

気象・水文観測実習

(1) 屋上緑化による熱環境への影響評価 ～微気象観測～

担当：植山・中桐

実習場所：生命環境科学域 B11 棟屋上

1. 実習の目的

屋上緑化が熱環境に及ぼす影響について、野外観測を通じて明らかにする。野外における微気象観測の基礎技術を習得し、観測において注意すべき点を学ぶ。

2. 原理

地表面における熱収支は、短波放射(S)と長波放射(L)の収支として以下のように表される。

$$\begin{aligned} R_n &= S \downarrow - S \uparrow + L \downarrow - L \uparrow \\ &= (1 - \text{ref})S \downarrow + L \downarrow - L \uparrow \\ &\cong H + IE + G \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 R_n は純放射量、 ref は地表面の反射率（アルベド）、 \downarrow は下向き、 \uparrow は上向きを表す。また、 H は顕熱フラックス、 IE は潜熱フラックス、 G は地中熱流量を表す。なお、“フラックス”とは、単位時間単位面積あたりに流れる物質またはエネルギーの量のことをいう。

ここで式(1)が満たされる環境下、すなわち、その他の熱の出入りを考えなくても良い場合には、純放射量 R_n と地中熱流量 G に加え、顕熱フラックス H か潜熱フラックス IE のいずれか一方を測定すれば、残るもう一つの項をこの式から推定することが出来る。このようにして顕熱フラックス H 或いは潜熱フラックス IE を推定する方法は熱収支法とよばれる。

3. 実習方法

生命環境科学域 B11 棟屋上の一画には、緑化プロットが設置されている。この実習では、水やりされていない緑化された屋上面（無灌水緑化面）、水やりされている緑化された屋上面（灌水緑化面）、と緑化されていない屋上面（非緑化面）の3箇所を観測機器を設置して純放射量 R_n 、地中熱流量 G 、潜熱フラックス IE の測定を行い、熱収支法を用いて顕熱フラックス H を推定する。緑化面と非緑化面、灌水と無灌水の緑化面で得られた各熱収支成分の結果を比較することにより、緑化や灌水が熱環境に及ぼす影響について評価する。

純放射量 R_n 及び地中熱流量 G は、それぞれ純放射計、地中熱流板を用いて測定する。潜熱フラックス IE については、土壌水分計を用いて土壌水分減少法により計測する。なお、非緑化面においては、潜熱フラックスは生じないものとする。

4. 使用機材

A グループ：屋上面観測用

- *純放射計 (HF-HFP01, Hukseflux, USA)
- *地中熱流板 (CN-11, Eko, Japan)
- *短波放射計 (ML-01-5, EKO, Japan)
- *通風乾湿計 (自作) *熱電対温度計
- *雨量計 (TE525-L25, Campbell Scientific Inc., USA)
- *データロガー (CR1000, Campbell Scientific Inc., USA)
- *鉄製ポール (3本)
- *直行クランプ (4個)
- *ケーブル類
- *防水ボックス
- *工具 (モンキーレンチ・ドライバー・水準器 等)
- *メジャー
- *ノートパソコン (B、C班と共用とする。)

B グループ：無灌水緑化面観測

- *純放射計 (HF-HFP01, Hukseflux, USA)
- *地中熱流板 (HF-HFP01, Hukseflux, USA)
- *短波放射計 (ML-01-5, EKO, Japan) (2個)
- *体積含水率計 (CS616, Campbell Scientific Inc., USA)
- *通風乾湿計 (自作) *熱電対温度計
- *データロガー (CR1000, Campbell Scientific Inc., USA)
- *鉄製ポール (3本)
- *クランプ (4個)
- *ケーブル類
- *防水ボックス
- *工具 (モンキーレンチ・ドライバー・水準器 等)
- *メジャー
- *ノートパソコン (A、C班と共用とする。)

C グループ：灌水緑化面観測

- *純放射計 (HF-HFP01, Hukseflux, USA)
- *地中熱流板 (HF-HFP01, Hukseflux, USA)
- *短波放射計 (ML-01-5, EKO, Japan) (1 個)
- *体積含水率計 (CS616, Campbell Scientific Inc., USA)
- *熱電対温度計
- *データロガー (CR1000, Campbell Scientific Inc., USA)
- *鉄製ポール (3 本)
- *クランプ (4 個)
- *ケーブル類
- *防水ボックス
- *工具 (モンキーレンチ・ドライバー・水準器 等)
- *メジャー
- * ノートパソコン (A、B 班と共用とする。)

