

令和 5 年 5 月 22 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06307

研究課題名(和文) 土壌水分・熱移動モデルと種子出芽モデルによる野菜播種時の最適な灌水方法の提案

研究課題名(英文) Irrigation scheduling for enhancing seed emergence rate of vegetables in agricultural fields during summer season

研究代表者

亀山 幸司 (Kamayama, Koji)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農村工学研究部門・上級研究員

研究者番号：90414432

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、夏期の高温干天時におけるニンジン播種期の出芽を安定化させるための最適な灌水方法を提案することを目的に、ニンジン種子の室内発芽試験と圃場出芽試験を実施した。発芽試験の結果、35℃ではニンジン種子は発芽が不可能なことが明らかとなった。次に、灌水条件を変えた圃場試験においてニンジン種子の出芽試験を行った。深さ2cmでの地温は昼間には45℃、夜間には20℃と劇的に変動することが示された。試験結果から、夕方灌水が夜間の発芽環境の改善に有効であり、夏季の出芽を安定化するために夕方灌水が効果的と考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

野菜類の種子出芽の安定化は、計画的な生産・出荷において極めて重要であり、畑作農家の収益に直結する問題である。このため、本研究は、土夏期の高温干天時におけるニンジン播種期の出芽を安定化させるための最適な灌水方法を提案することを目的に研究を実施した。

研究成果の概要(英文)：Enhancement of emergence rate is important to ship systematically products for vegetable productions in outdoors. Because germination and emergence are affected dominantly by water and temperature in surface soils, irrigation management after sowing is of particular importance. In this study, emergences of carrot seeds were measured to investigate proper irrigation scheduling for enhancement of emergence rate in summer. Soil temperatures were varied from 20℃ in nighttime to 45℃ in daytime in all plots. Because carrot seeds could not germinate over 35℃ in the laboratory test, seeds might germinate in nighttime. Experimental results showed that irrigation in the evening can be effective to increase soil water potential in nighttime and therefore enhance emergence rate of carrot seeds in summer.

研究分野：土壌物理，畑地灌漑

キーワード：出芽 夏季 野菜生産 土壌水分 地温 夜間

1. 研究開始当初の背景

畑地灌漑施設の導入は畑作物の計画的な生産・出荷を容易にし、畑作農家の経営の強化に貢献している。例えば、夏場に播種するニンジンでは、干天が続くと出芽率の低下や出芽の遅れが生じ、最終的に収量の減少や収穫期の遅れが生じる。このように、野菜類の種子出芽の安定化は、畑作農家の経営に直結する問題であり、播種期の灌水による土壌水分管理が極めて重要となる。ただし、播種期の灌水について特に定まった方法はなく、技術書を見ても「地表面が乾いたときに十分な量を灌水する」としか示されていないのが現状である。畑地の地表面は、高温干天時にはすぐに乾燥するため、夏期の灌水作業は農家にとって非常に大きな負担となっている。このため、播種期の最適な灌水スケジューリングが明らかとなれば、種子出芽の安定化による経営面への貢献だけでなく、自動化等による灌水作業の省力化により営農面にも貢献できると考えられる。

2. 研究の目的

種子の発芽や出芽は地表面の水分や地温が支配的に影響するため、播種後の灌水管理が特に重要である。そこで、本研究では、夏季播種期における出芽安定化のための適切な灌水スケジューリングを検討するため、ニンジン種子の室内発芽試験と圃場出芽試験を行った。

3. 研究の方法

ニンジン種子の発芽試験をチャンバー内で行った。まず、ポリエチレングリコール6000(PEG)溶液を利用して、 -0.1 、 -0.2 、 -0.3 、 -0.4 、 -0.5 MPa (25°C) のポテンシャルの溶液を準備した。なお、脱イオン水のみを 0 MPa とした。2重にした濾紙をペトリ皿に置き、ポテンシャルを調整したPEG溶液を濾紙にしみ込ませた。濾紙上に50粒のニンジン種子を置き、 20 、 25 、 30 、 35°C にそれぞれ設定したチャンバー内にランダムに静置した。ポテンシャル・温度条件毎に4反復で試験を実施した。播種後2、3、4、6、8、10、12、14日目に発芽した種子(種子根2mm以上)数を記録し、数え終えた種子はその都度除去した。なお、適宜加水調整して、乾燥しないよう留意した。

