

PS26(MA29) 라이다와 위성자료를 이용한 에어로졸 공간분포 해석(I) Spatial Analysis of Atmospheric Aerosol Particles with Lidar and Satellite(I)

권성안, 김윤신, 정경훈, 황순용, 이은규, 岩坂泰信¹⁾

한양대학교 환경 및 산업의학연구소, ¹⁾일본 나고야대학

1. 서론

전세계적으로 온실기체에 의한 지구온난화 문제가 대표적 환경과피현상으로써 크게 주목받고 있는 현실이다. 이러한 온난화에 기여하는 주요 인자로 H₂O, CO₂, 오존, 에어로졸 등이 알려져 있으며, 각국에서는 이들 물질의 발생 및 순환 메커니즘 등을 규명하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

그중 에어로졸은 산란과 흡수에 따른 방사효과가 지구온난화 영향인자 중의 하나로써 주목받고 있다. 에어로졸의 방사효과에는 태양방사를 산란·흡수하는 직접효과와 함께 구름입자의 응결 핵이 되면서 구름의 광학적 성질을 변화시키는 간접적 효과가 있다. 이러한 에어로졸이 태양방사를 효과적으로 산란·흡수하여 지표면에 도달하는 태양 방사량을 조절함으로써 여러 온난화 영향인자들의 발생 및 순환메커니즘에 영향을 미치고 있는 것으로 알려져 있다.

그러나 현재까지 세계적으로 대류권 에어로졸의 분포를 체계적으로 관측한 결과는 드물고, 이를 종합적 해석 예를 찾아 볼 수 없는 상태이다 따라서 대기의 환경 과학적 성질을 연구할 때에 많은 제한이 따른다.

본 연구는 에어로졸의 공간분포특성을 규명하기 위하여 대륙에서 기원하는 황사에어로졸을 중심으로, 라이다와 위성자료를 연계한 에어로졸의 공간분포 추출방법을 개발하고 이를 토대로 동북아시아 지역의 대륙기원물질 장거리 이동 및 확산 메커니즘을 규명하는 것을 목적으로 한다. 본 회에는 라이다와 위성자료를 연계한 에어로졸의 공간분포의 추출방법을 소개하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구는 1994년의 일본 나고야대학의 라이다(Nd:YAG 레이저광을 이용한 라만라이다로 1064, 532, 355 nm의 3개 파장을 사용하였고, 직경 1 m의 망원경을 이용하여 수직분해능 : 50 m간격으로 수신) 관측자료를 기초로 하여 통계적 해석방법인 판별분석을 실시하여 에어로졸의 특성을 도출한 후, 실제 관측프로파일에서 각 에어로졸층의 고도특성을 조사한 후, 대표적인 황사에어로졸층을 추출한 후, 동일 시간대의 위성자료(GMS-5의 가시광선)중 관측지점에서 감지된 가시광선의 감지대역특성을 조사하여 황사에어로졸층의 특정 감지대역을 분리한 후, 이를 이용하여 위성자료중의 황사에어로졸층을 추출하였다. 추출결과에 대한 검정은 계속적인 라이다 관측과 샘플링을 통한 결과를 이용하여 비교 검토하였다.

Table 1. Aerosol particle types in the free troposphere by the discriminant analysis¹⁾

타입	비율(%)	산란비	편광소멸도	상대습도
(1) 대류권 청정 에어로졸	49.83	13.04±11	0.016±0.005	6.3± 7.1
(2) 구름	1.29	265.29±81	0.067±0.008	34.4± 8.1
(3) 강한 황사 에어로졸	9.58	53.63±26	0.075±0.012	15.3±16.8
(4) 약한 황사 에어로졸	27.41	23.08±12	0.035±0.011	14.8± 9.8
(5)변질가능 황사 에어로졸I	5.89	79.58±21	0.044±0.007	20.5±13.3
(6)변질가능 황사 에어로졸II	5.99	5.81± 3	0.017±0.019	56.6±23.9

