

火星に発生した大規模ダストストーム

熊本県立第一高等学校 地学部

三角眞子、岡田和歩、三宅杏佳、茂幾理生、高嶋桃羽
飯田美羽、小玉佳路、津川真由、藤本風砂、上田凛々花、大山莉央、三村泰誠

(1) 研究の目的

これまでの私たちの研究で2018年と2020年の南極冠の観察結果から、火星に発生した大規模ダストストームが大気を温めて極冠の縮小を促進させることがわかった。本研究の目的は、大規模ダストストームが火星大気を温める仕組みをモデル実験によって調べることである。

(2) 研究の方法

ダストストーム中のダスト成分について検討をした。綿状の素材であるロックウールやグラスウール、スチールウールを使用し、それぞれ密度を変えた3種類のモデルを作成して簡易日射計に載せて実験を行った。白熱電球により放射を加え、日射計の水タンクの温度計と赤外線放射温度計を用いて、火星表面とダスト上層部の上昇温度を観測した。

○実験の手順

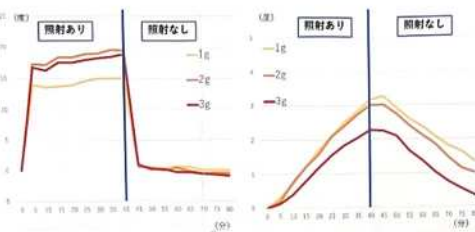
グラスウール、ロックウール、スチールウールの厚さを2cmに揃え、質量を1g、2g、3gを変えて、ダストの密度が異なる9種類のモデルを作成した。また、簡易日射計と赤外線放射温度計を用いて温度を測定した。それぞれのモデルに白熱電球を40分照射し、その後白熱電球を消してさらに40分の温度変化を5分ごとに観測した。以上の観測を5回繰り返し平均し、結果よりグラフを作成した。

太陽放射で80分の照射は不可能だったため、白熱電球を使用した。

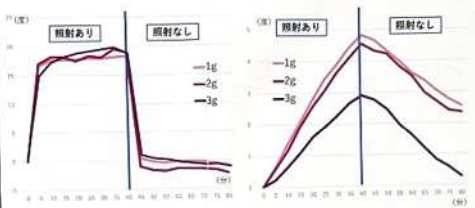


(3) 研究結果

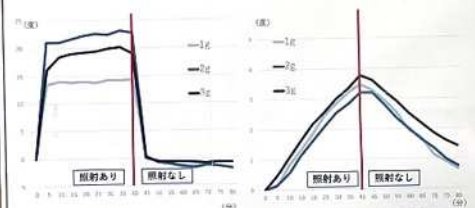
(3) 研究結果



《グラスウール》ダストの上層部(左)と地表面(右)の上昇温度
1gのモデルの温度が1番上昇している。最大で3.2度の温度上昇が見られる。



《ロックウール》ダストの上層部(左)と地表面(右)の上昇温度
1gのモデルの温度が1番上昇している。最大で4.8度の温度上昇が見られる。



《スチールウール》ダストの上層部(左)と地表面(右)の上昇温度
1gのモデルの温度が1番上昇している。最大で3.7度の温度上昇が見られる。

(4) 考察

モデル上層部では、実験開始から5分ほど経過すると、ダスト表面に入射するエネルギー量と赤外放射によって放出されるエネルギー量が等しくなる。熱平衡の状態となり、上昇温度が一定となる。ウールの表面が平面ではないため、数ミリの違いで誤差が出てしまう。そのため、正確な数値が測定できないなど課題が多く、詳しい考察することができなかった。

各素材で火星表面の温度が最も上昇したのはロックウールで、密度が最も小さいモデルである。また、ロックウールとグラスウールのモデル表面の色の平均を取り、RGB値をもとに輝度値を調べたところ、ロックウールでは158.6、グラスウールでは160.0だった。このことから二つのモデル表面の赤外放射量はほとんど差がなく、表面の温まり方にはほとんど差がないと考えられる。

よって、ロックウールは温室効果をもたらしたといえる。このことから、温室効果をもたらしたダストのモデルとしてロックウールが最も適当であったといえる。



輝度値の比較

また、右上の表から火星地表面の成分とグラスウールではSiO₂の含有量は似ているがMgOやFeOではロックウールの方が、成分に近いことがわかる。よって、温室効果は、MgOやFeOなどの物質に関係する事がわかった。これらの物質は火星表面にも多く存在する。ロックウールで最も密度が小さいモデルの温度上昇が大きくなった。したがって、ダストストームは、ダストの密度が小さい場合に温室効果が大きくはたらく、密度が大きくなると日傘効果となる。しかし、ダストが全くないと温室効果はない。

スチールウールのみ密度が大きいモデルで温度上昇が大きくなったのは、スチールウールが鉄100%でできているため熱伝導率が高いことが原因だと考えられる。また、ダストストームが鉄100%から成るとは考えにくい。スチールウールはダストのモデルとして適当ではなかったといえる。また、スチールウールを酸化させたモデルを作成しようと試みたが、酸化鉄は脆く、綿状の状態を保つことが出来なかったため、今回は実験に使用できなかった。

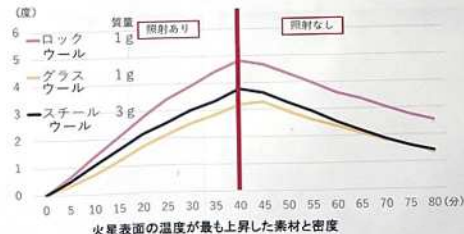
考察をまとめると以下になる。

- 温室効果をもたらすダストのモデルとして最適な素材はロックウールである
- ダストによる温室効果には、火星表面に存在するMgOやFeOがダストに多く含まれることが関係している
- 温室効果をもたらすダストストームの密度は小さい
- スチールウールは素材に適さない

(5) 参考文献

JFE ロックファイバー株式会社
<https://www.jfe-rockfiber.co.jp/about/>

画像処理ソフト GIMP
<https://www.gimp.org/>



火星表面の温度が最も上昇した素材と密度

	火星表面	ロックウール	グラスウール	スチールウール
化学組成(重量%)				
SiO ₂	49~60	35~45	55~72	—
CaO	6~9	20~40	3~8	—
Al ₂ O ₃	16~17	10~20	1~7	—
B ₂ O ₃	—	—	0~12	—
MgO	3~6	4~8	2~4	—
R ₂ O	—	—	10~18	—
Fe	—	—	—	100
Fe ₂ O ₃	3~5	0~10	—	—
BaO	—	—	0~6	—
ZnO	—	—	0~5	—

火星表面と各素材の化学組成(重量%)

火星表面と各素材の化学組成(重量%)
火星表面と各素材の化学組成は似ているがMgOやFeOではロックウールの方が、成分に近いことがわかる。