

—ノート—

天頂輝度に関するデータ

比 嘉 俊 太 郎*

Data on Zenith luminance

Shuntaro HIGA

1. 序

ここでは照明工学における屋光に関するデータのうち、天頂輝度について述べる。

天空の輝度分布を論ずる場合、各天空要素の輝度を天頂輝度に対する比で表わすことがより簡便であると考えられるので、天頂輝度に関する測定・検討が必要となる。例えば、CIE 標準曇天空の輝度分布を L_0 とし、太陽高度を h とすれば、 $L=L_0(1+2\sinh)/3$ と表わされる。従って、天頂輝度 L_0 を求めておけば、任意の太陽高度のときの輝度分布がわかることになる。このようなことから、これまで測定した結果について報告し、あわせて二、三の外国における測定例を紹介する。

2. 測定

天頂輝度の測定は、写真測光法による天空輝度分布測定⁽²⁾の一環として行なったものである。測定期間は昭和49年7月27日から8月9日までと同年11月1日から11月26日まで、すなわち、夏季と秋季の測定を行なった。昭和48年に測定したデータは夏季のものが多かったため、また季節による変動をみるため、秋季のデータを付け加えた。測定場所は本学土木建築棟屋上（北緯 $35^{\circ}10'48''$ 、東経 $137^{\circ}06'58''$ ）で行なった。天空輝度分布の測定には全天カメラを使用するため、測定場所には天空を大きくさえぎるような障害物がないところが望ましい。測定器具は FISH EYE NIKKOR 180° OP（フィルムはフジ NEOPAN F, ASA-32）、ミノルタオートスポット 1° 及び東芝色彩輝度計 BM-2型を使用した。また補助撮影用としてカラーフィルムフジ R100 (ASA-100) を使用した。これは天空状態をみきわめるためのもので、データ整理の際に問題が生じたら、その都度このカラーフィルムを見て問題点を検討するためのものである。測定の手順は次のようである。

(1) 測定日時をカメラに写し込み、フィッシュアイニッコール 180° OP で校正用標準板を撮影する。露出時間は適正露出範囲を考慮して、ミノルタオートスポットメー

ター 1° で決めて撮影を行なう。フィッシュアイニッコール 180° OP の撮影と同時に標準板の輝度を入念に測定する。

(2) 次に2台のカメラ（フィッシュアイニッコール 180° OP 着装）で同時に天空状態を撮影する。

(3) 直射日光によるハレーションを防ぐため、遮蔽板を使って直射光をさえぎる。

測定時には、観察によって天空状態を澄晴れ (A_1)、もや晴れ (A_2)、雲晴れ (B)、薄曇り (C_1)、雨曇り (C_2) に分類し⁽¹⁾、日射の有無、雲の状態などとともて記録した。本報では上記の分類に基づいて、A (A_1 と A_2)、B、C (C_1 と C_2) の三つに大別した。

天空分類Aは太陽の位置がはっきりわかり、日射があつて全天に一樣なもやがかかっているが、天頂付近には淡い青空もぞいているような比較的明るい状態である。分類Bは全天が一樣にAよりも厚い雲があり、太陽の位置がやっとわかる程度の状態である。分類Cは完全な曇天に近い状態とみることが出来る。今回の測定には、その期間を通じて分類Aが多く、B、Cの天空状態は比較的少なかった。また太陽高度の低い場合のデータが多いのもこれまでと多少異なっている。

3. データ

測定して得たデータのうち、強風時のような天空状態の変動の大きい日のデータ、結果から判断して測定上の過失が考えられるデータなどは除外した。

天頂輝度の全データを太陽高度別にプロットしたものが図-1である。天空分類Aは図-2に、天空分類BおよびCは図-3に示した。図-4は天空分類Cをプロットしたもので、太陽高度と高い部分のデータは前回のものが一部含まれている。

