

大気が夕日の色に与える影響

The influence of the atmosphere that gives the color of the setting sun

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年

大山 智弘 吉雄 忠行

目的

大気中のレイリー散乱とミー散乱を起こす物質の量によって、夕日のスペクトルがどのように変化するかを明らかにする。また、今回はレイリー散乱を起こす物質と夕日のスペクトルの関係性を明らかにするための実験をした。

レイリー散乱とは、光の波長の $1/10$ 以下の大きさの粒子による散乱のことで、短い波長の光から散乱していく。空が青いのはこれが原因である。

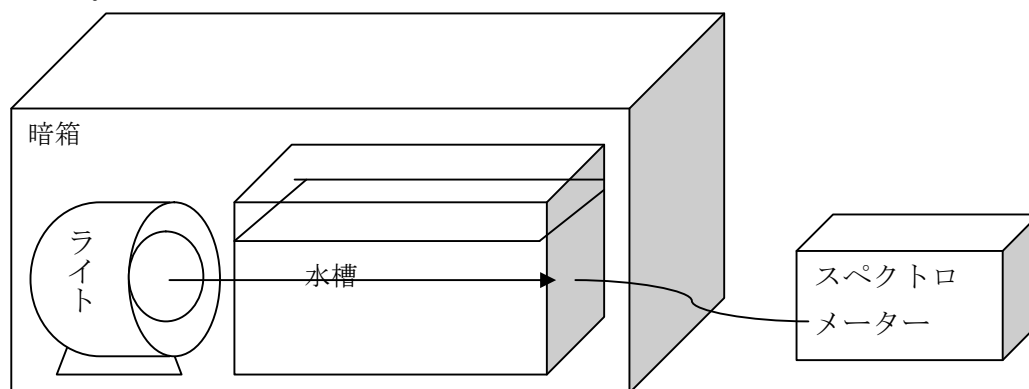
ミー散乱とは、光の波長と同じぐらいの大きさの粒子による散乱のことで、可視光全体が等しく散乱される。雲が白いのはこれが原因である。

方法

下図のように実験装置を組み立てる。水槽の中には 1000mL の水にゼラチンを 5g 溶かした溶液を入れる。エタノールに硫黄をできるだけ溶かしたもの ($9.2 \times 10^{-4} \text{ mol/mL}$) を 2mL ずつ水槽に加えていく。そのときそれぞれで水槽を通ったハロゲンライトの光をスペクトロメーターで測定する。このとき加えた硫黄のコロイドによってレイリー散乱がおこされる。

ゼラチンは後に加える硫黄のコロイドが固まり、沈殿するのを防ぐために入れた。

硫黄を溶かす溶媒がエタノールである理由は、溶液を水槽に滴下したときエタノールが硫黄の分子にまわりつき水をはじくことによって、硫黄が分子の状態で水槽内に存在していただけるようになるからである。



