

# SQMを用いた光害の測定とSQMの信頼性についての検討

甘利 道真（高2）【東京学芸大学附属高等学校】

## 要旨

Sky Quality Meter (以下、SQM)を用いて、夜空の明るさを計測することで、人工物の光によって夜空が明るくなり、星が見えなくなる光害の実態について研究を行った。都心の街の中でも、場所によってはある程度星を観察することができる環境もあることがわかった。また、SQMの精度についても検討を行った結果、SQMはある程度正確に計測を行う、信頼に足る計測器であると言えた。

## はじめに

都心に住む人々にとって、星を見る機会は少ない。これは、都会の建物の光が上空のチリに散乱することで、夜空が明るくなる、光害の影響によるものである。本研究は、光害の実態と、光害の計測によく用いられるSQMの信頼性について検討を行う。

## I. SQMによる光害の測定

### 1. 方法

SQMを用いて、上空のSQM値を計測した。その際、計測範囲(センサーから角度 $80^\circ$ の直円錐)内に光源や建物が無いことを確認した。なお、SQMによる計測値は、夜空の明るさを、それと相当する明るさの星の等級数で表した数値となっている。つまり、SQM値が小さいほど夜空は明るく、大きいほど夜空は暗いと言える。

### 2. 結果および考察

2022/8/22 20:30~21:20に、世田谷区上用賀周辺を計測した。高速道路や車通りの激しい場所で計測すると、SQMの値は小さく出た。車のライトが空気中のチリに散乱しているためである。SQM値が大きく出た場所は、公園や神社で計測したもので、大きな通りから少し離れたところにあり、周辺に街灯もなかったためだと考えられる。

7/23に箱根で計測を行った。その日の日没時刻は18:53であった。それから1時間後の19:53のSQM値と、日没から3時間後の21:26のSQM値では約1.5の大きな差があった。日没後2,3時間程で、夜空は完全に暗くなる。

8/14 21:26に甲府で計測をした。SQM値は18.43であり、都心から100km離れた地点にしては値が大きいと感じた。甲府盆地内は平らでひらけているので、光を遮るものがなく、上方へ発散しているためだと思われる。

8/16 21:45に神津島で計測を行った。神津島は、光害対策によって夜空の暗さが一定基準に達したことで認められる星空保護区に指定されている。島内中心部の浜で計測を行ったが、SQM値は20.01でとても高い値となった。

### 3. 結論

われわれの住む東京などの都心では、SQM値は約16.5(平均値)ほどであり、星を満足に見ることができない環境ではないが、場所によってはSQM値が17.24ほどで、星座を見たりすることもできるほどの明るさになることがわかった。一方で、都心から数十キロ離れたと、周囲の環境に注意すれば満足のいく星々を見ることが出来る。また、SQMの計測が、計測環境が値に影響を及ぼしていると思われるので、一つの地点で複数回計測し、平均値を取るなどするべきだと思った。

## II. SQMの信頼性についての検討

### 1. 方法

窓のない倉庫を暗室として使用し、以下の実験を行なった。図1のように、PC、SQM、照度計を配置した。PCの明るさを最大に固定した状態で、スクリーンに半紙21枚を1枚ずつ被せていき、照度計とSQM値を記録した。誤差の影響を減らすため、これを3回行なった。また、倉庫(暗室)は外の光を完全に遮断しており、光源以外の要因で照度・SQMの値が影響されることはない。



図1 実験の概要図

### 2. 結果および考察

星の等級数と見かけの明るさの関係式であるポグソンの式( $m$ 等級の見かけの明るさを $I_m$ ,  $n$ 等級の見かけの明るさを $I_n$ とした時、 $m - n = -2.5 \log \frac{I_m}{I_n}$ )を用

いる。この式の $m$ ,  $n$ にあたるのがSQM値,  $I_m$ ,  $I_n$ にあたるのが照度の値である。 $m$ ,  $I_m$ を半紙が0枚の時の値(基準値とする)に固定し、 $n$ ,  $I_n$ にそれぞれの値を代入する。ここで、ポグソンの式の右辺がA, 左辺がBとすると、理論上、AとBの値は等しくなるはずであるので、AとBの差が0に近いほど、理論的な値が取れていることになる。すると、縦軸をB, 横軸をAの値とした時、図2のグラフが書けた。理論上B=Aであるから、B・Aグラフは一次関数 $y=x$ のグラフと一致するはずである。

B・Aグラフを、線形近似すると、変化の割合は1.0657で1に近く、 $y$ 切片は-0.0658で0に近い数値となった。決定係数 $R^2$ 値は0.998で限りなく1に近かった。

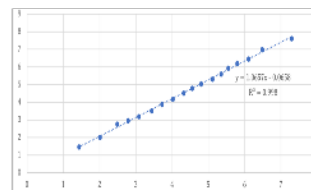


図2 縦軸をB,横軸をAの値とした時のB・Aグラフ

### 3. 結論

照度計・SQMで計測した値をポグソンの式に当てはめると、それがおおよそ成り立った。このことから、SQMは明るさに応じてある程度正確に計測していることがわかった。また、上の図2のグラフおよび考察では、半紙の枚数が増えるにつれて、すなわち暗くなるにつれて、わずかにAとBの差が大きくなっていた。その疑念を解決するためのデータ処理の結果、これは半紙0枚と半紙十何枚とは明るさの差が大きすぎるからだ結論づけられた。