

寒冷前線の通過に伴って中部山岳風下側に飛来した黄砂の挙動

常松 展充 [1]; 岩井 宏徳 [2]; 石井 昌憲 [3]; 安井 元昭 [4]; 村山 泰啓 [5]; 水谷 耕平 [6]
[1] N I C T ・ 環境情報; [2] 情通機構; [3] 情通研; [4] N I C T; [5] NICT; [6] 通総研

Behavior of airborne Asian dust in the lee side of the Japan Alps associated with the passage of a cold front

Nobumitsu Tsunematsu[1]; Hironori Iwai[2]; SHOKEN ISHII[3]; Motoaki Yasui[4]; Yasuhiro Murayama[5]; Kohei Mizutani[6]

[1] Environmental Sensing and Network Group, NICT; [2] NICT; [3] NICT; [4] NICT; [5] NICT; [6] CRL

Dust storm outbreaks in the Gobi Desert and the Taklimakan Desert are the main source of Asian dust, which has a bad influence on atmospheric environment in East Asia. Therefore, the mechanisms of the dust storm outbreaks have been investigated by many previous studies (e.g., Shao et al., 2002; Tsunematsu, 2005; Tsunematsu et al., 2005). Asian dust frequently damages the urban infrastructures in China and Korea. In the Tokyo metropolitan area, the influence of Asian dust on the infrastructure is weak. However, Tsunematsu et al. (2006) showed that Asian dust can modify meteorological conditions in the metropolitan area, thereby influencing the atmospheric environment such as the concentration of anthropogenic pollutants.

Coherent Doppler lidar observations were performed in Tokyo during the period from 1 April to 2 April 2007 when a heavy Asian dust event was observed over Japan. Doppler lidar is a very useful instrument for observations of the behavior of Asian dust because it can measure aerosol-scattered light and line-of-sight velocities of aerosol simultaneously. Results of the observations show that the airborne Asian dust was transported to the east by strong westerly winds that prevailed at altitudes above 1 km mean sea level (MSL) with velocities of 20~30 m/s. Whereas, weak winds and weak backscattered light were observed in the planetary boundary layer. The strong westerly winds aloft and weak winds in the planetary boundary layer were reproduced by numerical simulations by use of a regional meteorological model, RAMS (the Regional Atmospheric Modeling System).

Satellite images and results of meteorological analyses show that the airborne Asian dust moved to Japan with an extratropical cyclone and then arrived over Tokyo with the passage of a cold front. Results of the Doppler lidar observations show the Asian dust passing at altitudes above 1km MSL above Tokyo without falling to the planetary boundary layer. Warm west-to-southwesterly winds prevailing ahead of the cold front are blocked by the Japan Alps, and therefore a region of stagnant air that is colder than the warm winds is formed in the lee side of the Japan Alps, i.e., the western part of the Tokyo metropolitan area (Yoshikado et al., 1994). The warm winds that proceeded across the Japan Alps blow over the stagnant cold air, producing a strong inversion above the metropolitan area. There is a possibility that the strong inversion prevented the Asian dust from falling. The effect of the Japan Alps on meteorological conditions is considered to be an important factor in determining the behavior of Asian dust over the metropolitan area.

(References)

Shao, Y., E. Jung, and L. M. Leslie, Numerical prediction of northeast Asian dust storms using an integrated wind erosion modeling system, *J. Geophys. Res.*, 107(D24), 4814, doi:10.1029/2001JD001493, 2002.

Tsunematsu, N., Observed dust storm in the Taklimakan Desert on April 13, 2002, *Scientific Online Letters on the Atmosphere (SOLA)*, 1, 21-24, 2005.

Tsunematsu, N., T. Sato, F. Kimura, K. Kai, Y. Kurosaki, T. Nagai, H. Zhou, and M. Mikami (2005), Extensive dust outbreaks following the morning inversion breakup in the Taklimakan Desert, *J. Geophys. Res.*, 110, D21207, doi:10.1029/2005JD005994.

Tsunematsu, N., T. Sakai, and T. Nagai, 2006: Strong capping inversion over the Tokyo metropolitan area associated with airborne Asian dust. *Geophysical Research Letters*, 33, L19806, doi:10.1029/2006GL026645.

