

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：15201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25660018

研究課題名(和文)作物への連続的土壌乾燥インパクト評価のためのプロファイル灌漑システムの開発

研究課題名(英文)Profile Irrigation System Changing Soil Moisture Condition along Soil Depth for Evaluation of Drought Escape in Crop Plants

研究代表者

小葉田 亨 (Kobata, Tohru)

島根大学・生物資源科学部・教授

研究者番号：60186723

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：表層から深層にかけて土壌水分が徐々に増加する土壌水分分布プロファイルを作る2方法を試みた。タイプ1は灌水チューブを土壌1mまで挿入し深さ別(0から0.9m)に水を出すものと、タイプ2は挿入する深さを変えて先端から給水し深度を変えるものである。タイプ1を鳥取県砂丘地に、タイプ2を西オーストラリアの雨よけ圃場に設置し、深根性の異なるイネおよび春コムギを栽培した。その結果、給水位置が深くなるにつれて土壌水分が多くなり、浅根品種ほど深層給水条件下で乾物生産、気孔伝導度や緑葉色が低下し品種の回避性評価ができた。ただし、タイプ1では全層灌水区で水分過剰の影響がみられたためタイプ2が優れているとみなされた。

研究成果の概要(英文)：Two types of irrigation system were designed to simulate an increase in soil water content along soil depth under rain fed drought conditions. The type 1 is that irrigation tubes of one meter are inserted into soils and water is supplied from small holes at different distances (0-0.9m) from the soil surface. The type 2 is that irrigation tubes of different length supplying water from the tube tip are inserted into soils. The type 1 and 2 was tested in sandy field under rain protect shelters in Tottori and in Western Australia where two rice and spring wheat cultivars having different root depth were grown, respectively. Soil water contents increased with an increase in soil depths and higher dry matter at harvest, stomatal conductance and SPAD value in the deep root cultivar were maintained. In type 1, the effect of water excess in the full irrigate plots was observed. The irrigation system 2 would be available for evaluation of deep root system as drought escape of crops.

研究分野：作物学

キーワード：干ばつ 灌漑装置 土壌深度 深根性 イネ 春コムギ

① 研究開始当初の背景

(1) 土壌水分に対する作物の反応は直線的ではなく、閾値を持つことがある。したがって、作物の土壌水分反応は連続した土壌水分に対する反応としてとらえる必要がある。

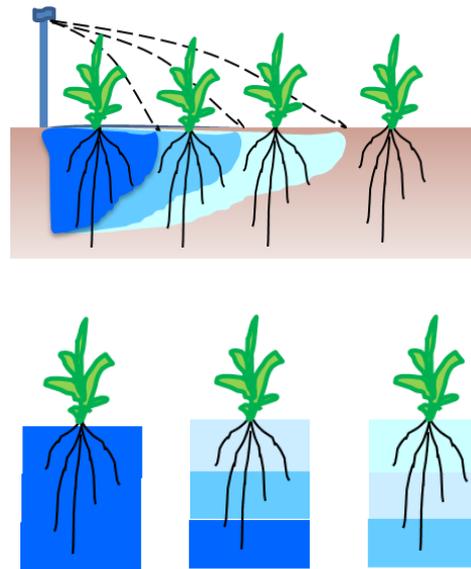
(2) 降雨不足による干ばつの場合、土壌乾燥は土面表層から深層に進行する。ラインソース・スプリングラー(Turner et al., 1975 他)は、スプリングラーからの距離によって圃場の土壌水分状態を連続的に変化させることができるものの、土壌水分は深層から表層に高くなり、小雨による干ばつ条件下で表層から起きる実際の土壌乾燥条件を再現していない(第1図)。

(3) 連続的なより実際に近い深度土壌水分状態をコントロールできる灌漑実験システムは現状ではない。

② 研究の目的

(1) 根系による水吸収は作物生産において極めて重要な過程である。特に、土壌乾燥条件下では最も大きな生産限定要因の一つである。また、水分吸収は作物の土壌からの養分吸収とも密接な関係がある。作物生産への土壌水分の影響評価、品種特性評価においては、単独の土壌水分に対する影響としてではなく、より自然状態に近い条件の基で連続的な反応として把握されなければならない。なぜならば、作物への土壌水分の影響は線形ではなく土壌水分状態に対する最適値や閾値を持つことが多いからである。