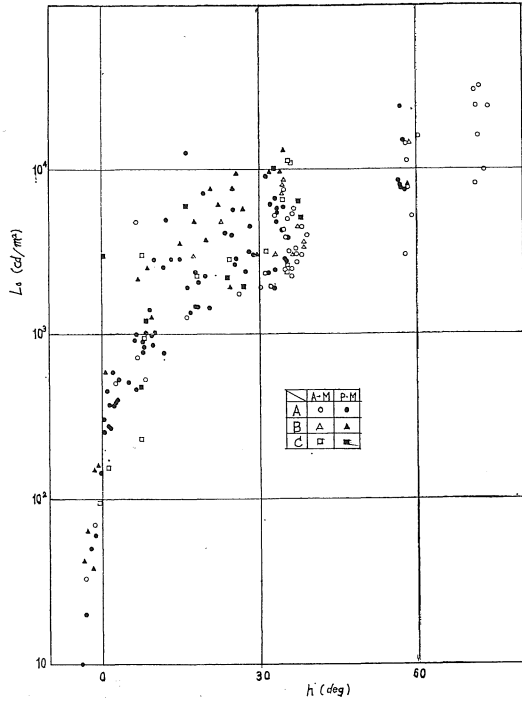


図 1

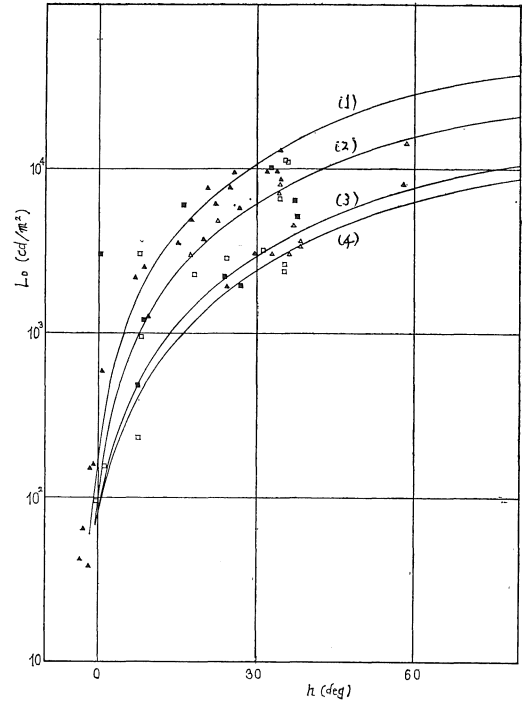


図 3

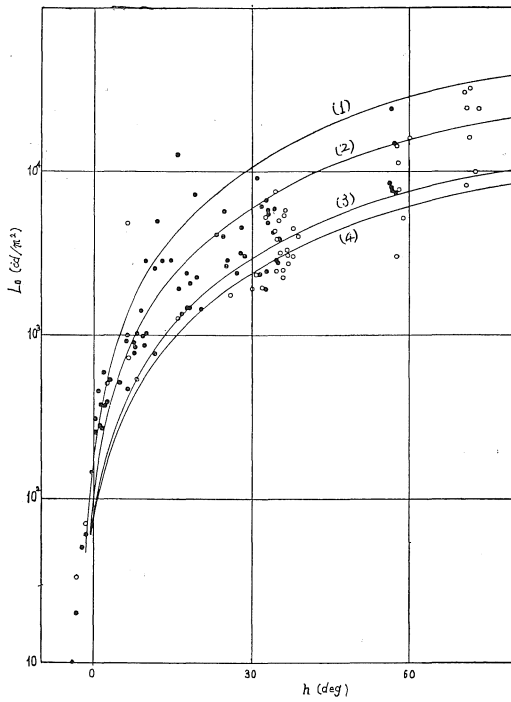


図 2

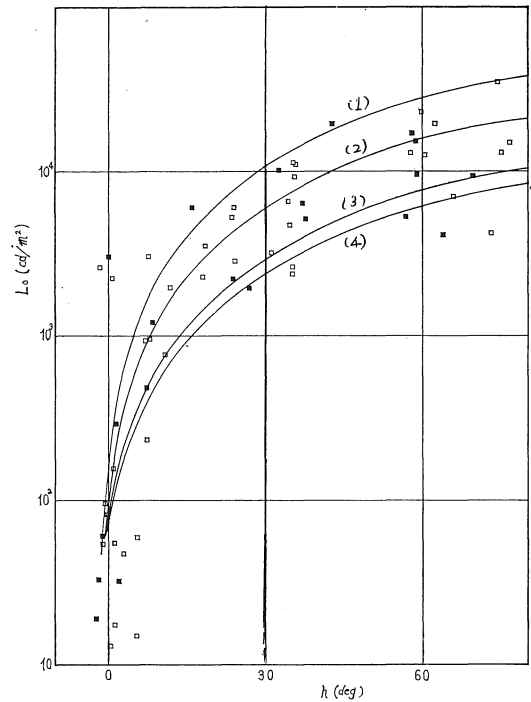


図 4

4. 検 討

天空状態 A の場合は図-2 に示すように、挿入した曲線群のうち、(1)~(3) の間に点在する傾向にある。この場

合は曲線(2)に近い。図-3 に曲線を挿入するのはやや強引すぎるが、図-2 と同様な傾向を示していることがわかる。図-4 は曇天の場合で、この傾向もほぼ同様であ

る。

挿入した曲線は下記の実験式で示される。

$$L_o = a \sin \frac{3}{2}(h-50) + b \quad \dots\dots (1)$$

ここで、 L_o : 天頂輝度 (cd/m²) ; h : 太陽高度 (deg.)
; a, b : 定数

曲線群(1)~(4)は定数 a, b に適当な値を代入してプロットしたものである。

図-5⁽³⁾は Kittler と Krochmann による曇天空 (Overcast sky) の場合の天頂輝度を下式によってプロットしたものである。

