

地球大気のレイリー散乱によるスペクトル形状の変化について

～地球大気の厚さによる影響～

半谷 郁弥、小山 諒也 (高2) 【埼玉県立浦和西高等学校 地学部】

【要旨】

太陽光が通過する地球大気の厚さによって、どのようにスペクトル形状が変化するかを調べ、そのピークは通過する大気の厚さが増加するほど長波長側に移ることが分かった。さらに、そこにある地球大気の吸収線は、どのように変わるのかを、吸収線の深さの割合を求めることで調べた。その結果、通過大気の厚さが増加するとともに、吸収が一定の割合で強まることが確認できた。

1、研究動機

本校地学部では、昨年度「地平高度の違いによる太陽の色の変化」を、太陽スペクトルを用いて観測した。その結果、RGBの比において、地平高度が低下するとRの比が増加、Bが減少、Gがほぼ一定に保たれることを見出した。今回、再び太陽の観測を行い、太陽光が通過する地球大気の厚さを余弦定理より図1のように求め、その違いによって、スペクトルの形状がどのように変化していくのかに着目し、研究を行った。

2、観測

平成30年10月に14時頃から日没まで、本校屋上にて観測を行った。昨年度の結果から、日没に近い時間は変化が大きいので、その時間帯は2分毎に、それ以外は5分毎に撮像した。

3、考察1～スペクトル形状の変化～

観測で得たスペクトル画像は、ダーク処理をしてから、加算平均したものを解析ソフト「マカリ」で、数値・グラフ化した。その結果、図2のように通過する大気の厚さが増加するほど短波長側の傾きが緩やかになり、形状が滑らかな山なりからギザギザとしたものへと変化した。また、ピークが短波長側から長波長側に移っていくことも分かった。そこで、スペクトルグラフのピークの値がどのように波長の長い赤よりになっていくのかを調べた(図3)。その結果、通過する大気の厚さが増加していくほど、ピークの値が長波長側に2次関数的に移っていくことが分かった。さらに、R:656nm・G:540nm・B:450nm付近の値を用いて、RGBのカウント値の比率を求めた(図4)。そこから、通過大気の厚さが増加するほど、Bが減少、Gが途中まで一定で最後に減少、Rの増加が著しいという、昨年(R:増加、G:ほぼ一定)と少し違う結果が見られた。これは、季節が異なり、気象条件などが違ったためだと思われる。以上のことから、地球大気のレイリー散乱によって、短波長の光が減少、長波長の光が増加していくことが確認できた。

4、考察2～吸収線の分析～

考察1より、長波長の光が増加していくことが分かったので、そこにある地球大気による吸収線は、どのような変化がみられるかを図5のように、吸収線の深さの割合を求め調べた。その結果、図6のように、通過する地球大気の厚さが増加するほどA線、B線、H₂O線共に、深さの割合が直線的に増加していくことが見られた。これは、通過する大気の厚さの増加で、吸収が強まったからだと考えられる。また、A線とB線はほぼ同じ傾きであるが、H₂Oは異なる。それは、A線、B線は、酸素分子の吸収線であり、地球大気に含まれる比率はほぼ一定であるが、H₂Oは、高度によって湿度が一定でないことや、時間の経過によって変動することで、吸収が変化したからだと推測した。

5、まとめ

- ・グラフのピークが、地球大気が厚くなるに従い長波長側に移動する。
- ・RGB比において、Rが増加し、Bが減少する。このことから、レイリー散乱により、短波長よりの光が減少することを確認できた。しかし、昨年(R:増加、G:ほぼ一定)とR・Gの変化の仕方が異なったのは、気象条件等が違ったためだと思われる。
- ・吸収線の深さの割合から、通過する大気の厚さが増加するほど、吸収が強まる。
- ・A線・B線とH₂O線の傾きが異なるのは、湿度が影響を与えているためだと推測できる。

6、今後の課題

季節や観測時の気象条件によって結果が左右されることが考えられるため、今後も観測を継続し、データを蓄積して、研究をさらに進めていきたい。

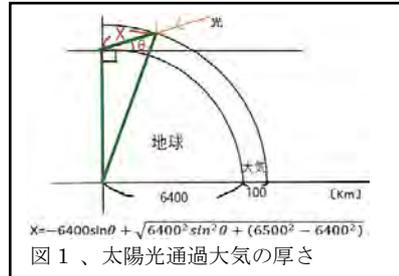


図1、太陽光通過大気の厚さ

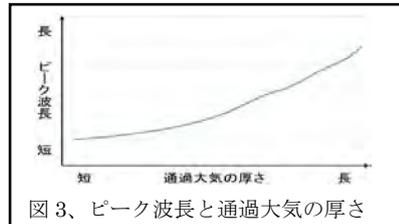


図3、ピーク波長と通過大気の厚さ

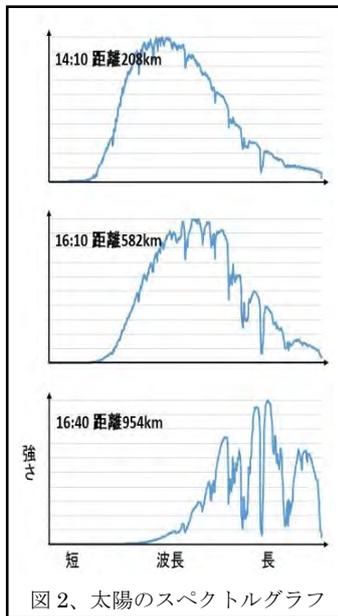


図2、太陽のスペクトルグラフ

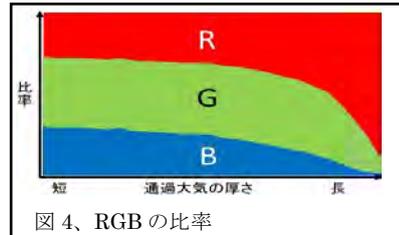


図4、RGBの比率

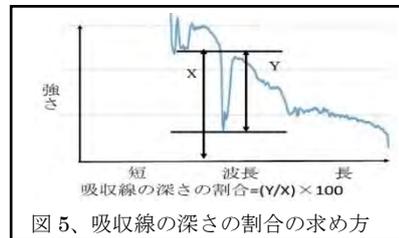


図5、吸収線の深さの割合の求め方

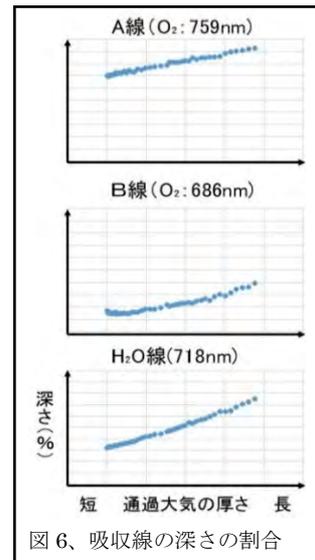


図6、吸収線の深さの割合