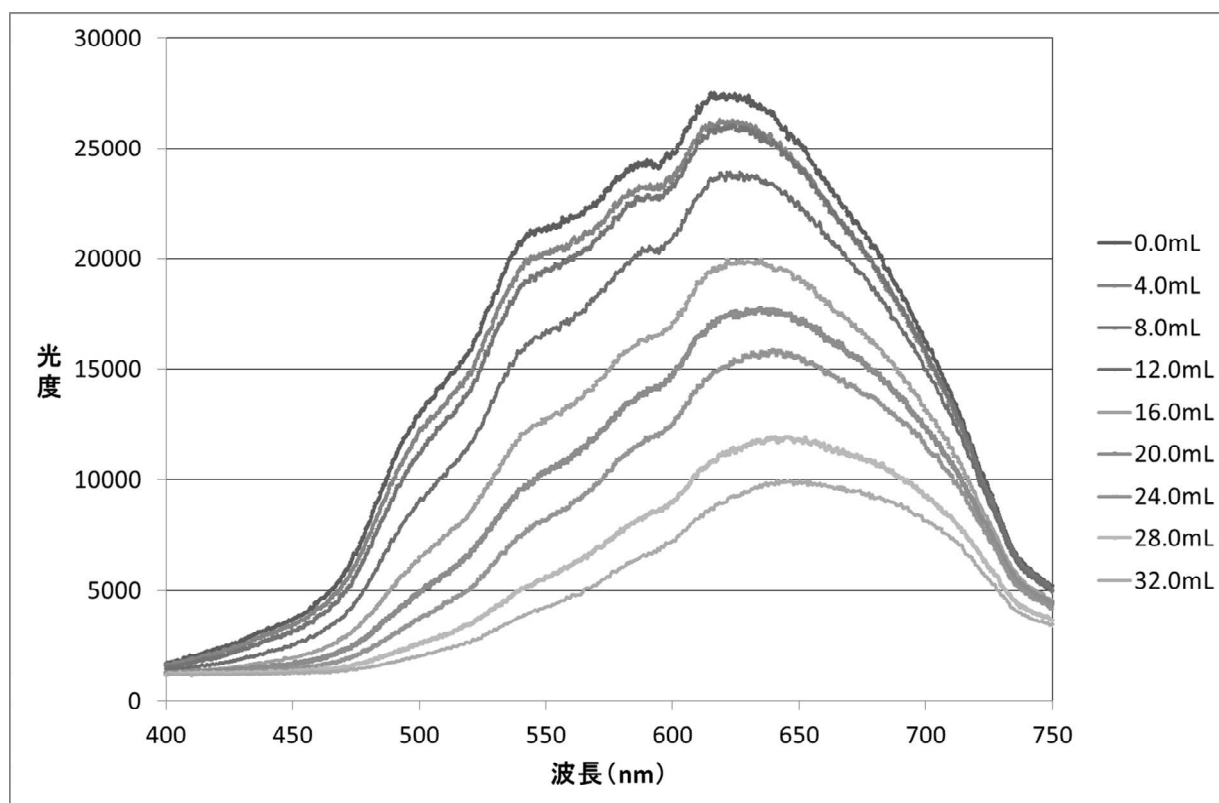
実験器具

- ・ライト (ハロゲンライト)
- ・水槽 ($5.0 \times 30.3 \times 12.2 \text{ cm}^3$)
- ・暗箱 (段ボール)
- ・スペクトロメーター

