

縦型負圧差灌漑の蒸発・温度上昇抑制と小松菜の生育評価

(社) 近畿建設協会 正会員 ○伊藤 雅基*
 福井大学大学院 学生員 寺崎 寛章**
 福井大学工学部 正会員 福原 輝幸**

1. 研究背景・目的

これまでに筆者らは負圧差灌漑法に着目し、同法のもつ土壌への給水特性について系統的に研究を行ってきた¹⁾。従来の方法は多孔質管を土壌中に水平に埋設する方式であったが、この方式では多孔質管から貯水槽の間で生じる水流が途切れた場合、その箇所が識別できず、水流の復元が難しい欠点があった。そこで、こうした問題を克服するために、筆者らは多孔質管を縦に設置する縦型負圧差灌漑 (NPDI)²⁾を提案した (Fig. 1 参照)。2005 年度では、NPDI による小松菜の限界日給水量を明らかにした³⁾。

引き続き本研究では、アラブ首長国連邦において NPDI による小松菜の節水栽培試験を実施し、蒸発量、土壌温度および生育について点滴灌漑 (Drip) との比較・考察を行った。

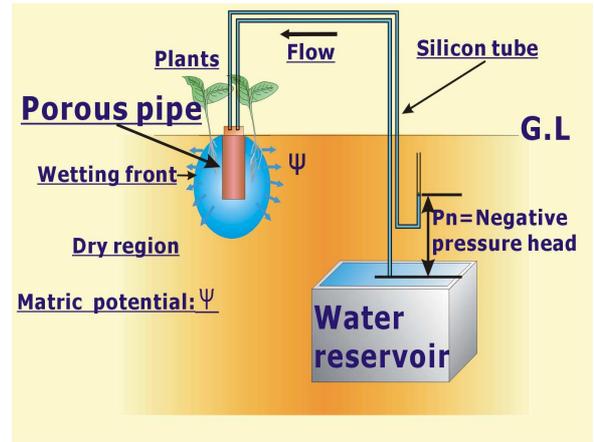


Fig. 1 縦型負圧差灌漑の原理

2. アラブ首長国連邦における栽培試験

2.1 実験概要

栽培試験は、UAE の Ras Al Khaimah 首長国にある Hamuraniyah 農場内のビニルハウスで 2005 年 10 月 10 日～11 月 20 日に亘って実施された。

Fig. 2 は、ビニルハウス (7.6m×33.9m) 内の実験概要を示す。同図 (a) は、24 個の多孔質管を用いた縦型負圧差灌漑システム、(b) はソーラーパネル、(c) は NPDI の畝 (Lane1,2) と Drip の畝 (Lane3)、および (d) は電力供給システムをそれぞれ示す。多孔質管は直径： $D=0.025m$ 、長さ： $L=0.1m$ および透水係数： $K_p=5.17 \times 10^{-8}m/sec$ である。

給水システムは、貯水槽、シリコンチューブ、電動ポンプ (AS ONE 製、最大流量： $1.5 \times 10^{-5}m^3/sec$)、インバータ (DC12V ⇒ AC100V)、コンデンサー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。

また、灌水量は Drip および NPDI (Irrigation point 1, Fig. 2 (a) に記載) とともに毎日 0.3l とし、点滴灌水は夕方 5 時から 10 分間に亘り行った。なお、貯水槽は日射を遮るように設置され、水温の上昇抑制に努めた。