(2) しかし、このような実験システムは現在実用化されていない。そこで、申請者は圃場において土壌深度に応じて土壌水分状態が高くなるなど、より実際に近い条件下で作物生産反応や品種間差を評価するプロフィール灌漑システムの開発を行う。

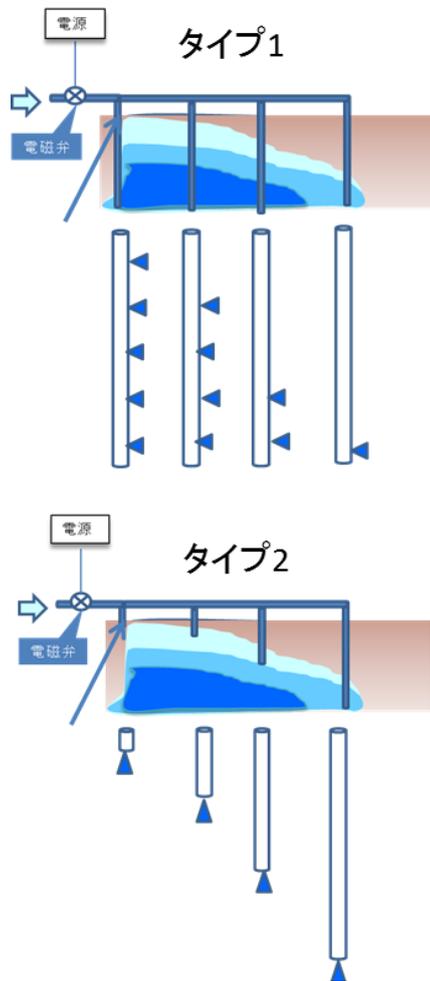


第1図 ラインソーススプリングラーによる土壌水分分布(上)と干ばつ条件における土壌水分分布(下)。

③ 研究の方法

(1) 初年度に連続的かつ上層から下層に水分が増える土壌水分のプロフィールを形成するための最適な給水装置の開発を試行した(第1図)。土壌表面から深層にかけて土壌水分が徐々に増加する干ばつ条件下で起こる自然な土壌水分分布プロフィールを作るために二つの装置を作った。一つは灌水チューブを土壌1mまで挿入し深さ別(0 から 0.9m)に水を出す位置を変え

るタイプ1と、先端から給水して挿入する深さを変えて給水深度を変えるタイプ2である(第2図).



第2図 灌水方法の異なる二つの土壤水分プロフィール灌水装置

(2) 次年時以降は降雨遮断条件における深根性の異なるイネの作物栽培試験, その後最適なシステムによる地中海性気候のフィールド条件での深根性の異なるコムギ栽培への実証実験に展開し, 作物の生理・生産パラメーターとの関係から装置の有効性と汎用性を確立する.

④ 研究成果

(1) 灌水は塩ビ管よりも圧力のかかる灌水チュ

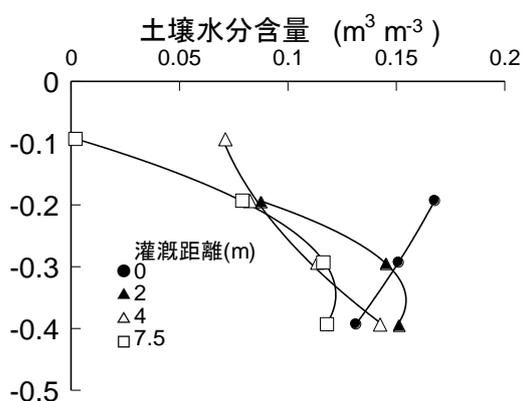
ーブが均一な水供給のために適切であることが明らかになったので, 水道栓に繋いだ自動灌水装置から灌漑チューブを分岐させたタイプ1を鳥取県園芸試験場弓ヶ浜試験地において雨よけハウス内で試験を行った. 浅根性品種の水稲日本晴と深根性の陸稲ハタキヌモチを育苗後, 4×8mの畑に一条毎に各品種を株間0.12m 畦間0.3mで移植した(第3図a).



