

プロジェクト実験Ⅱ

アグリエンジニアリング実験

テキスト ver1.1

大分高専 機械工学科

熱工学研究室

クラス 番 氏名

1. 目的

晴天時に屋外の日射量, 光量子量, および照度を実際に測定することによって, それらの測定原理を理解しよう。さらに以下の物理量の関連性を理解しよう。

- ① 日射量, 光合成光子フラックス密度 PPF, 照度の関係
- ② 太陽高度と直達日射量および散乱日射量の関係
- ③ 地面上の放射収支

2. 方法

a. 測定項目

全天日射量, 散乱日射量, 地面反射日射量, 光合成光子フラックス密度 PPF, 照度, 地表面温度, 気温

b. 測定機器

日射計(2台), 光量子計, 照度計, 棒状ガラス温度計, ミリボルト記録計各(1台), 長さ 1m の細棒の先端に直径 3-4cm の黒色球を取り付けたもの。

c. 測定手順

- (1) 日射計, 光量子計, 照度計および分光放射計各 1 台を屋外の遮蔽物のない場所を選び, 近くに並べて設置する。各受感部が水平になるよう水準器で調整する。もう 1 台の日射計は受感部が下向きになるように取付け, 地面からの反射日射量を測れるようにする。
- (2) 日射計, 光量子計, 照度計の出力端子をミリボルト記録計に接続する。計測器と記録計を導線で接続する際, 接続部(ターミナル)が汚れていたら, 紙やすりできれいにして, 接触電気抵抗を小さくしてから接続する。
- (3) 5 分おきに全天日射量, 地面反射日射量, 光量子量, 照度および放射計の直下付近の地表面温度, 気温を測定し, 記入表に記録する。ただちに (4) の測定を続けて行う。
- (4) 長さ 1m の細棒の先端に直径 3-4cm の黒色球を取り付け, これを日射計受感部上 0.5~1m 離れた所にかざし, 直達日射による黒色球の影が完全に受感部を覆うようにして, 散乱日射量を測定する。このとき, 人間が受感部への散乱日射量の入射を妨げないように, 姿勢を低くする。

3. 測定上の注意

a. 計器設置時の注意

- (1) 各計器は衝撃によって壊れやすいから取扱いには十分気を付ける。
- (2) 日射計, 照度計, 光量子計および分光放射計は, 各測定受感部への日射(散乱日射を含めて)を遮る周囲物体がない場所に設置する。
- (3) 地表面温度の正確な測定は困難なことが多い。今回は棒状ガラス温度計感部の下半分を地中に埋め, 上半分を地上に出した状態での温度計の指示値を地表面温度の概略値とする。

b. 測定中の注意

- (1) 記録者は, 読取り値以外に気付いた事項をメモする。たとえば, 雲量, 風速の強弱など。
- (2) 日射計, 照度計, 光量子計および分光放射計の指示値の時間的変動が激しいことがある。読取り者は, 記録者から合図があったときの瞬時値のみでなく, 前後 1~2 分の変動にも十分注意して読取り値を決定する。

4. 測定結果の記入表

日射量および放射量は地面に向かう場合を正の符号, 天空に向かう場合を負の符号とし, 記入表(1)に記入する。

5. 測定結果の整理

- (1) 比較的正確に測定できたと思われる測定値を選んで、照度と全天日射量、全天日射量と光合成光子フラックス密度 PPF_D、および照度と光合成光子フラックス密度 PPF_D の関係を別々にプロットし、回帰直線を求めましょう。記入図(1)に記入しましょう。
- (2) 各測定時刻の太陽高度を下記のホームページより計算しよう。
<http://keisan.casio.jp/has10/SpecExec.cgi?id=system/2006/1185781259>
 大分県大分市牧 1666 番地 緯度: 北緯 33.232687 経度: 東経 131.651066
- (3) 太陽高度と直達日射量および、散乱日射量の関係を図示しよう(記入表(2)に記入しよう)。

$$\text{全天日射量} = \text{直達日射量} + \text{散乱日射量(天空日射量)} \quad (1)$$

- (4) 下向き長波放射量と上向き長波放射量は、気温と地表面温度から計算しよう。長波放射量はステファンボルツマンの法則を用いて計算しよう。ただし、地表面(芝生)の放射率は 1.00 と仮定とします。空の放射率は、下記の①あるいは②とします。

① 地上 1~2m の気温と快晴時の空の放射率の経験式 (Swinbank 1963)

$$\varepsilon_{ac} = 9.2 \times 10^{-6} T_a^2 \quad (2)$$

② 曇天日の大気の放射発散度 (Monteith & Unsworth (1990))