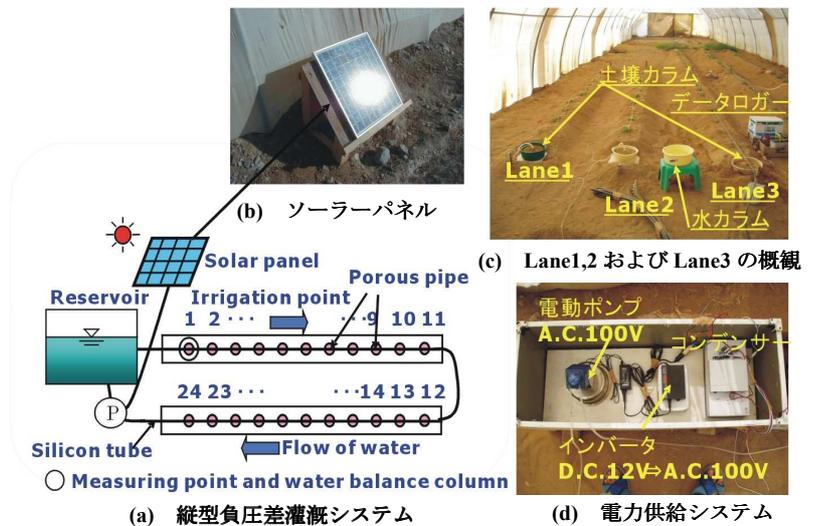


Fig. 2 実験概要図

キーワード：縦型負圧差灌漑，多孔質管，蒸発量，土壌温度，生育評価

* 〒540-0037 大阪市中央区平野町 2-1-9 TEL : 06-6941-3477 Fax : 06-6947-1083

** 〒910-8507 福井市文京 3-9-1 TEL : 0776-27-8595 Fax : 0776-27-8764

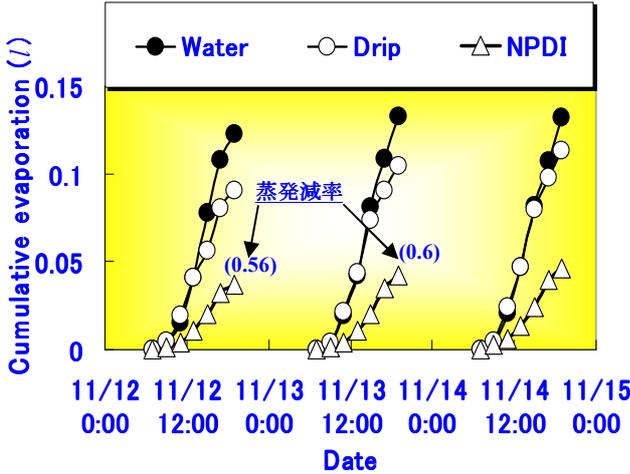


Fig. 3 積算蒸発量の経時変化

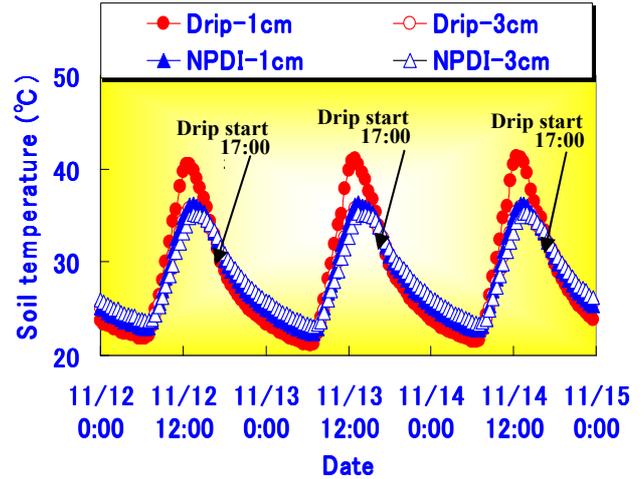


Fig. 4 土壌温度の経時変化

3. 実験結果

3.1 縦型負圧差灌漑の蒸発抑制効果

Fig. 3 は、水カラム (Water)、点滴灌漑土壌カラム (Drip) および縦型負圧差灌漑土壌カラム (NPDI) の積算蒸発量の経時変化をそれぞれ示す。NPDI の積算蒸発量は、測定開始直後から Drip や Water の積算蒸発量よりも小さく、蒸発抑制効果が認められる。実験開始 12 時間後の最終積算蒸発量は、Water では約 0.13l、Drip では約 0.09l および NPDI では約 0.04l となり、NPDI の最終蒸発量 Q_{EN} は、Drip のそれ Q_{ED} の約 0.44 倍となった。そこで、 $(1 - Q_{EN} / Q_{ED})$ を蒸発減率と呼び、Fig. 3 中の () に示す。この蒸発減率は、主として多孔質管から土壌内部への給水に伴う地表面湿潤面積の減少に依存する。

