

夜空の明るさシミュレーション ～ドローンによる高度変化調査に向けて～

深谷 拓生 (高2)、山田 萌生 (高2) 【愛知県立一宮高等学校地学部】

1. はじめに

光害とは人間の活動による過剰な光が、様々な問題を引き起こす公害の一種である。私達は光害の影響についてSQM (図1) による実測調査とコンピュータによるシミュレーションの二方面から研究を行ってきた。

今年度は高度変化による夜空の明るさの変化に関する調査と、新たな要素を追加した新シミュレーションの作成を計画した。



図1 SQM-L

2. SQMとは

SQM (Sky Quality Meter) は、単素子のフォトダイオードと色補正フィルターを使用して、夜空の明るさを単位平方角あたりの等級で測定する機器である。

SQMには、持ち運びが可能な“SQM-L” (図1) や、パソコンとLANケーブルで接続できる“SQM-LE”、USBで接続することが出来る“SQM-LU”などの種類がある。我々は主に“SQM-L”を使用して、夜空の明るさの測定をしている。

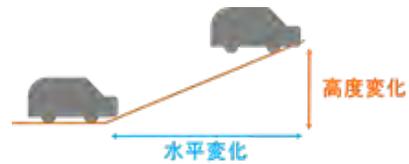


図2 垂直変化と高度変化の様子

3. 高度変化調査(予定)

(1) 実施理由

今までも高度変化調査については、山道をSQM-LEを取り付けた車で走って測定し、そのデータから算出した標高補正式を利用していた。

しかし、この方法では、標高による垂直変化だけでなく、水平変化も発生してしまうため(図2)、必ずしも正しいデータであるとは言えなかった。そこで、今回ドローンを用いて測定することによって垂直変化のみを測定できると考えた。



図3 ラズベリーパイ

(2) 実施方法

SQM-LUとプログラミングしたラズベリーパイ(図3)をドローンに搭載する。ラズベリーパイは、SQM-LUが一定間隔の時間で測定し、結果を記録できるように、設定・プログラミングを行う。調査は、ドローンを100m程度、一定の速度で上昇させて測定して行う。

(3) 現状

SQM-LUに記録させるための、ラズベリーパイの設定・プログラミングが難航し、実測調査を行うには至っていない。ラズベリーパイの設定ができたとしても、ドローンの夜間飛行には航空局の許可が必要で、実験場所の確保が問題である。

4. 新シミュレーションの作成

前述の高度変化調査の結果から高度補正式を算出し、新しいシミュレーションを作成する。また、人口だけでなく新たに経済センサスのメッシュデータ(事業所数・従業員数)を光源の強さの要素に追加したいと考えている。理由としては、臨海部の夜空の明るさが周りに比べて急激に暗くなっていたため、それを補正するためだ。これは、光源の強さが人口に比例するものであるため、人口は少ないが、港や製鉄所といった工場がある臨海部のシミュレーション値がどうしても低くなってしまうためだと考えられる。

また、新シミュレーション式による、全国マップの作成も行っていきたいと考えている。

$$L = \frac{L_0 \times e^{-D\sigma}}{D^2}$$

L: 明るさ(輝度) L₀: 光源の明るさ(人口×係数)
D: 距離 e: 自然対数の底 σ: 消散係数(6.0×10⁻⁵)

$$M_0 = 24 - 2.5 \times \log_{10} L$$

M₀: 標高 0(m)地点の夜空の明るさ(等級)
L: 標高 0(m)地点の夜空の明るさ(輝度)

$$M = 24 - (24 - M_0)e^{-0.0003 \times h}$$

M₀: 標高 0(m)地点の夜空の明るさ(等級)
M: 標高 h(m)地点の夜空の明るさ(等級)
h: 観測地の標高

図4 シミュレーション式

5. 今後の展望

まず、速やかにラズベリーパイの設定を完了させ、ドローンによる高度変化調査を実施する。また、そこから算出した新しい標高補正式を利用して、シミュレーションの高精度化を目指す。

6. 参考文献

国土地理院・地理院地図

独立行政法人統計センター地図で見る統計

7. 謝辞

全国夜空の明るさ観測チーム
名古屋大学大学院 柴田 隆 教授
ハートピア安八天文台 一宮高校SSH