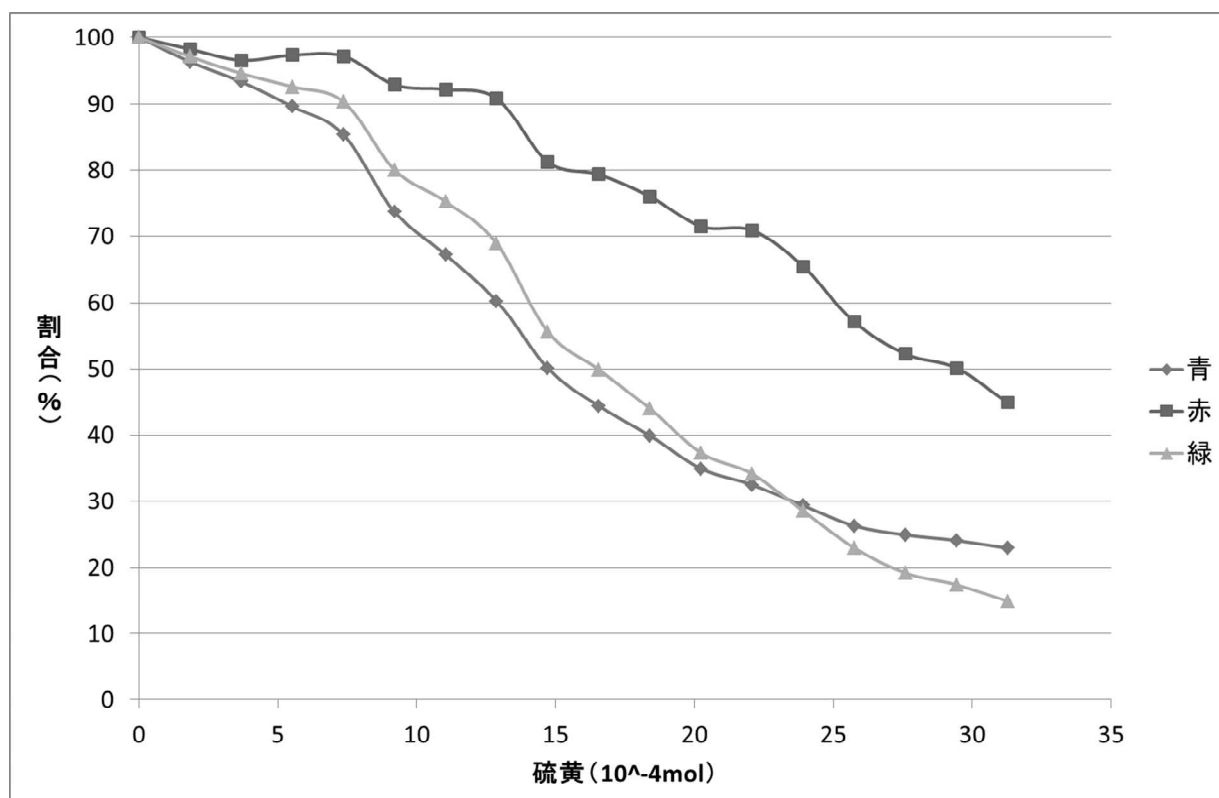
今回使用するライトを簡易スペクトル計で調べた結果、輝線などは見られなかった。

結果

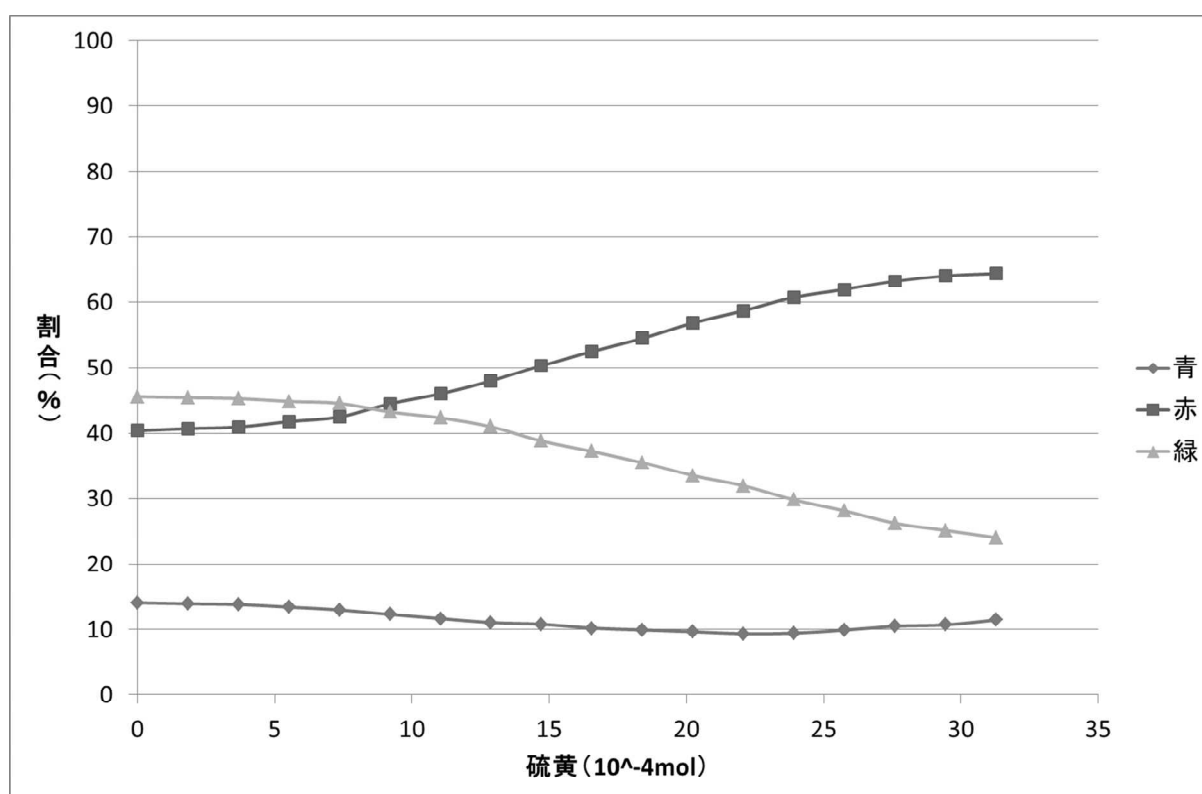
グラフ①



グラフ②



グラフ③



グラフ①は 2mL ずつ硫黄の溶液を加えていったデータを 4mL ずつ取り出しグラフにしたものである。グラフ②は実験で得られたデータを波長の長さで青（468.12～471.88nm）、緑（528.07～531.74nm）、赤（698.18～701.57nm）と分け、硫黄が 0mol の時のそれぞれの光度を 100%とする百分率で表したものである。

グラフ③は実験で得られたデータをグラフ②と同様に分類し、硫黄を加えた量ごとに青、赤、緑の光度の合計を全体として、それぞれとの割合を百分率で出したものである。

考察

3つのグラフより、夕日の色が赤くなっていくのは夕日の中の赤色の波長が増えるのではなく、赤色の波長がその他の色の波長よりも光度の減少率が小さいことによるものだとわかった。つまり、ハロゲンライトに元から含まれている光と、模擬大気を通った後の光で、赤、青、緑色の光度の割合が変化するとともに目に見えてくる色が変わっていると考えられる。グラフ②、③からわかる通り、赤色の光度の減少率が青、緑色の光度の減少率よりも小さかったため、全体を見ると赤色の波長の割合が大きくなった。そのため、模擬大気を通ったライトの光は硫黄が増えていくにつれてだんだんと赤くなっていったのだと思われる。

結論

今回の実験でわかったことは、大気中のレイリー散乱を起こす物質が増えるつまり、光が通る大気の距離が長くなるにつれて光の散乱が多くなるため光全体として光度が小さくなる。しかし、特に赤色系の波長が長い光はそれ以外の比較的波長の短い光に比べて散乱する量が少ないため、全体としてだんだんと赤色の割合が増えていく。それによって、夕日の色は赤くなっていくのだという結論に至った。

今後の課題

今回はレイリー散乱をおこす実験しかできていないので、これからは生クリーム脂肪球を使ってミー散乱をおこす実験も進めていきたい。また、レイリー散乱とミー散乱を組み合わせ、実際の大气に近い状態を作り出し、日によって夕日の色が変わる理由を散乱の割合を変えることで明らかにする実験も行いたい。

参考文献

「カラー図解でわかる光と色の仕組み」 (出版 softbank creative) p14, 15
著 福江純・栗野諭美・田島由起子