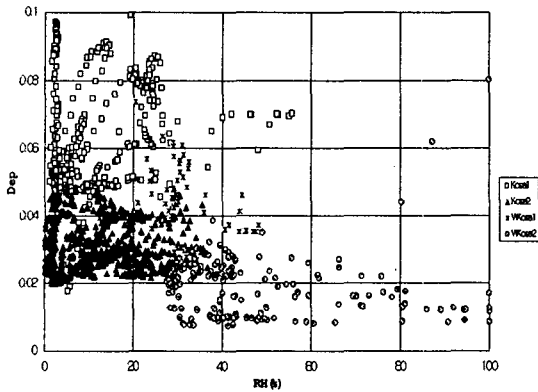


Fig. 1 Distribution of aerosol types in atmosphere

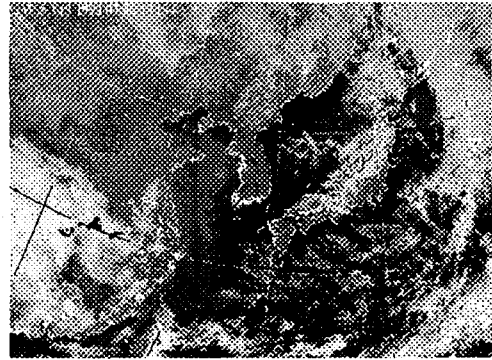


Fig. 2 GMS-5 visible data at 12:00 Jan. 26 1999

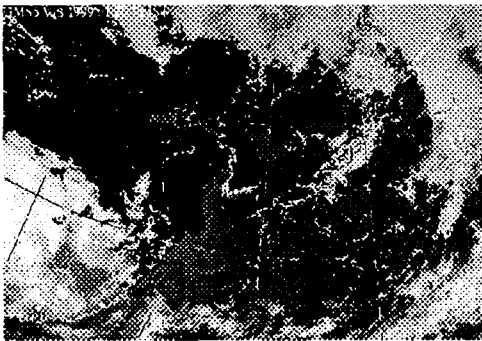


Fig. 3 GMS-5 visible data at 12:00 Jan. 26 1999(black color: Yellow sand layers)

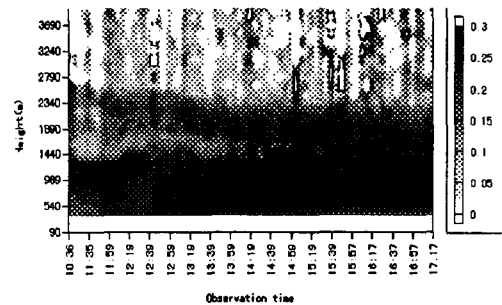


Fig. 4 Distribution of Depolarization ratio in Seoul, Jan. 26 1999

3. 결과 및 고찰

표 1은 라이다에 의하여 관측된 자료를 판별분석한 결과로 각 에어로졸의 특성을 나타내고 있다. 이 결과를 보면 대기 중에는 대표적으로 6가지 종류의 에어로졸층이 존재하고 있는 것으로 예상되며, 그 중에서 Type 1은 일반적으로 자유대류권내에서 존재하는 청정 에어로졸로 예상되며, Type 2는 구름, Type 3은 강한 황사, Type 4는 약한 황사, Type 5는 변질가능 황사 에어로졸로써 Type 3과 4의 중간적 혼합상태로 예상되며, Type 6은 변질가능 황사 에어로졸로 사료된다. 이들중 황사 에어로졸의 특징을 살펴보면 그림 1과 같으며, 불규칙한 형태의 황사 에어로졸이 상대습도가 증가함에 따라 점점 구형의 에어로졸로 변화하는 것을 볼 수 있다.

그림 2와 3은 하나의 사례결과로 1999년 1월 26일 한반도지역에 황사가 관측되었던 시기의 GMS-5의 가시광선 자료이다. 그림 2는 원자료를 나타내고 있고, 그림 3은 원자료위에서 황사층을 추출하여 검정색으로 나타낸 사진이다. 이 결과에 따르면 중국 고비사막지역에서 발생한 황사층이 황해와 한반도 전역에 걸쳐 이동하고 있는 것을 알 수 있다.

그림 4는 위성자료에서 판독된 황사층의 유무를 검증하기 위하여 한양대학교 라이다로 같은 날 10시부터 오후 5시까지 관측된 편광소멸도의 분포로써 지상으로부터 고도 약 2 km까지 두터운 황사층이 존재하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

이러한 분석방법은 황사현상시의 에어로졸층의 분포규모 및 이동특성 등을 예측할 수 있을 뿐만 아니라 좀더 구체적인 대류기원물질 장거리 이동 및 확산 메커니즘을 규명할 수 있는 가능성을 제시하므로써 대기의 환경 과학적 성질을 연구하는 데 도움이 될 것으로 사료된다.