

火星極冠の消長

～極冠消長から解る大気循環とダストストームの影響～

熊本県立第一高等学校 松本莉菜子(3) 共著者 松川竜也(3)、豊田龍暉(3)、楠本涼太(3)、前田鮎舞(3)、竹中実玖(3)、西 愛莉(3)、本田楓望(3)、高橋朋花(3)、立川朋佳(3)、木村莉子(3)、本田紗花(3)

はじめに

私たちは 2018 年、火星南極冠の縮小とその原因について研究した。2019 年度は 2003～2019 年の精細な火星の画像を使った調査から、火星の一年を通した南北両極冠の面積変化を調べ、火星の極が受ける太陽放射エネルギー量と火星大気圧の変動とを比較して、極冠の消長及びその原因を考察する。また、2018 年に火星で発生した大規模なダストストームの影響も明らかにする。

研究の方法

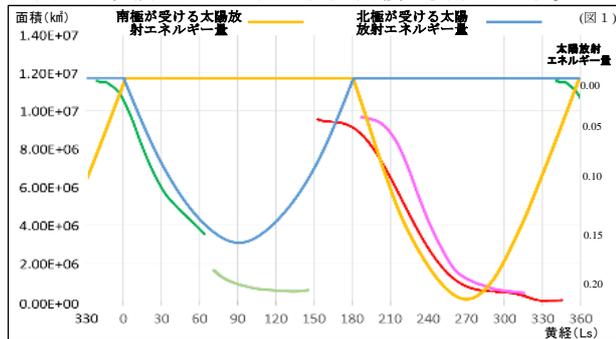
2003 年以降の精細な火星画像から、火星の一年を通した両極冠面積を、中央経度を揃えて測定する。極冠を円と仮定して火星中心から計った極冠の角距離を 5 回ずつ測り、面積を求めた。極冠の面積変化と極が受ける太陽放射エネルギー量、火星探査機による火星大気圧の変動とを比較し、火星の一年間の、極冠消長を推測する。

結果

極冠は真円ではなく、極点からずれて広がっており、極冠の大きさを正確に測定するため、中央経度を揃えて観測した。中央経度を揃えて観測すると、実際に観測できる日は限られる。そこで、世界中で撮影された火星の画像を東亜天文学会・火星課や月惑星研究会のホームページから集め、中央経度の揃った 2003 年(ピンク)、2018～2019 年(赤)の南極冠、2007～2008 年(緑)、2013～2014 年(黄緑)の北極冠の大きさを測定した。



図 1 に、調査した 4 回の極冠面積の変動を示す。



極冠の増大が観測されないのは、増大する間は極に太陽放射が当たらないためである。極冠の縮小曲線が年によってずれることから、火星にも季節変化に遅れや進みがあることが分かる。2003 年より 2018～2019 年が早期に縮小し始めている。2018 年 5 月末から大規模なダストストームが発生し、2003 年には発生していない。2018～2019 年の縮小が早くなっているのはダストストームの影響が考えられる。火星全体を覆ったダストが太陽放射を吸収し、火星の大気を暖めたために南極冠の縮小が促進されたと考える。

考察

(1) 火星極冠縮小の原因

火星極冠消長の主原因は、極に入射する太陽放射エネルギーであり、火星と太陽の距離、太陽の高度に関する。火星が受ける太陽放射エネルギーを I_0 、太陽光の入

射角を θ としたとき、極が受ける太陽放射エネルギー量 I は $I = I_0 \times \sin \theta$ である。それぞれの極が夏至の時、南極が受ける太陽放射エネルギー量は北極より大きくなる。火星の近日点が南半球の夏至に近いためである。

(2) 極冠面積と反転させた太陽放射エネルギー量の変動

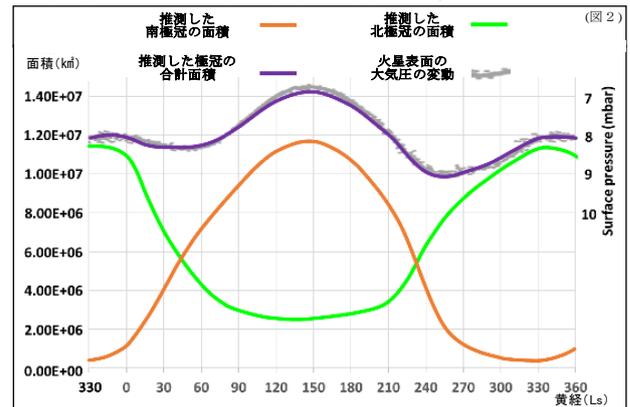
両極冠面積の変動はそれぞれの極が受ける太陽放射エネルギー量の変動と調和する。(図 1) 2013～2014 年の北極冠面積減少がエネルギー量と調和しないのは、地球のような年による気候変動と同様で、この年は火星の北半球が暑夏であったと考える。極冠は極が受ける太陽放射エネルギー量に反比例するように縮小し、最縮小は夏至から L_s で約 60° 遅れる。極冠最縮小が夏至から遅れるのは、地球と同様に太陽放射が火星の表面を暖めた後、大気を暖めるまでに時間がかかるためと考える。

(3) 火星大気圧の変動

極冠が大きくなると、大気中の CO_2 量は減少するため、大気圧は低くなる。極冠が小さくなると、大気圧は高くなる。大気圧変動と極冠縮小はそれぞれ L_s で約 60° 遅れているため、火星大気圧の変動は両極冠の面積の縮小と関係している。

(4) 推測した火星極冠の消長と大気圧の変動

極冠縮小でドライアイスが昇華して大気圧は上がり、極冠増大で大気中の CO_2 が減少して、大気圧は下がる。気圧の大小を反転させた大気圧の変動と、両極冠面積の変動が調和する。(図 2) このことから、両極冠の消長は、極が受ける太陽放射エネルギー量や火星大気圧の変化から逆算して求められると考えられる。



おわりに

1 つの団体や個人で中央経度を揃えた観測により、火星の 1 年間を通した極冠の精密な消長を明らかにすることは非常に困難である。しかし、観測条件を揃えてデータを収集することも必要であり、より良い観測方法を検討する必要がある。また、今後火星に着陸した探査機による 1 年間の大気圧変動の測定と、火星を周回する探査機等による地球から見えない側を含めた極冠消長の観測とが毎年継続されることで、火星の気候や気候変動が詳しく解明されると考える。

謝辞

ご指導いただいた顧問の湊 啓輔先生に、お礼申し上げます。また、火星の画像を提供していただいた、撮影者の皆様にも深く感謝申し上げます。