

縦型負圧差灌漑の給水量とコマツナの生育評価

福井大学大学院 学生員 ○伊藤 雅基*
 福井大学工学部 正会員 福原 輝幸*
 （株）日本航空 伊藤 嘉男**

1. はじめに

筆者らは、これまでに、有効な灌漑節水方法の1つとされる多孔質管を用いた負圧差法に着目し、以下のような改良を加えてきた。即ち、多孔質管は産業廃棄物であるフライアッシュを原材料として作成することにより、安価な製造が可能になった。また、多孔質管の設置は加藤・手島¹⁾の水平方式に代わって、施工や管理のし易い、縦置き方式を提案した。さらに、縦型負圧差灌漑の土壌給水量に及ぼす土壌温度及び体積含水率の影響について調べた²⁾。

本研究では、アラブ首長国連邦（UAE）において縦型負圧差灌漑システムによるコマツナの栽培試験を実施して、給水量と生育との関係について考察した。

2. 実験概要

2.1 縦型負圧差灌漑システム

Fig.1 は、UAE の Ras Al Khaimah 首長国、Hamuraniyah 農場にあるビニルハウス（7.6m×33.9m）内で用いたソーラーパネル付き縦型負圧差灌漑システムである。灌水ポイント1から22までの22個の多孔質管（直径：0.25m、長さ：0.1m、透水係数： $k_p = 5.17 \times 10^{-7} \text{ m/sec}$ ）は、地表面に垂直に設置される。

給水システムはFig.2で示すように、貯水槽、シリコンチューブ、電動ポンプ（AS ONE製、最大流量：15g/sec）およびそれを稼働させるソーラーパネル（京セラ製、最大出力：24W、寸法：0.45m×0.54m）で構成される。各多孔質管をシリコンチューブで直列に連結させた後、多孔質管底部より低く設置された貯水槽から、電動ポンプで給水を行なう。なお、この給水は、配管内の空気の除去を促すことにもなる。

3. コマツナの栽培

3.1 灌水条件

灌水条件は、これまでの栽培試験結果³⁾を考慮に入れ、Fig.1に示す灌水ポイント1でコマツナを播種してから10日間は、発芽を促すために毎日約0.2kg、その後はさらなる節水を目的として、毎日約0.08kgの灌水が供給できるように設定した。上記灌水条件を満たすための設定負圧 P_n は、播種後10日間は $P_n = -0.1\text{m}$ 、その後は $P_n = -0.25\text{m}$ である。 P_n は多孔質管に取り付けたマノメータで読み取る。

3.2 栽培方法と生育評価

コマツナの栽培土は、砂砂漠を構成する厚さ0.4mのsandy soil（平均粒径 $D_{50} = 0.13\text{mm}$ ）であり、栽培試験は2004年10月21日から11月21日まで行われた。コマツナは、多孔質管の中心から約0.05mの位置に播種され、播種後10日、20日および30日（収穫前）にコマツナの高さおよび葉張りが、ノギスを用いて測定される。その際、高さは地表面からコマツナの最高部までとし、葉張りは真上から観て葉の広がり最大値とする。

キーワード：縦型負圧差灌漑，多孔質管，給水量，生育評価

* 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1 TEL 0776-27-8595 FAX 0776-27-8746

** 〒140-0002 東京都品川区東品川 2-4-11 JALビル TEL 0120-25-8600

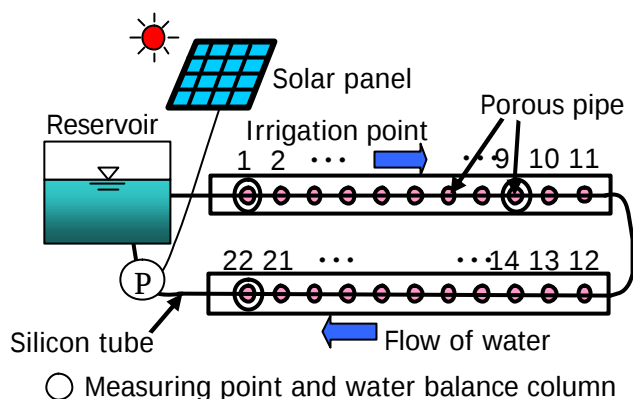


Fig.1 実験概要図

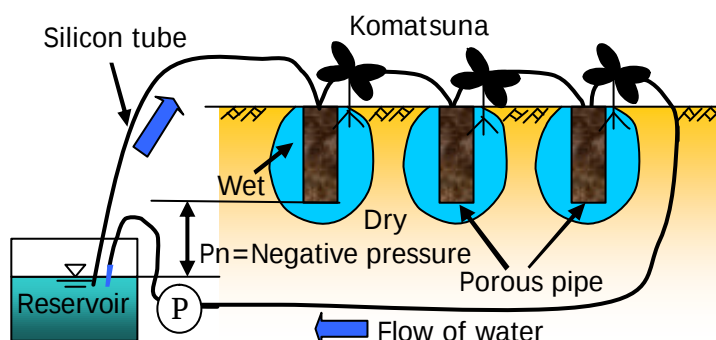


Fig.2 負圧差灌漑の給水方法

4. 実験結果および考察

4.1 微気象観測

Fig.3 は、11 月のビニルハウス内の平均気温および平均相対湿度の日変化を示す。平均気温は正午頃最高となり、約 48 になる。逆に、平均相対湿度は正午頃最低となり、約 20% になる。

