수 가능했던 시기의 대류 권계면의 고도를 나타낸다.

목하여 그림을 보면, 권계면의 고도변화와 함께 오존농도도 변화해 가는 것이 눈에 띄인다. 특히 늦겨울에서 봄철 에 해당하는 시기에 오존은 권계면을 넘어 대류권까지 퍼져 있음을 알 수 있다. 다음 그림2에 나타낸 것은 지표에서 비교적 가까운 0-5km 까지의 오존의 양과 5-10km까지의 오존의 양의 비를 월별로 평균한 것이다. 수치가 커질수록 지표근처의 오존의 영향이 커짐을 나타낸다. 늦겨울인 2월에 최저치를 나타내고, 그 이후 점차 증대하는 것은 성층권 오존층의 대류권으로의 유입의 결과라고 가정해 볼 수 있다. 그러나, 이 그림에서 유의해야 할 점은 여름철에 수치가 줄어들지 않고, 오히려 9월에 최대치를 보이고 그 이후 줄어간다는 점이다. 이것은 여름철에는 성층권으로부터의 효과가 아니라, 인간활동에 의한 광화학 오염의 가능성이 크다는 것을 예상할 수 있다.

그림3은 봄철의 성층권에서 대류권으로의 물질교환 가능성에 대해 좀 더 나은 설명을 제공해준다. 이 그림은 91년 6월의 필리핀의 피나튜보(Pinatubo)화산의 분화 후에 발생한 성층권의 화산성 에어로졸층에 대한 3년간의 라이다 해석결과이다. 여기서도 그림1에서와 같이 15km 보다 위쪽인 성층권 영역은 논외로 한다. 그림을 보면, 역시 주로 봄철을 중심으로 에어로졸층이 대류권까지 퍼져있음을 알 수 있다. 화산분화로 인해 성층권까지 유입된 에어로졸이 특히 봄철에 대류권영역까지 유입한다는 것은, 이시기에 오존뿐만 아니라 전체적으로 성층권과 대류권의 물질교환이 두드러진다는 것을 나타낸다고 할 수 있다.

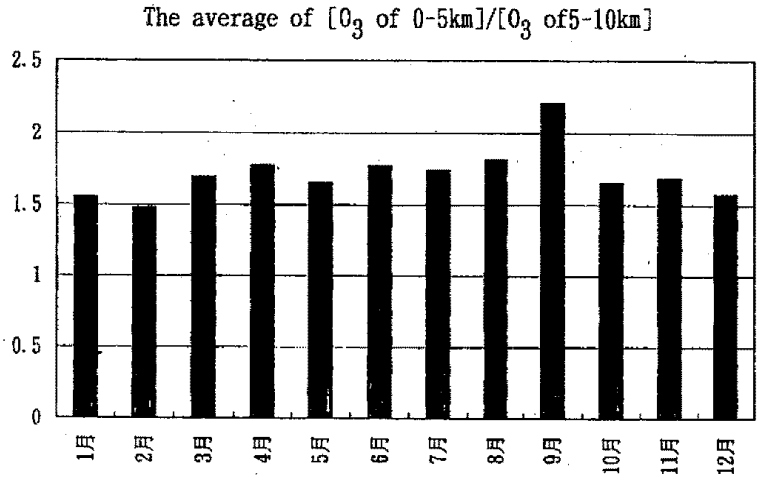

그림2. 월평균한 0-5km까지의 오존량과 5-10km까지의 오존량의 비. 기간은 90년에서 95년까지이고, 각각의 양은 돕슨단위로 표시되는 양이다.

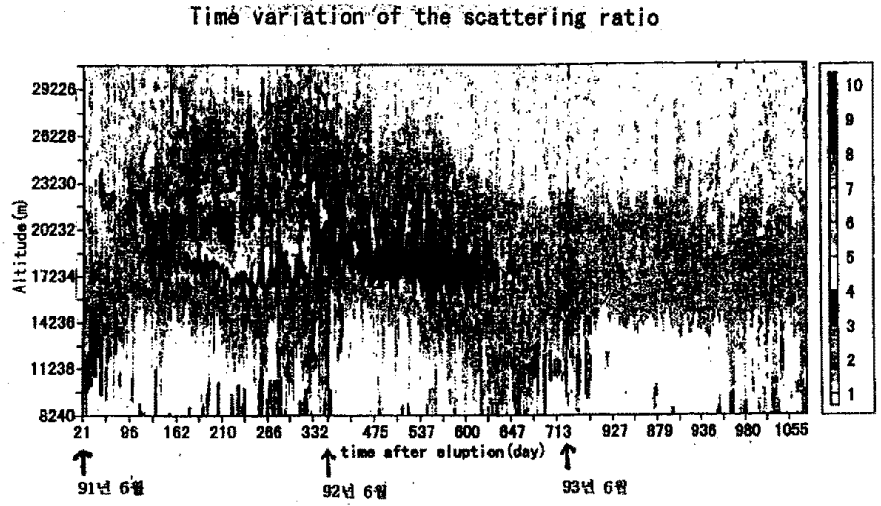

그림3. 필리핀의 피나튜보 화산의 분화 후, 토요카와의 라이다로 관측한 고층의 에어로졸의 분포도. x축은 91년 6월 의 분화일로부터의 경과 일수이다.