5. 手順

1. 観測機器を屋上に運ぶ。
2. 測器の取り付け (当日、現地にて詳細な説明を別途行う)
 - *観測マストを組み立てる。
 - *観測機器を取り付ける。
 - *雨量計を観測マストの最高位置に取り付ける (内部の水準器で水平をとる)。(A 班のみ)
 - *地上 55 cm の高度に、純放射計を取り付ける。
 - C 班は、灌水緑化区の植生高が高いため、適宜、測定高度を高くする。
 - *地上 55 cm の高度に、日射計を水準器で水平を出して上下にそれぞれ取り付ける。
 - 日射量の計測は両班で共有するため、A 班、C 班は反射計測用の日射計のみ取り付ける。
 - C 班は、灌水緑化区の植生高が高いため、適宜、測定高度を高くする。
 - *地中熱流板を取り付ける。
 - 赤色面を上にして取り付ける。
 - A 班は、ダクトテープで貼り付ける。
 - 直接にテープで熱流板を貼り付けると、**熱流板がねちよねちよになるので、間に紙を挟む。**
 - B 班、C 班は、地中 1 cm のところに水平に埋設する。
 - *地上 70 cm の高度に、通風乾湿計を取り付ける。(A 班、B 班のみ)
 - 通風乾湿計のファンは、水がケーブルを伝ってファンに入り込まない向きに取り付ける。
 - *データロガーに観測機器からの信号線を配線する。

