

火星の夏期南極域における大気ダストの変動

伊藤 裕子（東大理）、今村 剛（ISAS/JAXA）、中村 正人（ISAS/JAXA）

研究背景と目的

火星大気中にはダストが存在し、風によって巻き上げられていることが知られている。またダスト量は季節によって変動し、特に南半球の春から夏にかけて増加するためこの時期のダストの振る舞いは重要と考えられている。先行研究より、夏の南極付近においてダストストームは極冠の縁に沿って発生しており、特に東経 270° 付近で多発していることが観測されている。一方、同時期において赤域における光学的厚さの全球分布より、ダストは南極付近に東西方向に広がっていることが観測されている。このことの1つの解釈は、夏の南極付近の特定地域において多発するダストストームにともなって大気中に巻き上げられたダストが東西方向に広がっていくというものである。

本研究は夏の南極域におけるこのような大気へのダスト供給の時空間変動を明らかにすることを目的とし、ダストの光学的厚さの東西分布を解析した。

解析手法

米国火星探査機 Mars Global Surveyor (MGS) に搭載されている赤外分光計 Thermal Emission Spectrometer (TES) による観測から得られた、ダストの光学的厚さと大気温度の高度分布のデータを用いて解析を行った。今回は東西方向に非一様な現象に着目しているため、各緯度帯における東西の帯状平均からの差分である擾乱成分を求め時系列に並べたホフメラー図を作成し、ダストの光学的厚さの時空間変動について調べた。

結果

3 火星年にわたり共通する構造が見られた。夏至付近($L_s = 255-265^\circ$)において、東経 $180-270^\circ$ 付近でダストが増大し、東経 90° 付近まで西へと移動する構造が見られる。移動する構造の速度は東から西に約 3m/s である。また移動する構造は 10-20 日程度で繰り返し現れている（図 1）。

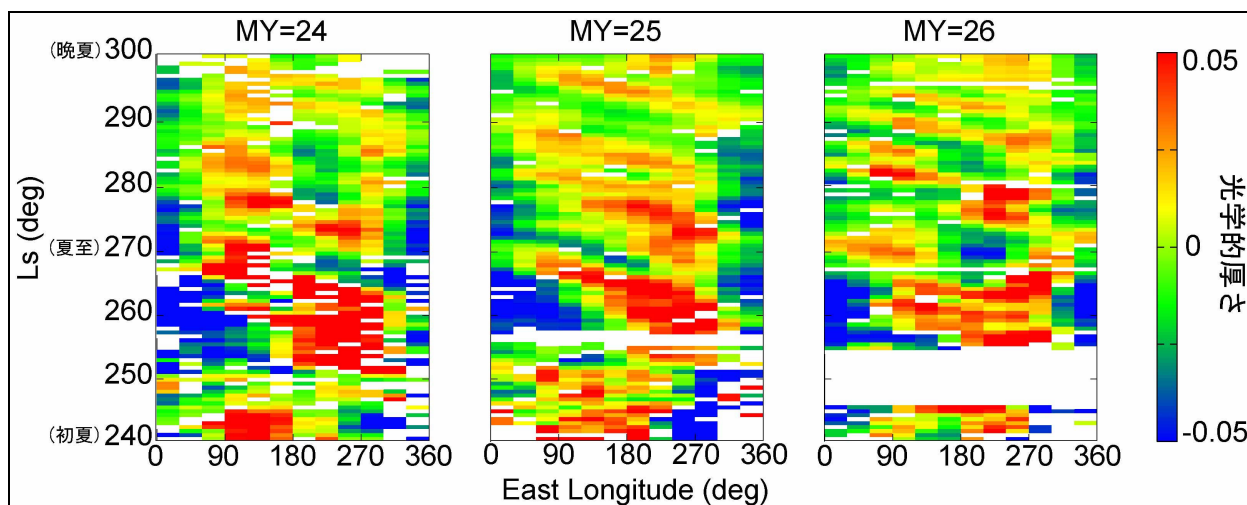


図 1：南緯 70-80° の緯度帯での南半球の夏期 ($L_s=240\text{-}300^\circ$) におけるダストの光学的厚さの擾乱成分のホフメラー図。MY(Mars Year)24-26 の 3 火星年分を示した。 L_s は火星の季節を表す。

考察

ダストと温度分布を比較したところ、準周期的に移動する構造は温度分布ではダストほど明瞭ではなく、経度方向に固定された構造のほうが強い。この構造は極冠の位置と良い相関があると考えられる。全体から経度に固定された構造を差し引くと、東へ移動する構造が見られた。ダストと温度では移動の向きが異なるため、西向きのダストの移動は西向きに伝播する波動に乗ったものではなく背景の東西流に流されているものと考えられる。またダスト沈降の時定数は 10 日程度とされている。この現象は東経 270° 付近で巻き上げられたダストが西向きに 10 日程度で運ばれていることを示唆している。

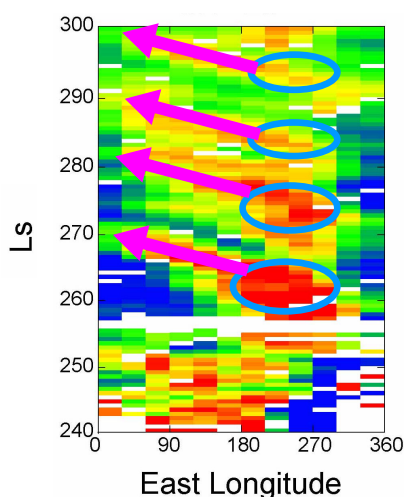


図 2：移動する構造の解釈。○印の地域で、準周期的にダストの巻き上げがおこり、巻き上がったダストが西向きに移動していく。

ダスト巻き上げのメカニズムとして、鉛直対流不安定が生じているかどうか、TES による温度データを用いて異なる高度間の温位差から評価した。鉛直方向の温位差とダスト量の関係を調べたところ、ダスト量の変化が大気の安定度に影響していることが示された。また、準周期的な巻き上げについて検討したところ、安定度の変化がダストの増減を引き起こすという因果関係は見出せなかった。一方、極冠の CO₂ 氷と太陽光で熱せられた地表面との温度差に起因した水平対流発生の可能性もある。南極冠の形状は夏至にかけて縮小し、南緯 70-80° では東経 180-270° 付近には極冠の縁が存在している。よってダスト巻き上げの経度である東経 270° 付近において水平対流が発生しダストが巻き上がる可能性がある。

MGS/TES で観測された光学的厚さのデータからダスト分布の変動を求めた。その結果、夏の南極付近において東経 270° 付近から 10-20 日周期でダストが増加し、西向きに移動する現象を発見した。この現象は夏の南極付近において特定地域で準周期的に巻き上がったダストが、背景の風により西向きに流されていると解釈できる。ダストの巻き上げは、鉛直・水平対流いずれの可能性もあることが示唆された。