$$\text{Kittler} : L_o = 3990(1 + \frac{3}{2} \sin h) \sin h \quad \dots\dots(2)$$

[cd/m²]

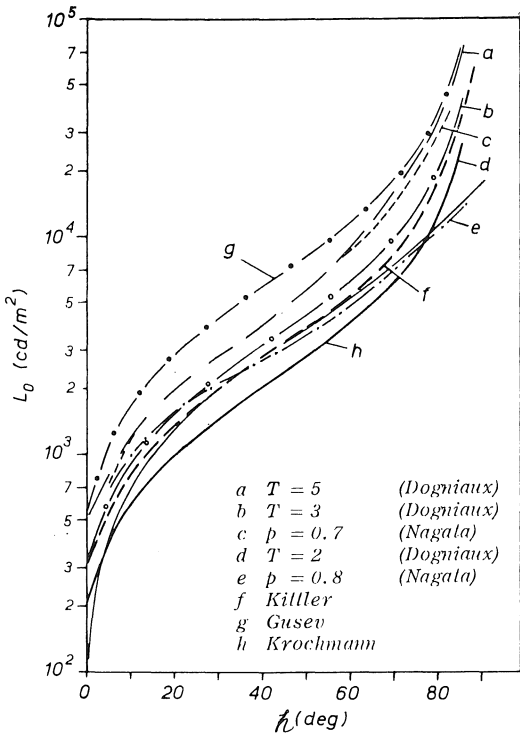


図 5

$$\text{Krochmann} : L_o = 123 + 8600 \sin h \quad \dots\dots(3)$$

[cd/m²]

Kittler の式(2)は $h=0$ のとき、 $L_o=0$ となり、現実とは多少異なるといえよう。

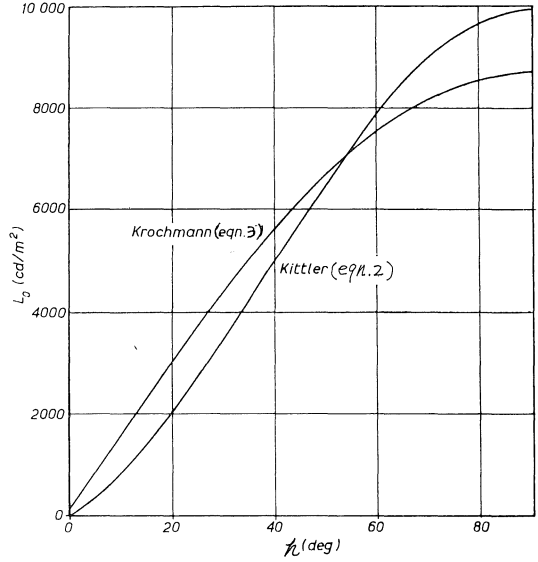


図 6

図-6には参考のために、数人の研究者の青天空 (Clear sky) の場合の天頂輝度のグラフを示した。

5. 結 び

これまで各地で測定されたデータにも決定的なものがなく、今後、引き続き測定して、更に検討を加える必要がある。今回までのデータでは実験式(1)で表わすことが可能である。

<参 考 文 献>

- (1) 小木曾定彰：建築学大系 8 に準拠する。
- (2) 沖, 中村, 小島他：中間天空状態における天空輝度分布に関する研究, 建築学大会梗概集 昭48.10
- (3) Krochmann他：Quantitative data on daylight, Lighting Research & Tech. Vol. 6. No. 3.