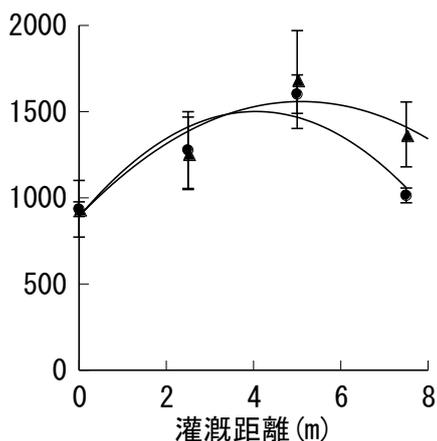
第3図 鳥取県弓ヶ浜(a)と西オーストラリア(b)における灌漑装置の実験状況.

土壌水分は 1m の深さまで設置した筒に TDR を挿入して定期的に測定した。

その結果、土壌水分は 40cm の深さまで表層から深層に向かって増えるという勾配を示し(第4図)、深根性品種のハタキヌモチの気孔伝導度(データはなし)と収穫期乾物重は浅根性品種日本晴よりも高い傾向を示した(第5図)。



第4図 灌漑処理後20日目の灌漑距離(0: 全層灌漑区)による土壌水分プロフィール。鳥取県弓ヶ浜。タイプ1、各点は3反復の平均値。



第5図 タイプ1で浅根性品種日本晴(●)と深根性品種ハタキヌモチ(▲)を灌漑した時の収穫期地上部重の灌漑距離による変化。0が全層灌漑。3反復の平均値と標準誤差を示す。

ただし、全層から灌漑した区(0)で乾物重が低い傾向が見られ、これは砂地で過剰な灌漑によって土壌養分が流亡するなどしたためと考えられた。

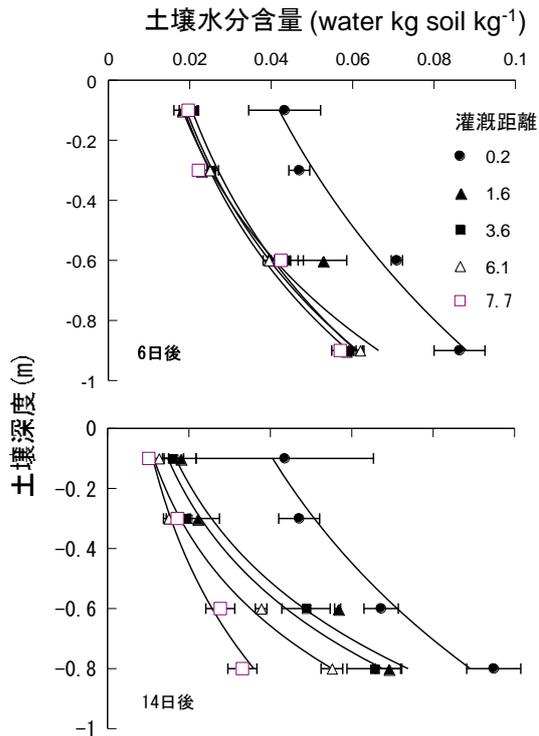
(2) タイプ1による全層灌漑区における水分過剰を起こさないために、先端からのみの灌水によって全ての灌漑距離によらず同様の水分量を灌水できる深さの異なるチューブを土壤に埋めるタイプ2を西オーストラリア州パースの西オーストラリア大学の温度コントロール実験用雨よけハウス内に設置した。春コムギの根性品種の Wyalkatche と浅根性品種の Spear を二棟のハウスにそれぞれ栽培した。

開花期までは灌漑を十分行い、その後灌水装置によって異なる深さの灌漑を行った。敵機的に土壌水分は直径 1cm のアルミパイプを打ち込んで土壤を採取し、乾燥法によって求めた。