次に、黒ボク土圃場において、4種類の灌水条件(N:無灌水区、M:朝(9時)1回5mm灌水区、E:夕方(16時)1回5mm灌水区、ME:朝夕2回各2.5mm灌水区)で発芽試験を実施した。1区画あたり $1.1\text{m} \times 1.1\text{m}$ 、区画間距離2m、4反復、乱かい法で試験区を設定した。1区画につき100粒の種子を10cm間隔で約0.5cm深さに埋設した(2021年8月3日)。出芽率は1~2日間隔で観測した。土壌表面上に芽が出現した数を記録し、数え終えた種子はその都度除去した。また、各区画において深さ約2cmの土壌水分ポテンシャル・地温をTEROS-21、Em50データロガーを用いて観測した。灌水は、ジョーロを用いて人力で行った。なお、灌水イベント間において日灌水量(5mm)を超える降雨があった場合、次の灌水は行わなかった。また、灌水を行うタイミングに降雨がある場合についても、その回の灌水を行わなかった。

4. 研究成果

Figure 1 に異なる水分ポテンシャル(0 、 -0.1 、 -0.2 、 -0.3 、 -0.4 、 -0.5 MPa)、温度(20 、 25 、 30 、 35°C)条件におけるニンジン種子の発芽率を示す。発芽試験の結果、ニンジン種子は 35 以上では発芽できないことが明らかにされた。また、 30 以下の温度条件においては、水分ポテンシャルの増加とともに発芽率が増加した。

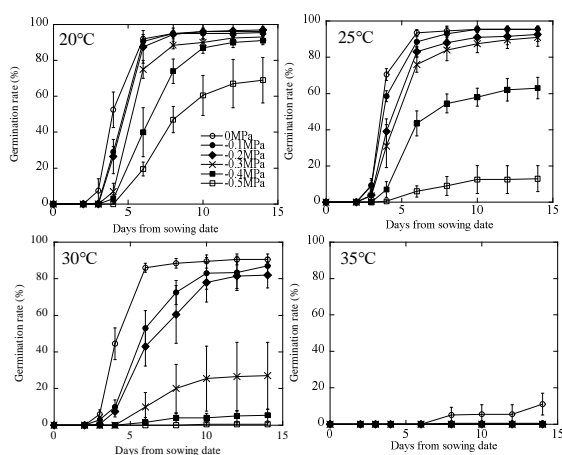


Figure 1. Germination rate of carrot seeds in Petri dishes at different water potentials (0 , -0.1 , -0.2 , -0.3 , -0.4 and -0.5 MPa) and temperatures (20 , 25 , 30 and 35°C) ($n=4$).

出芽試験を行った圃場の日降水量と日灌水量を Figure 2 に示した。播種日(2021年8月3日)から8月7日の間には降雨がなかった。このため、その間の灌水イベントは毎回行われた。

また、8月8~9日と8月14~15日には、多量の降雨があった。このため、8月8~10日と8月13~16日の灌水イベントは行われなかった。

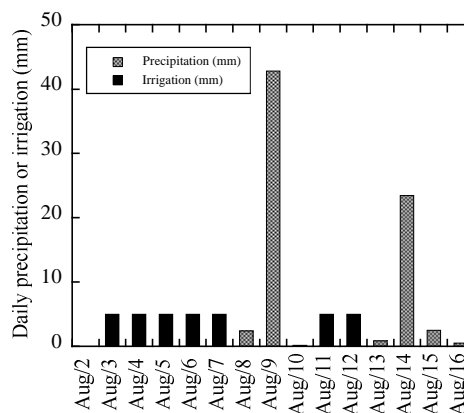


Figure 2. Daily precipitation and irrigation during field seeding emergence test.