Yoshikado, H., T. Mizuno, and S. Shimogata (1994), Terrain-induced air stagnation over the southern Kanto Plain in early winter, *Boundary Layer Meteorol.*, 68, 159-172.

ゴビ砂漠とタクラマカン砂漠において発生する砂塵嵐は、東アジア一帯に悪影響を及ぼす黄砂の主要な発生源であり、数多くの先行研究によって、その発生メカニズムが調査されてきた（例えば Shao et al., 2002; Tsunematsu, 2005; Tsunematsu et al., 2005）。黄砂は、中国や韓国の首都機能に対して大きな打撃を与えるが、東京に対してはその都市機能に打撃を与えるほどではない。しかしながら、東京圏上空に飛来した黄砂が気象場を変質させ、間接的に東京圏の大気環境に影響を及ぼすことを指摘する研究もある（Tsunematsu et al., 2006）。東京圏の人口は3400万人と非常に多いため、黄砂による大気環境への影響が間接的であったとしても、それによる人間生活への影響は無視できない。

日本全国で黄砂が観測された2007年4月1日~2日、東京都小金井市にある情報通信研究機構本部の敷地内において、コヒーレントドップラーライダーによる黄砂を対象とした観測を行った。ドップラーライダーは、風の視線方向速度と大気中のエアロゾルによる散乱を同時に観測することができるため、黄砂の挙動を研究する上で、非常に有効な観測手段である。この観測の結果、東京上空を高速で飛来する黄砂を直接的に観測することに成功した。黄砂は、海拔高度1kmよりも上空で吹く強い西風によって、時速100kmに達する速度で東京上空を流されていた。一方、海拔高度1km以下の大気境界層内においては、黄砂による散乱が認められず、また風の弱い状態にあった。上空の強い西風と大気境界層内

の弱風は、領域気象モデル RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) を用いた数値シミュレーションにより再現され、それによって観測事実の正当性が確認された。

衛星画像や気象解析の結果から、4月1日の黄砂は、温帯低気圧に伴われて飛来し、寒冷前線が日本列島を通過した際に、中部山岳上空から東京圏上空へ飛来してきたとみられる。ドップラーライダー観測結果から、飛来した黄砂の多くが地上に達することなく海拔高度 1km よりも上空を通過していったことがわかった。これは、寒冷前線の前面において、中部山岳の風下側に相対的に寒冷な気団から成る "よどみ域" が形成されたため、東京圏の対流圏下層に安定層が形成され、黄砂の地上付近への落下が妨げられたためとみられる。寒冷前線の前面においては、中部山岳の風下側にそのような "よどみ域" が形成されることが先行研究から分かっている (例えば Yoshikado et al., 1994)。東京圏における黄砂の挙動を調査する上では、中部山岳等の地形による気象場への影響を考慮する必要があるといえる。

(引用文献)

Shao, Y., E. Jung, and L. M. Leslie, Numerical prediction of northeast Asian dust storms using an integrated wind erosion modeling system, *J. Geophys. Res.*, 107(D24), 4814, doi:10.1029/2001JD001493, 2002.

Tsunematsu, N., Observed dust storm in the Taklimakan Desert on April 13, 2002, *Scientific Online Letters on the Atmosphere (SOLA)*, 1, 21-24, 2005.

Tsunematsu, N., T. Sato, F. Kimura, K. Kai, Y. Kurosaki, T. Nagai, H. Zhou, and M. Mikami (2005), Extensive dust outbreaks following the morning inversion breakup in the Taklimakan Desert, *J. Geophys. Res.*, 110, D21207, doi:10.1029/2005JD005994.

Tsunematsu, N., T. Sakai, and T. Nagai, 2006: Strong capping inversion over the Tokyo metropolitan area associated with airborne Asian dust. *Geophysical Research Letters*, 33, L19806, doi:10.1029/2006GL026645.

Yoshikado, H., T. Mizuno, and S. Shimogata (1994), Terrain-induced air stagnation over the southern Kanto Plain in early winter, *Boundary Layer Meteorol.*, 68, 159-172.