

続・火星の夕焼けはなぜ青いのか？

- 酸化鉄を混ぜた水の透過光が青くみえる理由とその検証 -

渡邊 千恵 (中2) 【相楽東部広域連合立和東中学校】、小瀧 日南子 (中1) 【木津川市立木津南中学校】

要旨

特定の大きさの粒子によって波長の短い青系の光よりも波長の長い赤系の光が強く散乱されることで青系の光が生き残り酸化鉄を混ぜた水の透過光が青くみえる

1. はじめに

前回、酸化鉄の微粉末を用いて火星の夕焼け[図1]の再現を試みた。大気中での再現は叶わなかったが、適度に酸化鉄を混ぜた水の透過光が青くみえる結果を得た。しかし、その発表時は透過光が青くみえる理由が分からず、現象を述べるに留まった。そこで今回は、酸化鉄を混ぜた水が青くみえる理由に踏み込んで火星の夕焼けが青くなる一因として考えうるのか！？実験を通して考えてみることにした。



図1 火星の夕焼け

2. 実験と結果

酸化鉄を混ぜた水の透過光が青くみえるのは、どのような散乱によるのか調べるため次の3通りの実験を行った。

- (1) レイリー散乱かミー散乱か知るため、偏光板を使って横方向の散乱光の観察を行った。比較対象として粒子径 $0.1 \mu\text{m}$ のアクリル・エマルジョンを用意し各々適量を水に混ぜ観察した結果、アクリル・エマルジョンでは偏光がみられたが酸化鉄では偏光はみられなかった。このことから酸化鉄はレイリー散乱ではないと判断できる。レイリー散乱するアクリル・エマルジョンの透過光はオレンジ色だった。
- (2) 平均粒子径 $5 \mu\text{m}$ の新岩絵具【岩紅】【紺瑠璃】【黄口緑青】【珪石】を用意した。この岩絵具を適量水に混ぜその透過光を観察した。その結果、酸化鉄と同じように透過光が青くみえるものはなくすべて白っぽくみえた。ミー散乱による白色散乱(波長依存性がない)と考えられる。

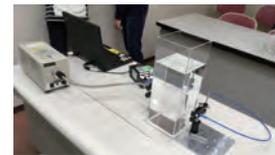


図2 スペクトル測定の様子

- (3) 上記結果より透過光が青くみえる理由はレイリー散乱する粒子径領域からミー散乱によって白色化する粒子径領域へちょうど切り替わる領域(以降、青色化領域)にあると考え、酸化鉄を使って詳しく調べることにした。酸化鉄には粒子径が揃っている高純度品と粒子径にばらつきがある一般品を使う[図3]。ともに平均粒子径は約 $0.8 \mu\text{m}$ 。水を入れた各々の容器に2種類の酸化鉄を混ぜ、その透過光を高精度な分光器を用いて測定した。[図2] その結果が[図4]である。高純度品は[青][緑][赤]と徐々に透過率が低くなっており青色化の傾向が顕著にあらわれている。一般品も高純度品に近いが[紫][藍][青]付近において透過率が少し低い。高純度品よりも一般品の値が低くなっている点については、一般品の粒度がばらついていることによるのかもしれない。実際の透過率は、高純度品では鮮やかな青、一般品では少しすんだ青にみえた。新岩絵具は[緑][赤]の透過率が酸化鉄に比べて明らかに高い。これらの結果から、今回実験に使用した酸化鉄の粒子径領域は青色化する粒子径領域の一部もしくはすべてであると考えられる。

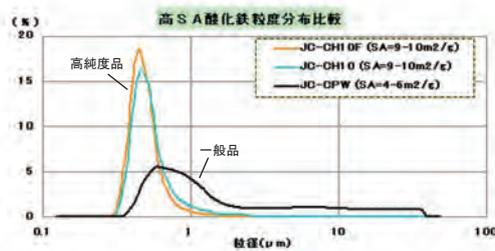


図3 酸化鉄の粒度分布
JFEケミカル㈱様HPより引用

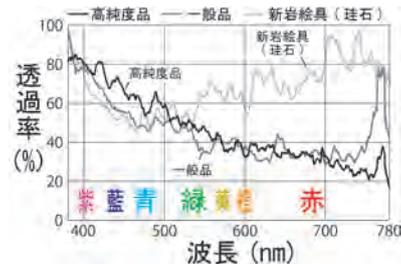


図4 酸化鉄と新岩絵具の透過率

3. 検証

粒子径が酸化鉄と程近い炭化ケイ素(カーボランダム)を用い透過光を観察した。その結果 #10000 番(粒子径 $0.5 \mu\text{m} \sim 1.0 \mu\text{m}$ 程度)の透過光が酸化鉄ほど明瞭ではないものの青くみえた。

4. まとめ

酸化鉄の微粉末を水に混ぜ、その透過光が青くみえるのは、青色化する粒子径領域に酸化鉄の粒度分布が重なっているためであることが分かった。火星探査などによって、火星大気中の塵は粘土鉱物に近いことがわかっている。そのため、今回の実験により得られた結果がそのまま火星の夕焼けが青くなる理由に当てはまるわけではない。また媒質として水を使っており、火星の大気とは条件が異なっている。近い将来、火星の地に人が降り立つ日が来たとき、火星の夕焼けが青くみえる！その理由が詳しく解明されるに違いない... その日が待ち遠しい。前回、そして今回の実験を通して「粒子の大きさによって散乱される色が変わること」を確かめられた。

謝辞

科学普及支援団体「てんもんぶ」の皆様にご協力いただきました。酸化鉄はJFEケミカル㈱様よりご提供いただきました。この場をお借りしてお礼申し上げます。この研究はてんもんぶの樋谷則夫さんの指導のもとに行ったものです。