

“光害”の影響調査 ～夜空の明るさシミュレーション～

野中 大輔、田口 俊哉、倉崎 大地(高2)
守屋 泰雅、山口 稜太、山本 拓実、相澤 里佳、竹谷 宏音(高1)
【愛知県立一宮高等学校 地学部】

要 旨

“光害”とは人間の活動によって生じた光が自然生態系に様々な影響を及ぼす、公害の一種である。光害の影響としては主に、人工光が夜空を明るく照らすことによって星が見にくくなる「夜空の明るさ問題」と動植物の成長や繁殖に影響を及ぼす「自然生態系への影響」が挙げられる。

我々は光害について、実際の観測とコンピューターシミュレーションの2面から研究を行っている。

1. 昨年度までの研究内容

(i) 夜空の明るさの実測調査

SQM(Sky Quality Meter)とは、夜空の明るさを測定し等級で示す機器である。本研究では、SQM-L(持ち運び可能タイプ)とSQM-LE(データを自動で取得するタイプ)の2機種を用いて、夜空の明るさを測定した。

(ii) 夜空の明るさシミュレーションの作成

(i)において夜空の明るさと人間の活動の間に密接な関係があることが確認されたため、都市からの距離と人口を元に、日本全国を対象とした全国版と濃尾平野を対象とした地方版の夜空の明るさシミュレーションを作成した。

シミュレーションを行うにあたり、光源の位置は全国版では市区町村役場、地方版では駅とし、光の強さは人口に比例すると仮定した。使用式は以下のとおりである。

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

L 明るさ L₀ 光源 e 自然対数 D 距離 σ 消散係数(6.0×10⁻⁶)

(e^{-Dσ}はランベルト・ベールの法則、1/D²は光の強さは距離の二乗に反比例 による)

シミュレーション結果をグラフ化したものが図1である。実測値とシミュレーション結果の間で相関係数をとったところ、全国版で0.63、地方版で0.91であった。

また、シミュレーションを元に夜空の明るさマップ(図2)を作成したところ、大都市である名古屋市を中心に、同心円上に夜空の明るさが徐々に暗くなる傾向が見られた。

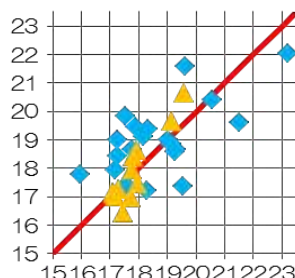


図1: 実測値—シミュレーション結果[等級/口"]

◆ 全国版 ▲ 地方版

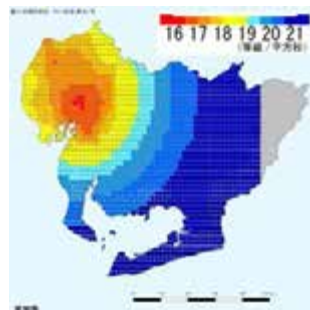


図2: 夜空の明るさマップ

2. 今年度の研究

昨年度までのシミュレーションでは、地方版で高い精度を得られた反面、全国版では得られなかった。

全国版と地方版の間にシミュレーション精度の差ができてしまった要因の一つとして周囲の地形の影響が考えられるため、今年度は標高と夜空の明るさを調べて明るさシミュレーションに反映させることでシミュレーション精度の向上を目指した。

金華山、池田山、高山市(岐阜県)、六甲山(兵庫県)の4地点においてSQM-Lを用い、山に登ることで標高を変化させて夜空の明るさを測定し、データをグラフ化した。(図3)

グラフから得られた標高と夜空の明るさの関係をもとに新しいシミュレーション式を作成し、再び明るさシミュレーションを行った。作成した式は以下のとおりである。

$$M = 24 - (24 - L)e^{-0.0005 \times h}$$

M: h m 地点での夜空の明るさ (等級/口")
L: 0 m 地点での夜空の明るさ (等級/口")
h: 観測地の標高 (m)

この式を用いて行ったシミュレーションの結果をグラフ化したものが図4である。相関係数をとると、全国版は0.70、地方版は0.94となり、ともに精度が向上した。

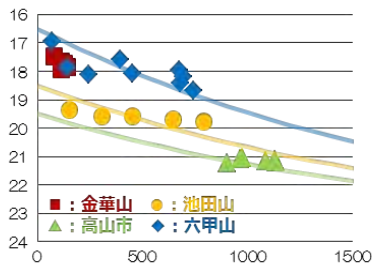


図3: 標高[m]-実測値[等級/口"]

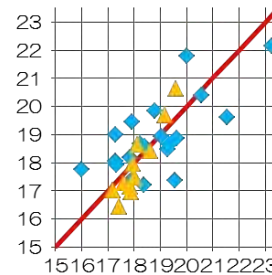


図4: 実測値—シミュレーション結果[等級/口"]

◆全国版 ▲地方版

3. まとめ

昨年度までの研究で、明るさシミュレーションを作成し、地方版では高い精度でのシミュレーションが可能であることを確認した。また、シミュレーションから作成したマップより、都市部で光害が顕著であることが分かった。

今年度はシミュレーションの精度の向上を目指して研究を行った。夜空の明るさは標高の変化に伴って指数関数的に変化することを考慮して新シミュレーション式を作成した結果、精度が向上した。

今後は、より広い範囲で実測調査を行うことで光害の実態把握を進めるとともに、山以外の地形の影響を考慮することで、さらにシミュレーション精度を向上させることを目指していきたい。

謝辞

ハートピア安八天文台
一宮高校SSH 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

参考文献

環境省 光害対策ガイドライン
(平成18年2月改訂版)
国土地理院・地理院地図