

遮光材料としての街路樹の遮光効果に関する基礎研究

九州大学工学部 地球環境工学科 学生会員 ○松本浩司
九州大学工学部 工 学 府 学生会員 宋 棋昱
九州大学大学院 工 学 研 究 院 正 会 員 角 知憲

1. はじめに

歩行者は歩道に当たる夏の強い日差しに不快感を覚える。そこで遮光効果を発揮するのが街路樹である。本研究は今まであまり注目されることのなかった遮光材料としての街路樹に焦点を当て街路樹の遮光効果に関する研究を行う。

2. 調査概要

調査は平成 16 年 11 月中旬に九州大学キャンパス内の歩道に植えられた街路樹に対して行った。

2-1. 遮光量 (照度差)

ある街路樹に対して、計測器を用いて街路樹のつくる日陰と日なたの照度の差を測定する。地面にできた日陰に 60 cm 平方の格子をかけ (格子 1 つをセルと呼ぶこととする。) それぞれのセルについて日陰と日なたの照度の差を測定する。計測器はセルの中心に設置し測定を行った。

2-2. 密度

街路樹の写真に、日影に付けたものと同様な格子を付けセルごとに葉、枝、幹の密度を測定する。

セルの貼り付けは、日の当たり方によって影が伸びていることを考慮して縦方向は縮小し、横方向については影は伸びていないと考え縮小することなく貼り付けた。太陽光線の入射角度を考慮した結果、縦は横に対して 0.61 倍となった。太陽光線の入射角度は、高さが既知であるものの影の長さを測定し、 $\tan^{-1}$ により算出した。写真に貼り付けたセルは、縦 5 画素、横 9 画素である。

密度の測定については、対象樹木の写真を拡大し 4 つの画素を 1 つのブロックとして、葉、枝、幹が大部分を占めるブロックには色付けし、セルごとに色付けしたブロックの総数を数え、それをセル内の全ブロック数で除することにより得られた値を密度とした。1 つのセル内の全ブロック数は 322 (縦 14 ブロック、横 23 ブロック) である。

2-3. 幅

太陽光線が樹木内を通過した距離が遮光にどのような関係があるのかを調べるため、横方向から撮った写真を用いて太陽光線が樹木部分を通過した幅を測定した。なお、幹による遮光効果は非常に大きいので、単純に太陽光線が通過した幅で比較するために入射点である樹木の表面から幹までの距離とした。(図 1)

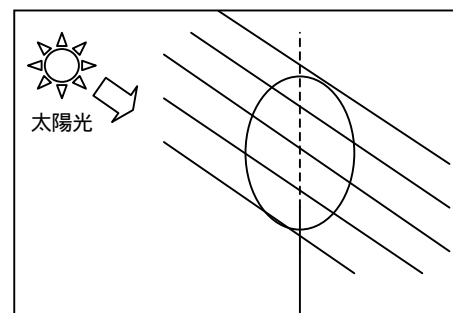


図 1 幅の定義について

3. 調査結果

遮光量、密度、幅のデータを用いて重回帰分析を行い、以下の結果を得た。

重回帰式 $Y = 19.5012X_1 + 0.2757X_2 + 9.6143$

{ Y : 遮光量, X_1 : 密度, X_2 : 幅 } $R = 0.5680$

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	T 値	P 値	判 定	標準誤差	偏相関	単相関
密度	19.5012451	0.5451	27.1956	5.2149	0.0000	**	3.739495	0.5014	0.5667
幅	0.275730169	0.0446	0.1821	0.4267	0.6707		0.646208	0.0474	0.3085
定数項	9.614292734		19.2648	4.3892	0.0000	**	2.190458		

** : 1%有意 * : 5%有意

要 因	偏差平方和	自 由 度	平均平方	F 値	P 値	判 定
回帰変動	1917.59024	2	958.7951198	19.28916416	0.0000	**
誤差変動	4026.219284	81	49.70641092			
全体変動	5943.809524	83				

