

AAS022-07

会場:104

時間:5月25日 10:00-10:15

対流混合層に生じる Dust Devil の LES Large Eddy Simulation on Dust Devils in Convective Mixed Layers

伊藤 純至^{1*}, 新野 宏¹, 中西 幹郎²

Junshi Ito^{1*}, Hiroshi Niino¹, Mikio Nakanishi²

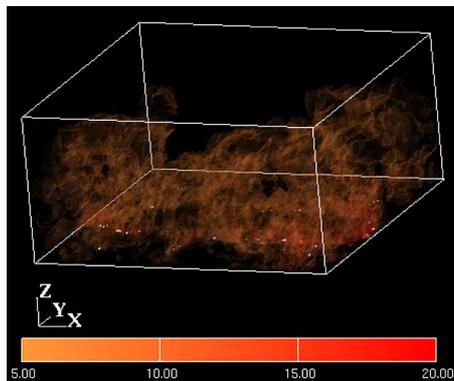
¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 防衛大学校

¹AORI, The University of Tokyo, ²National Defense Academy

晴天時の日中、大気下層では日射により加熱された地表面から大気への顕熱フラックスにより、成層が不安定になり、活発な乱流状態の対流が卓越する対流混合層が形成される。対流混合層では Dust Devil (塵旋風) とよばれる小スケールの強い鉛直渦が発生し、強い接線風速により舞い上げられたダスト粒子によって可視化される。Dust Devil は地球だけでなく、火星でも観測されるため、乱流状態にある対流混合層における普遍的な構造であると考えられる。対流混合層の特徴的な構造である網目状の対流セルや混合層上部でのエントレインメントなどは、LES(ラージ・エディ・シミュレーション)を用いることで、従来から再現されてきた。近年は高解像度の LES を利用することで、対流混合層中の Dust Devil を再現する試みが行われてきている。著者らは LES により、Dust Devil に対応する渦を再現し、Dust Devil の形成メカニズムを調べた(伊藤ら、2010 連合大会)。本発表では、1) Dust Devil の強さと対流混合層内の対流の強さとの関係、2) Dust Devil が舞い上げるダスト粒子量の見積もりについて報告する。

本研究では、初期に安定成層をした静止状態にあり、一定のヒートフラックス Q を与えたときの対流混合層の発達を格子間隔が 50m の LES で再現した。このとき対流の強さは対流速度 $w_c = (ghQ/T_0)^{1/3}$ でスケールされる。ここで g は重力加速度、 h は対流混合層の高さ、 T_0 は基準温度である。対流速度と、地表付近の水平断面での鉛直渦度の最大値 $Zeta_{max}$ (Dust Devil に対応)の間には Q の大きさに関わらず、 $Zeta_{max} \propto w_c$ という関係があり、Dust Devil の鉛直渦度は w_c と共に大きくなることがわかった。

対流混合層では一様風が全く無い状態であっても、Dust Devil や対流運動に伴う強い水平風が地表面付近に存在するため、ダスト粒子が舞い上げられ、対流混合層全体に拡散することが考えられる。このような無風状態で日変化する対流混合層に浮遊するダスト粒子濃度の見積もりを行うために、格子間隔が 20m の LES に、ダスト粒子濃度を新たに変数として導入し、Loosmore and Hunt (2000) の実験式により地表面ダストフラックスを与える計算を行った。計算の結果、ダスト濃度は Dust Devil に対応する渦があるような領域付近で大きくなり(図参照)、発達した対流混合層内には平均的には 10^{-5}g/m^3 程度の濃度のダストが鉛直一様に存在するという結果が得られた。さらに、もし同じような気象条件が続けば、舞い上がったダスト粒子が大気中に滞留し続けることで、7 倍程度大きい濃度が出現する可能性が示された。



キーワード: ダストデビル, 塵旋風, 鉛直渦, 対流混合層, ラージ・エディ・シミュレーション

Keywords: dust devil, vertical vortices, convective mixed layer, large eddy simulation