$$\varepsilon_a(c) = (1 - 0.84 c) \varepsilon_{ac} + 0.84 c \quad (3)$$

c: 雲が空を覆っている割合, ε_{ac} : (2) 式

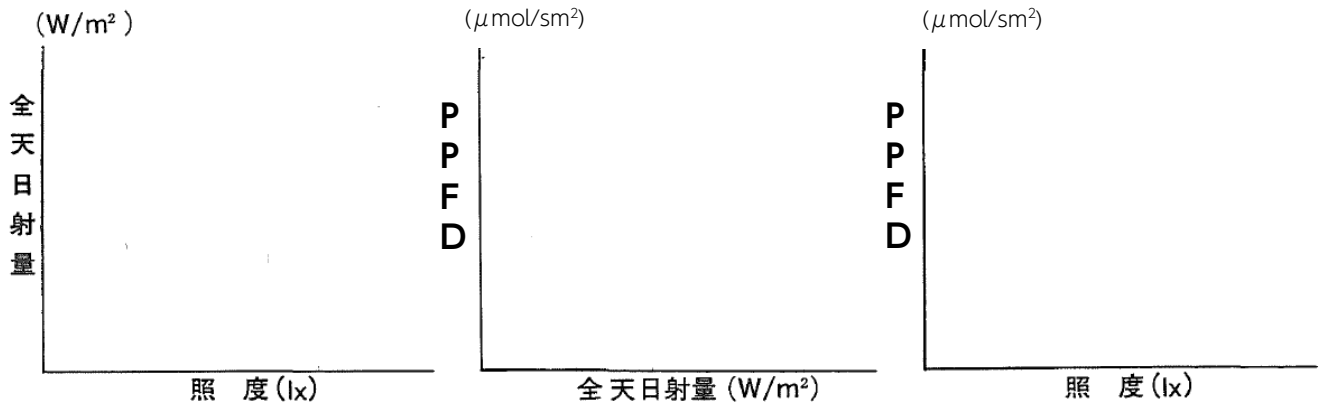
- (5) 全天日射量, 地面反射日射量, 地表面温度および気温の測定値を利用して, (2)式により純放射量を推定しよう。日射(短波放射量)の反射率をアルベドと呼びます。

$$\text{純放射量} = (\text{下向き短波放射量} + \text{下向き長波放射量}) + (\text{上向き短波放射量} + \text{上向き長波放射量}) \quad (4)$$

ただし、下向きの放射量を+(正符号), 上向きの放射量を-(負符号)とします。

記入表(1) 測定結果の記入表

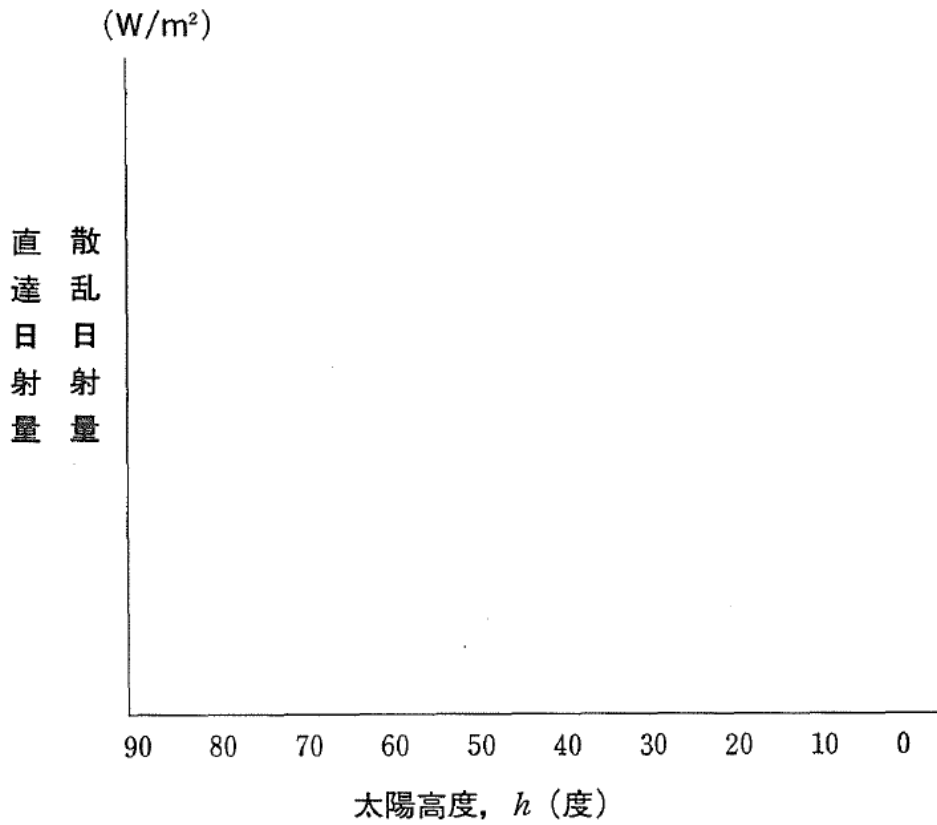
No.	時刻	全天日射量 (W/m ²)	地面反射日射 量(W/m ²)	散乱日射量 (W/m ²)	PPFD (μmol/sm ²)	照度 (lx)	地表面温度 (°C)	気温 (°C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								



回帰式 _____

相関係数 _____

記入図(1) 照度と全天日射量, 全天日射量と PPFD, および照度と PPFD の関係



記入図(2) 太陽高度と直達日射量および散乱日射量の関係

記入表(2) 純放射量の推定

No.	時刻	純放射量 (W/m^2)	下向き短波放射量 (全天日射量) (W/m^2)	上向き短波放射量 (反射日射量) (W/m^2)	下向き長波放射量 (大気放射量) (W/m^2)	上向き長波放射量 (地面放射量) (W/m^2)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

5. 問題

a. 次の用語の定義を要約して述べましょう

直達日射 _____

散乱日射(天空日射) _____

全天日射 _____

純放射 _____

大気(下向き長波)放射 _____

地面(上向き長波)放射 _____

短波放射 _____

長波放射 _____

照度 _____

PPFD _____

b. 次の測定器の測定原理を要約してみましょう.

日射計 _____

光量子計 _____

照度計 _____

d. 「照度と全天日射量」, 「全天日射量と PPFD」 「照度と PPFD」 の各グラフ上で, 回帰直線は原点の近くを通ったか。理由を付して答えましょう。

d. 上記二つの関係は直線で十分近似できましたか。

e. 上記各グラフ上の回帰直線の勾配の物理的意味について考えましょう。