

エアロゾルが夜空の明るさに及ぼす影響 ～新宿区での夜空の明るさ観測から探る～

海城中学高等学校地学部 夜空の明るさ研究チーム

西尾 真輝(高1)、廣木 颯太郎、清水 彬光、法兼 佑泰、右田 亜朗(中3)、古賀 悠人(中2)

1. 研究動機・目的

私たちが通う学校は日本でも有数の都心部(東京都新宿区)にあるため夜空が明るく天体観測が困難な環境である。そこで「新宿は日本においてどれほど夜空が明るいのか?」という疑問を持ち、夜空の明るさ観測を開始した。夜空が明るくなる原因として光害がある。光害が天体観測へ悪影響を与える仕組みとして「人工光が大気中の浮遊物質で散乱されて夜空が明るくなる」と考えられている。そこで大気中の浮遊物質はどの程度影響があるのか検証することを目的とした。

2. 観測概要

夜空の明るさ観測にはSQM-LEを使用し、これを本校屋上(地上33m)に設置した。2012年10月以降、2014年1月現在まで天頂方向を5分毎に観測している。また愛知県立一宮高校主催の「全国一斉夜空の明るさ調査」に参加し、日本各地で観測されたデータ(以下、観測連携のデータと略)を考察に使用した。

大気中の浮遊物質については、エアロゾルの観測データを用いた。エアロゾルとは気体中に浮遊する微小な液体または固体の粒子の総称である。このエアロゾルの観測データは東京都新宿区新宿御苑に位置する環境研のライダー観測所(図1)のものを用いた。ライダー観測とは図2に示すように一定の長さの光を大気中へ発射し、エアロゾルや分子による散乱光を測定して大気の状態を知る気象観測である。

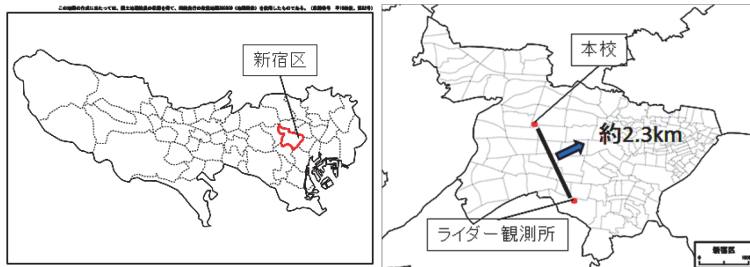


図1: 本校とライダー観測所の位置関係

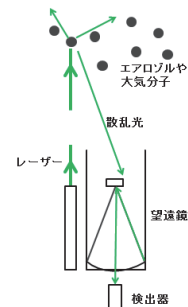


図2: ライダー観測の概略図

3. 結果・考察①

図3に本校で観測した、一晚中月のない日の空の明るさ変化を示す。1日目は雲がなく、2日目は雲がある。なお本研究では夜空の明るさへの影響として光害のみを見たいのでこれ以降は全て月・雲がない時の夜空の明るさしか扱わない。図3から夜空の明るさは時間とともに徐々に暗くなっていく(以下、この一連の夜空の明るさの変化を経時変化と略)のがわかる。この経時変化は人間活動の活発さを表しているものと考えられる。

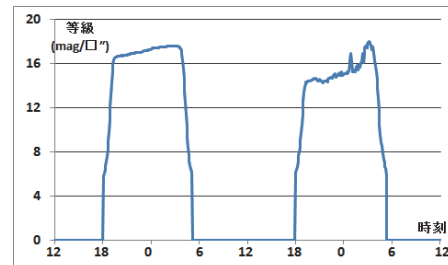


図3: 月のない日の空の明るさ変化

図4は同じ月・時刻に本校及び観測連携で測られた夜空の明るさである。図4より八戸、津、横浜、新宿の4地点の中では本校が位置する新宿の夜空が最も明るかった。また4地点に限らず、図4と同様に本校と観測連携のデータの比較を全ての観測地点において行った。すると新宿は観測連携の中で夜空が最も明るい場所であることがわかった。

