

“光害”の影響調査 —人間の活動と夜空の明るさ—

柄倉 芳年、足立 匠(高2)、野中 大輔、田口 俊哉、倉崎 大地(高1)
【愛知県立一宮高等学校 地学部】

要 旨

現在、主に都市部の光が過剰になることによって、自然生態系等に影響を与える「光害」と呼ばれる環境問題がある。我々は光害、とりわけ夜空の明るさについて、SQMと呼ばれる機器を使用した観測とコンピュータによるシミュレーションの二面から調査を行っている。その結果、夜空の明るさと人間の活動の間には密接な関係があることが確認された。

1. 研究方法

(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[等級/□" (平方秒角)]を単位として数値化する機器である。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。なお、研究を始める前にSQMの信頼性の確認と、個体差の補正を行った。

SQMを用いて測定された夜空の明るさのデータと道路交通量や電力使用量(以下、人間活動指標)などを比較して、夜空の明るさと人間の活動との関係を調査した。

(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の密接な関係の存在が確認されたことから、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2バージョン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、光源は全国版では市区町村役場、地方版では駅に存在し、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。

$$y = \frac{(H-h)^2}{H^2} \times \frac{L_0 \times e^{-D\sigma}}{D^2}$$

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

H 反射する高度 h 測定した地点の高度

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

また、作成したシミュレーションを用いて夜空の明るさマップを作成し、実測して作成した明るさマップとの比較を行った。

2. 結果

(I) 夜空の明るさの実測調査

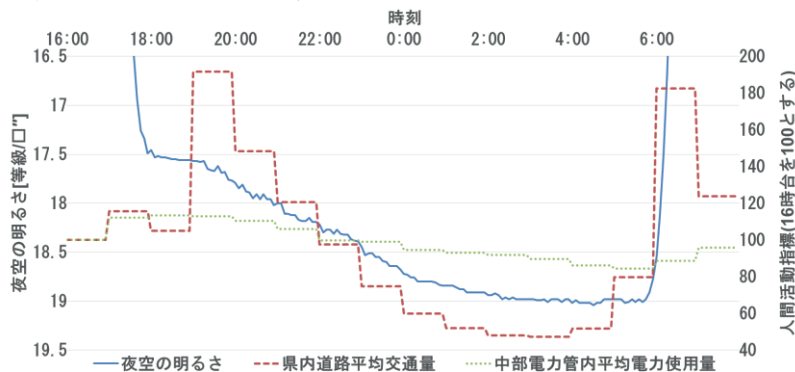


図1
夜空の明るさと
人間活動指標の
関係
(使用データ：
交通量以外は
2014/1/4)

夜空の明るさと人間活動指標の時間ごとの推移をグラフ化したものが、**図1**である。**図1**より、夜空の明るさと人間活動指標はどちらも、0:00前後までは徐々に減少し、その後は夜明けまでほぼ一定となっており、両者の間には明確な関係性が見られた。

(II) 夜空の明るさシミュレーションの作成

シミュレーション結果をグラフ化したものが**図2**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0.65、地方版で0.91であった。

また、愛知県内をメッシュ状に区切って地方版シミュレーションを行い、夜空の明るさマップ(**図3**)を作成した。**図3**から、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。

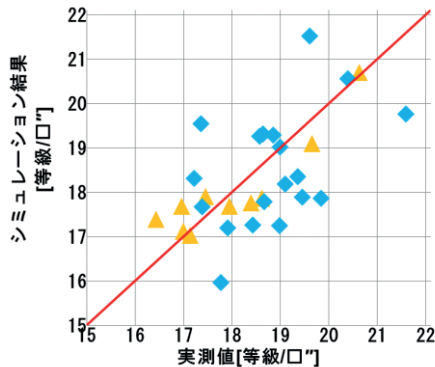


図2

実測値とシミュレーション結果の比較

◆ 全国版 ▲ 地方版

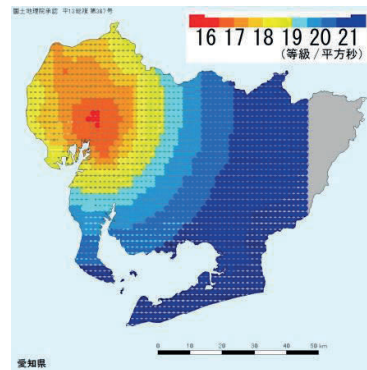


図3

夜空の明るさマップ

(シミュレーションから作成)

3. 考察

(I) 夜空の明るさの実測調査

SQMを用いた夜空の明るさの調査法の確立ができた。

また、夜空の明るさと人間の活動指標の間に明確な関連性が見られたことから、人間の活動が夜空の明るさに影響を与えているということが示された。

(II) 夜空の明るさシミュレーションの作成

実測値とシミュレーション結果との相関係数が地方版では0.91を超えたことから、コンピュータを用いた夜空の明るさシミュレーションは可能であるとの結論を得た。

また、シミュレーションを用いて作成したマップから、光害の影響は大都市に近ければ近いほど大きいと推測される。

謝辞

名古屋大学大学院 柴田 隆 教授

愛知県立一宮高等学校SSH 全国夜空の明るさ観測チームのみなさま

参考文献

環境省水・大気環境局大気生活環境室 『光害対策ガイドライン 平成18年12月改訂版』

中部電力Webサイト 『電力需給状況のお知らせ』 (<http://denki-yoho.chuden.jp/>)

<2014/1/14閲覧>

国土交通省 『平成22年度 全国道路・街路交通情勢調査(交通センサス)』

総務省統計局 『平成21年度 経済センサス』