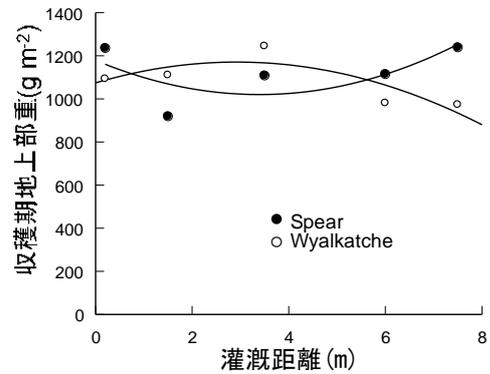
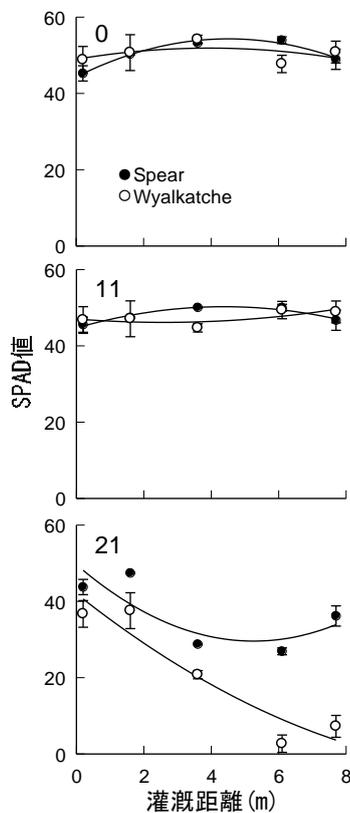
その結果、灌漑処理後日が経つごとに給水位置が深くなるにつれて土壌水分が多くなり(第6図)、浅根品種ほど深層給水条件下で緑葉色が低下し(第7図)、収穫期地上部重が最も深い灌漑区で低下する(第8図)など灌漑装置によるコントロールと品種の回避性の評価ができた。

以上から、タイプ2が深根性品種の乾燥回避性を評価するために適切な装置であるあると結論された。

第7図 灌漑後の二品種の SPAD 値の変化.



第6図 灌漑後の土壌水分プロファイル. それぞれの点は2反復の平均値と標準誤差を示す.



第8図 収穫期の二品種の地上部重.

<引用文献>

Turner, N. C., O'Tool, J. C., Curz, R. T., Namuco, O. S. and Ahamd, S. Response of seven diverse rice cultivars to water deficits 1. Stress development, canopy temperature, leaf rolling and growth. *Field Crops Res.* 13: 257-271. 1986.

5. 主な論文発表等

[雑誌論文](計3件)

- ① Mitsui, T., Yamakawa, H. and Kobata, T. Molecular physiological aspects of chalking mechanism in rice grains under high-temperature stress. *Plant Prod. Sci.* 19: 22-29. 2016.
- ② Kobata, T., Yoshida, H., Masiko, U. and Honda, T. Spikelet sterility is associated with a lack of assimilate in high-spikelet-number rice. *Agron. J.* 105:1821-1831. 2013.
- ③ Kobata, T., Shinonaga, M., Yoshida, H., Tomisaka, K. and Akai, K. Stay-green trait assessment using the leaf incubation method to examine the maintenance of assimilation rates under high temperature conditions during the grain-filling period in rice. *Plant Prod. Sci.* 18: 254-266. 2015.

[学会発表](計2件)

- ① 小葉田 亨・青山芹菜・Jairo A. Palta 作物の干ばつ回避性評価のためのプロファイル灌漑システム. 第241回日本作物学会講演会, 2016年3月28~29日, 茨城大学.
- ② Kobata, T., Haruka Yoshida, H., Mashiko, Y., Honda, T. and Ishi, H. Spikelet

sterility will play a role for reducing grain yield in high yielding rice under future sunshine reduction 第8会アジア作物学会議, 9月23-25日, ハノイの国立農業大学(ベトナム), 2014.

[その他]

ホームページ等

http://www.life.shimane-u.ac.jp/gakubu_annai/kyoin_ichiran/gakubu_shozoku/kobata.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小葉田 亨 (Kobata Tohru)

島根大学・生物資源科学部・教授

研究者番号: 60186723