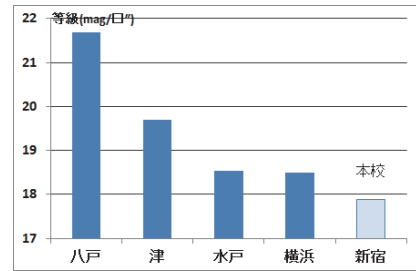


図4：2013年1月11、13日5時の夜空の明るさ

4. 結果・考察②

研究の目的として、人工光の影響を取り除いた時にエアロゾルが夜空の明るさ(経時変化)に与える影響のみを考えたい。そこで人工光を一定の増減パターンと仮定した。すると、ある一晩の経時変化の中でも決まった時刻の夜空の明るさとエアロゾルの値について、観測日を問わずまとめて約1年のデータを分析することで人工光の影響を取り除いた状態で2つの関係性がわかる。

ここで夜空の明るさと比較するエアロゾルを地上からの高度別で分析した場合、1km毎に区分して分析した場合で2通りに分けた。その際、比較するエアロゾルの高度変化に伴う相関係数の変化を考察した。また分析にあたり、夜空の明るさは等級(mag/日°)から倍率(0等級を基準とした明るさW/m²)に単位を変換した。

図5は、22時台においてエアロゾルの分析高度を地上から順に変えていった時の夜空の明るさとの相関係数の変化を表したグラフである。図6より地上から高度4kmまでのエアロゾルと相関が最も高いことから、地上から高度4km付近までのエアロゾルの夜空の明るさに及ぼす影響がかなり大きいと考察した。

図6は図5と同様に22時台においてエアロゾルの分析高度を、1km毎に分割して変えていった時の夜空の明るさとの相関係数の変化を表したグラフである。

図6より地上から1km、1～2kmまでとの相関が高いことから、地上付近から発せられた人工光は高度2km付近まであまり減衰せずに伝わっていると考察した。

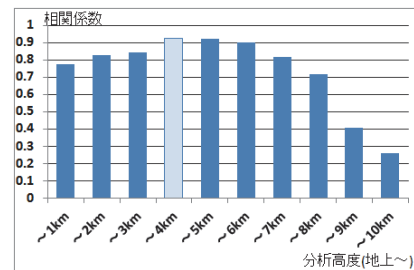


図5：22時台における相関係数とエアロゾルの分析高度の推移1

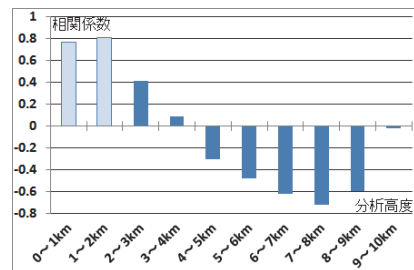


図6：22時台における相関係数とエアロゾルの分析高度の推移2

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、国立天文台副台長 渡部潤一先生
 国立環境研究所 大気圏環境研究領域 遠隔計測研究室室長 杉本伸夫先生
 海城地学部顧問 上村剛史先生にご助言ご協力をいただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

6. 参考文献

- ・ “使える” 白地図 <http://www.freemap.jp/>
- ・ 気象庁 過去の気象データ検索 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>
- ・ 株式会社AstroArts 天文シミュレーションソフトウェア「ステラナビゲータ Ver. 9」
- ・ S S H一宮高校「全国一斉夜空の明るさ調査」での八戸北高校、水戸第二高校、横浜サイエンスフロンティア高校、津高校の一部の観測データ
- ・ 日本エアロゾル学会 <http://www.jaast.jp/hanashi/>
- ・ 国立環境研究所ライダー観測ホームページ <http://www-lider.nies.go.jp>