4.2 灌水ポイントと日給水量

Fig.4 は、Fig.1 に示した灌水ポイント I_p と日給水量 W_s (kg) の関係を示す。 W_s は、貯水槽に最も近い灌水ポイント 1 で約 0.19kg、最遠の灌水ポイント 22 で約 0.02kg となり、灌水ポイントが増えるとともに減少する。この W_s と I_p ($=1 \sim 22$) の関係は、以下の指数関数で近似される。

$$W_s = ae^{bI_p} \quad (1)$$

ここに、 a と b は定数であり、 $a = 0.19$ 、 $b = -0.10$ となる。

4.3 負圧と日給水量

Fig.5 は、Fig.1 に示した灌水ポイント 1、9 および 22 における日給水量 W_s (kg) と負圧 P_n (m) の関係を示す。 W_s は、 P_n の絶対値が大きくなるに従って減少する。この W_s と P_n の関係は、次式で近似される。

$$W_s = ce^{dP_n} \quad (2)$$

ここに、 c と d は定数であり、 $c = 0.25$ 、 $d = 4.34$ となる。

4.4 生育評価

Fig.6 の (a) および (b) は、播種後、10 日、20 日および 30 日におけるコマツナの高さおよび葉張りをそれぞれ示す。プロットのない灌水ポイントは、コマツナが害虫により発芽できなかったためである。播種から 20 日までは、各灌水ポイントにおいてコマツナの生育に大きな差は見られなかった。しかし、30 日後では高さおよび葉張りとも、灌水ポイントで違いが見られ、灌水ポイント 10～19 のコマツナは、灌水ポイント 1～5 のそれに比べて生育が悪い。生育の違いが生じた灌水ポイント 7 前後の W_s は、式 (1) より約 0.1kg となる。

これより、本栽培試験条件下では約 0.1kg の W_s が生育の限界日給水量に相当すると考えられる。

5. おわりに

本研究より、アラブ首長国連邦 (UAE) で行われた縦型負圧差灌漑システムによるコマツナの栽培試験は、植物の生育に必要な最低日給水量を推定する上で有効と考える。

参考文献)

- 1) 加藤 善二・手島 三二：負圧差灌漑の原理と基礎的検討，農土論集 101，pp.46～54，1982
- 2) 伊藤 嘉男・福原 輝幸・伊藤 雅基：縦型負圧差灌漑 (VNPD Irrigation) の温度・水分に及ぼす影響に関する考察，土木学会第 59 回，年次学術講演会講演概要集，2-014，pp.27-28，2004
- 3) 伊藤 嘉男：Negative Pressure Difference Irrigation System，福井大学修士論文，pp.33～43，2003

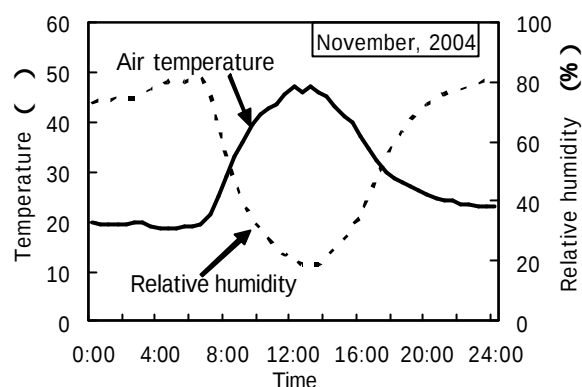


Fig.3 平均気温と平均相対湿度

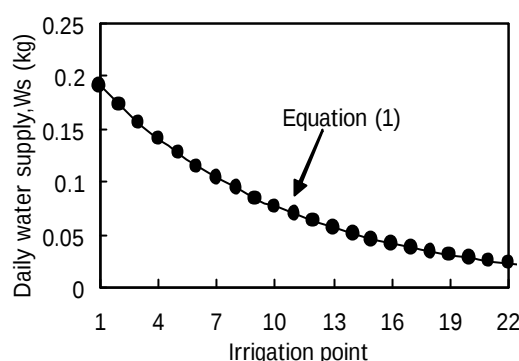


Fig.4 日給水量と灌水ポイントの関係

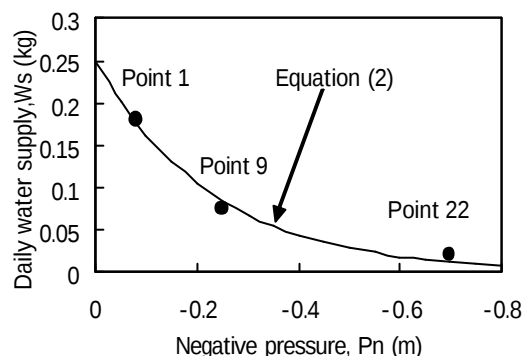


Fig.5 日給水量と負圧の関係

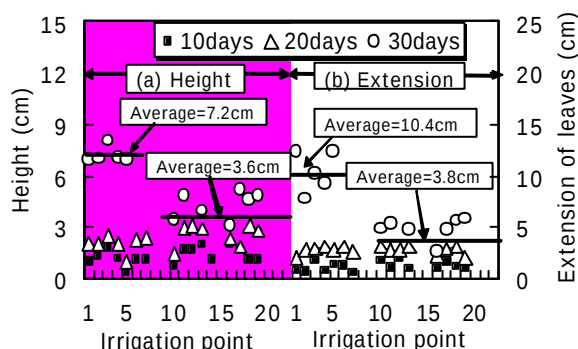


Fig.6 コマツナの高さと葉張り