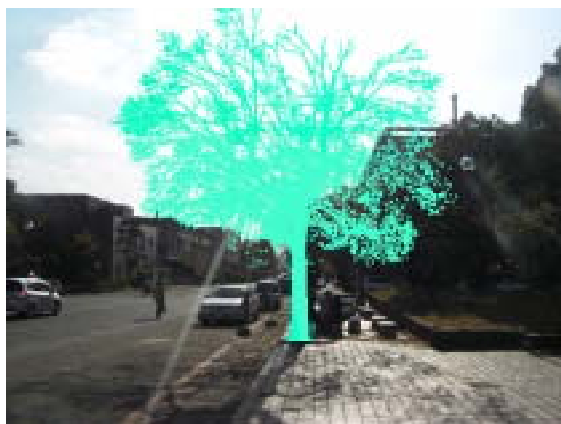


写真 1 調査対象街路樹

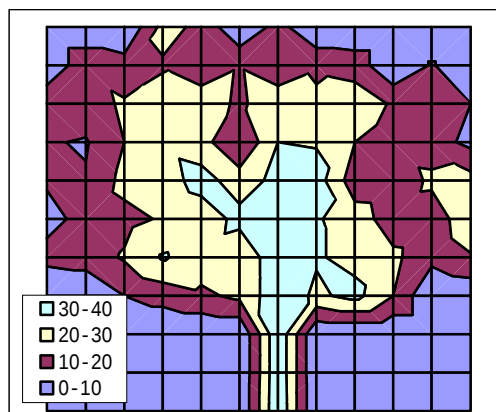
図 2 等遮光量線 (単位は $\times 10^3 \text{ lx}$)

写真 1 は今回の調査対象街路樹の写真である。これは密度の測定に利用した写真で、葉、枝、幹のある部分に薄い緑色で色付けをしたものである。図 2 は等遮光量線で、写真 1 の街路樹の遮光量のデータにおいて遮光量が等しい点を結んだものである。これらを比較して見ると、密度と遮光量には少なからず相関関係があるであろうことが見てとれる。しかしながら重回帰分析の結果、精度はそれほどよくなかった。そこで次に述べる考え方を導入する。

4. 太陽光透過モデル

より工学的な視点で接近するため、太陽光透過モデルによる解析を行う。あるセルにおける太陽光が新たに到達するセルにおいて吸収されるのは、そのセルまでの距離の序列とセルの強度に関する、ということを仮定することにより式(1)が以下のように導かれる。

$$P(dV) = \{1 - P(V)\} L dV \quad (1)$$

V : セルを通過した際の遮光量の累計値, $P(V)$: あるセルまで累計遮光された確率

L : あるセルの強度。この場合、より遮光できる程大きい、つまり密度が大きい程強度も大きくなると考えられる。これより、 $P(dV)$ を $dP(V)$ とし、 $V = 0$ のとき $P(V) = 0$ である条件の元で $P(V)$ を求めると以下の式(2)となる。

$$P(V) = 1 - e^{-LV} \quad (2)$$

したがって、入射してから j 番目のセルにおける遮光量 T_j は以下の式(3) のように表される。

$$T_j = O\{P(V_j) - P(V_{j-1})\} = O(e^{-LV_{j-1}} - e^{-LV_j}) \quad (3)$$

ただし、 O は遮光される前の照度、つまり元々の太陽の照度である。

5. 今後の課題・予定

前章で紹介した介入機会モデルを用いて各セルの遮光量を導き、街路樹の空間特性との関係性を調べていく。この結果は当日発表する。

今後も四季ごとに同様のデータを採取することで研究の精度・有効性をさらに高めていく予定。さらに、今回の研究では 1 本の街路樹を対象とした調査に留まるが、並木として存在する街路樹に対しても応用できるようにしていきたいと考えている。また、今回の研究では写真の色付けなど密度の測定に非常に手間がかかっている。このような手間を省けるように、色付けなど手を加えることなく、写真から葉や枝、幹の色を識別し必要なブロックだけを抜き出し密度を算出するというプログラムについても検討していきたい。

参考文献

- 1) 松本 嘉司著 「土木工学基礎シリーズ9 交通計画学」 1985 培風館
- 2) 清水 博・足立義雄・辻 靖三・根本 守 共著 「道路環境」 1987 山海堂
- 3) 大山陽生・蓑茂寿太郎・松本 倫著 「緑空間の計画技法」 1984 彰国社