

太陽光のスペクトルを用いた大気汚染物質の観測

【福岡県立小倉高等学校科学部SS天文研究会】

村口 瑠望、 榎谷 若菜 (高2)、 村井 美音、 大島 理桜 (高1)

1、はじめに

大気汚染物質によって空が濁って見える現象は恒星の色にも影響を及ぼす。よって天体の写真を使用するには、大気汚染物質の飛散量に応じて、天体の色を補正しなくてはならない。そこで、飛散量に応じた、天体の色の補正基準が必要だと考え、太陽のスペクトルを使用し、補正基準を求めた。これにより大気汚染物質による濁りの度合いを求め空や恒星の画像の補正をするのが良いと考えた。

2、研究の目的

大気汚染物質の量と太陽光のスペクトルにおける関係性を求める。

3、観測とデータ引用

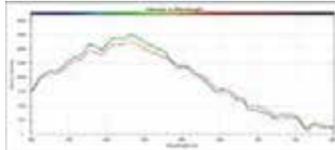
スペクトル観測：スペクトロメーターSM

測定範囲：400～800nm
校正済みスペクトル範囲：400～750nm

大気汚染物質の値：北九州観測局より引用

4、観測と解析の手法

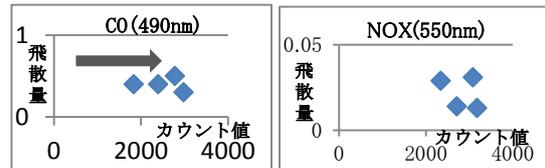
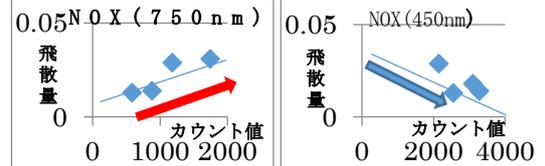
晴天の日、太陽高度が10度付近の時間帯に、太陽光のスペクトルを5日分観測し、グラフ化したスペクトル5日分を比較した。



これは5日のうち1日分のデータで、

縦軸がカウント値、横軸が波長となっている。450nm～800nmの波長で、50nmごとにカウント値を測定し、このカウント値と大気汚染物質の飛散量を用いて解析を行う。

5、解析



太陽のカウント値と大気汚染物質の飛散量を軸にとった分布図(上)を作成し、物質と50nmごとの波長で分類し相関を調べた。飛散量とカウント値がともに増加しているものを正の相関(左上)、飛散量の減少に伴いカウント値が増加するものを負の相関(右上)、飛散量が変わってもカウント値が一定なものを一定(左下)、相関が見られないものを相関なしとした(右下)。

物質	450nm	500nm	550nm	600nm	650nm	700nm	750nm	800nm
SO ₂	+	+	+	+	-	-	-	-
NO _x	-	-	-	-	-	-	-	-
CO	×	×	-	×	-	-	×	-
O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-
MHC	-	-	-	-	-	-	+	+
O ₄	-	-	-	-	-	-	-	-
THC	+	-	-	-	-	-	+	+
SPN	-	-	-	-	-	-	+	+

作成した分布図を大気汚染物質と50nmごとの波長で分類し相関を調査した。

(+は正の比例、-は負の比例、斜線は比例が見られない、×は光度に関わらず飛散量が一定であることを表す)

6、考察

相関の一覧表を基に、考察を行った。

1. 一覧表での左側、青の450nm～600nmの波長には、負の比例関係が多く見られる。

つまり、大気汚染物質が増えるにつれて、太陽の青の波長の光が散乱されやすくなり、青の波長が弱くなっている。

2. 一覧表の右側、赤の650nm~800nmでは正の比例が比較的多くみられる。つまり、大気汚染物質が増えるにつれて、太陽の赤の波長の光が散乱されにくくなり、赤の波長の光が強くなっている。

1、2より大気汚染物質の増加に伴い、青の450nm~600nmの光が弱まり、赤の650nm~800nmの光が強くなっていると考ええる。

また一覧表での、波長ごとの比例のしかたから、大気汚染物質は7つに分類される。

場合分け	400~600nm	650~800nm	該当物質	
1	正	負	SO2	
2	負	なし	CH4	
3	負	正	NMHC SPM	
4	なし	負	OX	
5	相関なし		CO	
6	負		NOX	
	450nm	550nm	750nm	
7	正	負	正	THC

物質の粒子による光の散乱の仕方はその物質の粒子の大きさに左右されるため分類が同じような物質は粒子が同じくらいの大きさであるとも考えられる。このことから考えると、分類が同じNMHCとSPMは同じくらいの粒子の大きさだと考えられる。

ここで私たちは、物質の粒子による光の散乱に着目した。散乱の仕方にはレイリー散乱、ミー散乱の二種類がある。

(レイリー散乱) 光の波長よりも小さい粒子が、太陽光のなかの青の波長の光を弾くことで起きる。青の400~600nmで物質の飛散量とカウント値に負の相関がみられる。

(ミー散乱) 光の波長よりも大きい粒子が、太陽光の全波長の光をほぼ同じ程度に弾くことで起きる。全波長で、物質の飛散量とカウント値に負の相関がみられる。

このことから、青色の波長で負の比例となるSPMとNMHCとCH4はレイリー散乱と考えられる。

物質	450nm	490nm	550nm	600nm	650nm	700nm	750nm	800nm
SPM	-	-	-	-	-	-	+	+
NMHC	-	-	-	-	-	-	+	+
CH4	-	-	-	-	-	-	-	-

※黄砂はSPMに含まれる

NOXはミー散乱と考えられ全波長を通して負の比例となる。

物質	450nm	490nm	550nm	600nm	650nm	700nm	750nm	800nm
NOX	-	-	-	-	-	-	-	-

結果、全大気汚染物質8種類のうちNMHC, SPM, CH4の三種類がレイリー散乱を引き起こす物質なので、大気汚染物質全体ではレイリー散乱の傾向が強くなる。すなわち、天体を観測する際、レイリー散乱の影響を受けにくい波長が長い赤色の光の用いるのが良いと考える。

7、今後の課題

分布図には、観測されたカウント値をそのまま使用したがカウント値に影響する要因は大気汚染物質のみではないため大気汚染物質の影響だけを抽出して使用する必要がある。また考察で最初に示した表よりSO2で見られる正→負、THCで見られる正→負→正というような比例関係はレイリー散乱やミー散乱の仕組みでは説明できない。この比例関係には散乱以外に原因があると考えられる。

8、今後の展望

各大気汚染物質の粒子の大きさ、濃度、吸収する波長などに注目し、物質が太陽の各波長に与える影響について求めていく。

9、参考文献

大気汚染広域監視システム(そらまめ君)