誤って配線をすると機器が故障する場合がありますので、慎重に行うこと。

*データロガーとパソコンとを接続して、測器が正しく動作しているかを確認する。

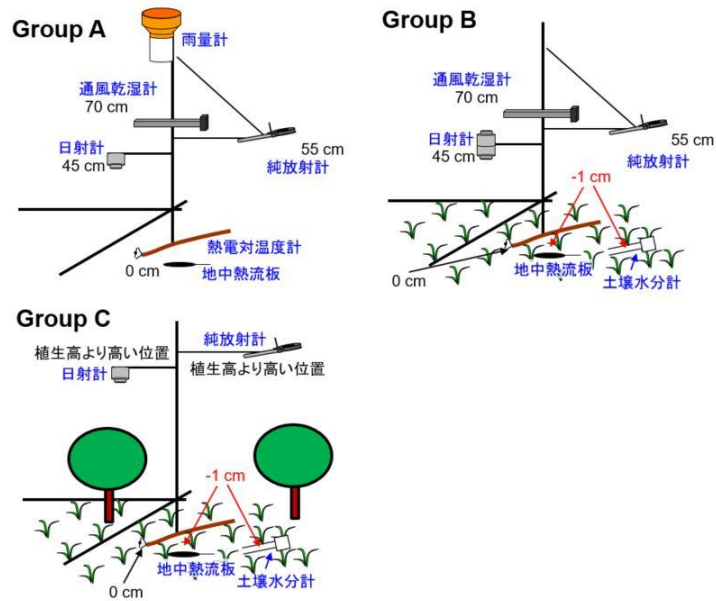


図 1. 測定機器の取り付けについての模式図

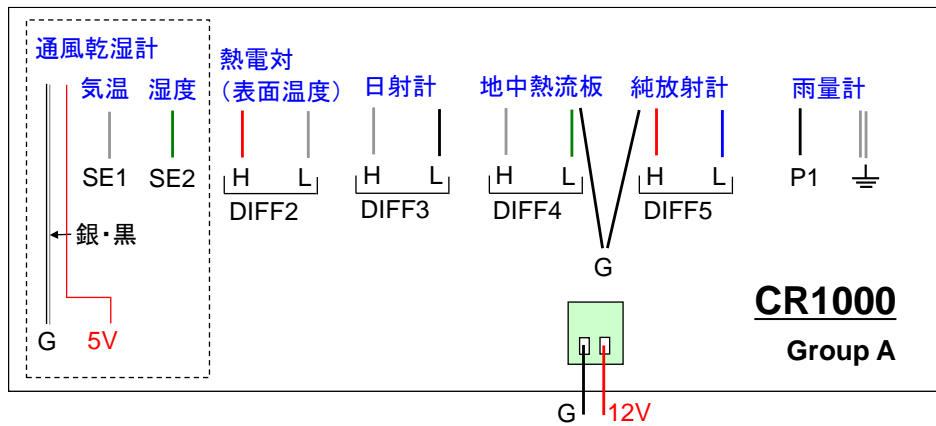


図 2. グループ A のロガー配線図

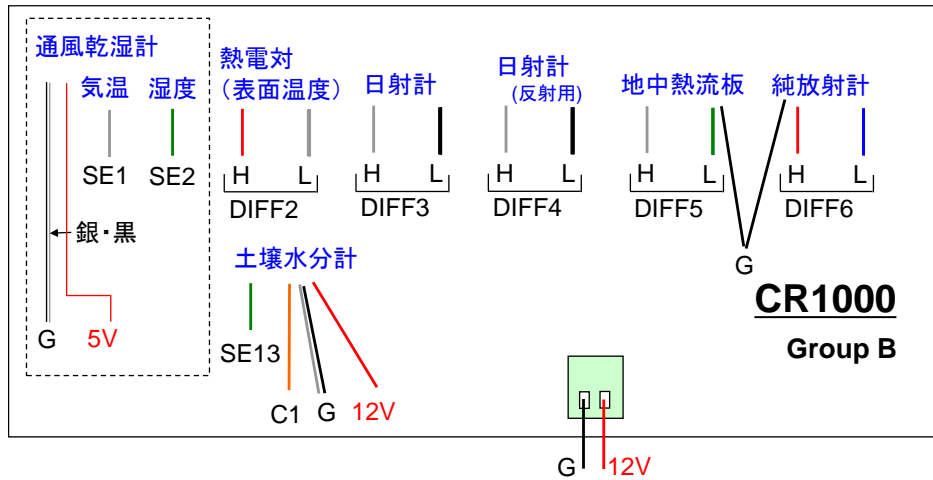


図 3. グループ B のログー配線図

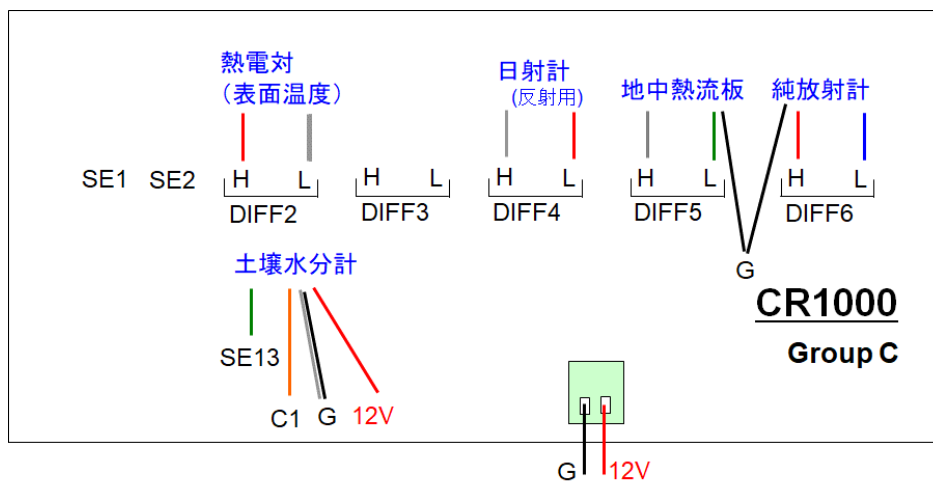


図 4. グループ C のログー配線図

7. データ整理と考察

後日に実施されるデータ解析演習にて、各測定データの整理および集計を行い、各自で“緑化、灌水が熱環境に及ぼす影響”について考察する。

8. レポート

データ解析演習に関する授業の後、1つのレポートを作成し提出すること。レポート作成に向けて、野外で作業を行っている間に、どのような手順で測定機器の調整、設置を行なったのか、また作業をする中で気付いた点、疑問点、感想などをメモしておくこと。取り付け時の植物の状況を記録するために、写真を撮っておくとレポート作成の考察時に役に立つ。

9. 参考資料

次回の実習までに下記の文献のうち、いくつかを読んでおくことが望ましい。

1. [ヒートアイランド対策 都市平熱化計画の考え方・進め方](#)
空気調和・衛生工学会編集, 2009 年
2. [都市の気候変動と異常気象 猛暑と大雨をめぐって](#)
藤部文昭
3. [建築熱環境](#)
坂本雄三
4. [ヒートアイランドの対策と技術](#)
森山正和編集
5. [気象ボックス 037 都市を冷やすフラクタル日除け](#)
酒井敏
6. [気象ボックス 029 ヒートアイランドと都市緑化](#)
山口隆子
7. [内陸都市はなぜ暑いか 日本一高温の熊谷から](#)
福岡義隆・中川清隆 編集
8. [知っておきたい都市緑化のQ&A](#)
財団法人 都市緑化機構 特殊緑化共同研究会 編著