3.2 縦型負圧差灌漑の温度上昇抑制効果

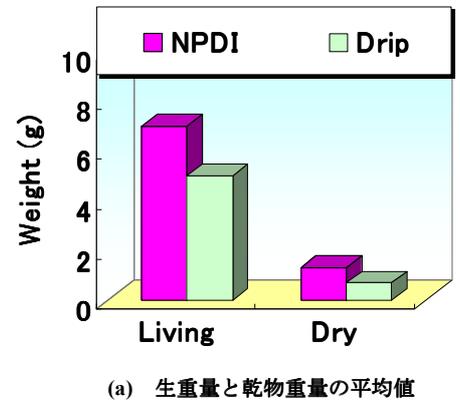
Fig. 4 は、Drip と NPDI の土壌表面から深さ 1cm および 3cm の地温の経時変化を示す。Drip および NPDI とも地温は、6:00 頃に最低、13:00 頃に最高となる。17:00 以降の夜間における Drip の地温は、灌水に伴う顕熱と蒸発潜熱の影響を受けて NPDI のそれより低い。しかしながら Drip (-1cm) の日中の温度は、NPDI (-1cm) より 5~6°C 高くなった。この理由として、Drip では昼間土壌への水供給はないが、NPDI では 8:00~17:00 頃までの間で土壌表面温度よりも低い流体が土壌内へ給水されることによる顕熱効果が考えられる。

3.3 小松菜の生育評価

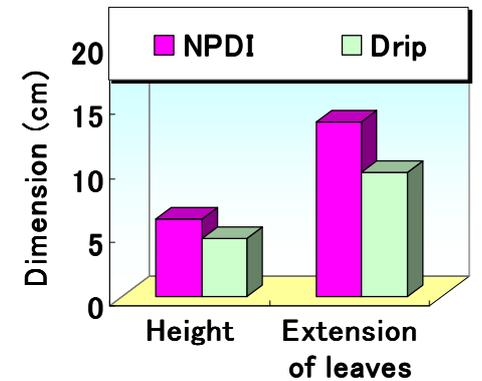
Fig. 5 (a) は、各試験区 (サンプル数: NPDI-21 個, Drip -21 個) の小松菜の生重量および乾物重量の平均値を、Fig. 5 (b) は高さおよび葉張りの平均値をそれぞれ示す。NPDI の生重量と乾物重量は、Drip のそれぞれ約 1.4 倍および約 1.8 倍であった。さらに小松菜の高さは Drip より NPDI の方で約 1.3 倍、および葉張りは約 1.4 倍それぞれ大きくなった。

4. 結論

UAE で行った縦型負圧差灌漑と点滴灌漑を用いた蒸発・地温抑制および生育評価の試験結果から、縦型負圧差灌漑は乾燥地での栽培に有効であると考えられる。



(a) 生重量と乾物重量の平均値



(b) 高さと葉張りの平均値

Fig. 5 小松菜の生育評価

- <参考文献> 1) 高橋 利通：縦置き型多孔質管を用いた負圧差灌漑の給水性能に関する実験的研究，福井大学卒業論文，pp.21~33，1999
 2) 伊藤 雅基：縦型負圧差灌漑の土壌熱・水分移動解析と栽培試験への適用，福井大学修士論文，pp.4~5，2005
 3) 伊藤 雅基：縦型負圧差灌漑の土壌熱・水分移動解析と栽培試験への適用，福井大学修士論文，pp.54~60，2005