各試験区の地表面から深さ約 2 cm の地温の変動を Figure 3 に示した。地温は、夜間は 20℃、昼間は 45℃ と劇的に変動した。なお、試験区間で地温は有意に変わらなかった。

発芽試験の結果から、35℃ 以上ではニンジン種子が発芽できないことが明らかとされているため(Figure 1)、今回の圃場では夜間の温度帯を利用してニンジン種子は発芽していると推察される。

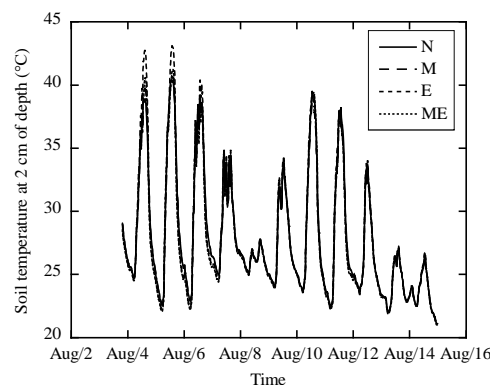


Figure 3. Soil temperature at 2 cm of depth for each irrigation treatment ($n=4$).

各試験区の地表面から深さ約 2 cm の土壌水分の変動を Figure 4 に示した。土壌水分ポテンシャルは、無降雨期間(8月3~7日)の夜間においては、夕方からの灌水を行った E 区が最も高く推移した。

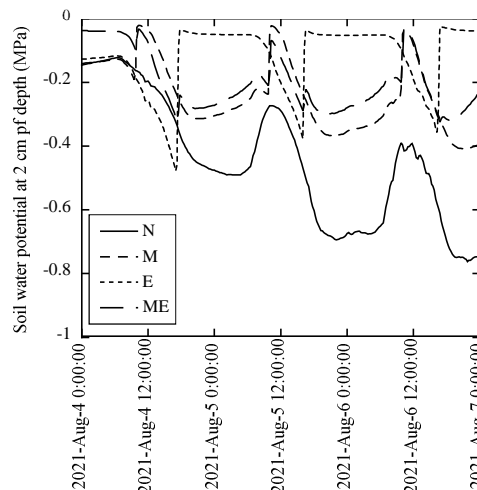


Figure 4. Soil water potential at 2 cm of depth for each irrigation treatment during no precipitation period (Aug4-6) ($n=4$).

各試験区の出芽率の変化を Figure 5 に示した。14 日目の出芽率を比較すると、E 区の出芽率が他の試験区よりも有意に高かった。この結果は、夏季のニンジン種子の出芽を安定させるために夕方灌水の有効性を示唆している。今回の圃場では、昼間には地表面付近の地温が 45℃ 付近まで増加するため、ニンジン種子の発芽は 20℃ 付近まで低下する夜間の温度帯(Figure 3)を利用している可能性が高い。

夕方灌水は、夜間の土壌水分を高めることから(Figure 4)、夜間の発芽環境の改善に効果的であり、夏季のニンジン種子の出芽率を安定化に有効であると考えられる。

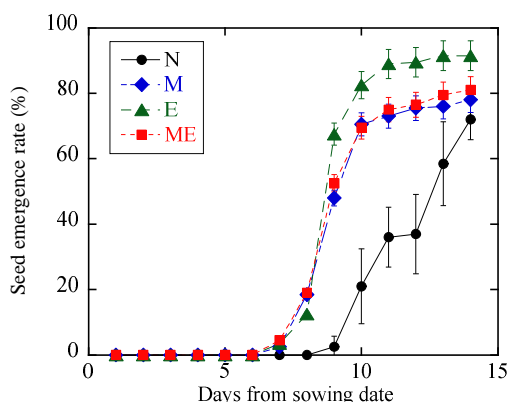


Figure 5. Emergence rate of carrot seeds for each irrigation treatment ($n=4$).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 亀山 幸司、濱田 康治、宮本 輝仁、岩田 幸良	4. 巻 91
2. 論文標題 多成分溶質移動モジュールを用いた再生水灌漑時の土中溶質移動解析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 農業農村工学会論文集	6. 最初と最後の頁 IV_13 ~ IV_16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11408/jsidre.91.IV_13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 亀山幸司、宮本輝仁、岩田幸良
2. 発表標題 夏季におけるニンジン種子出芽安定化のための灌水方法の検討
3. 学会等名 農業農村工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 亀山幸司、宮本輝仁、岩田幸良
2. 発表標題 Effect of soil water potential and temperature on carrot seed germination under irrigation management
3. 学会等名 The XX CIGR World Congress 2022（国際学会）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------