

氏 名	さ とう たか ひろ 佐 藤 孝 宏
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1558 号
学位授与の日付	平成 18 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	農学研究科地域環境科学専攻
学位論文題目	Ecophysiological studies on timing of supplemental irrigation for effective water use in wheat production in northern Syria (シリア北部コムギ栽培における効率的水利用のための補給灌漑時期に関する生態生理学的研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 櫻 谷 哲 夫 教 授 三 野 徹 教 授 堀 江 武

論 文 内 容 の 要 旨

シリア・アラブ共和国北部のコムギ栽培地域の多くは、冬季の降雨と夏季の高温乾燥により特徴づけられる大陸型の地中海性気候を示す。春播性程度の高いコムギ品種が雨季の始まる10~11月にかけて播種され、翌年6月中・下旬に収穫される。このため、生育後期に大気飽差の急激な上昇とそれに伴う土壤乾燥に遭遇する。同時期に行う補給灌漑はコムギの安定供給に大きく寄与してきたが、近年の灌漑面積の急激な拡大と不適切な灌漑法が地下水位の低下をもたらしており、近い将来にコムギ生産が低下することが危惧されている。したがって、同地域における効率的な灌漑方法の確立は急務である。本研究は、同地域の主要なコムギ種であるバンコムギの栽培において水利用の効率を最適化する補給灌漑の時期を明らかにするために、同国の国際乾燥地農業研究センター (ICARDA) で、在来2品種および改良3品種の計5品種を用いて実施した一連の圃場実験およびモデル実験の結果をまとめたものである。その主な内容は以下のとおりである。

第1章は緒論であり上述の背景と研究目的について詳説した。

第2章では、土壤の水分状態を反映するとされている夜明け前の葉の水ポテンシャル (ψ_{PL}) と生育段階および生育環境との関係を圃場条件下で調べ、 ψ_{PL} が同地域における灌漑時期判定の指標となり得るか否かを検討した。土壤の水ポテンシャル (ψ_{Soil}) が比較的高く維持された生育前期において、 ψ_{PL} と根長密度の間に有意な相関が認められたが、その関係は生育が進むにつれて弱くなった。生育後期に ψ_{Soil} が初期しおれ点 ($\approx -0.4\text{MPa}$) 以下に低下した天水区において ψ_{PL} および収量の有意な低下が認められた。 ψ_{Soil} が初期しおれ点より高く維持された少量灌漑区 (完全灌漑区の50%給水) では、 ψ_{PL} の有意な低下は認められなかったが、収量は有意に低くなった。また、完全灌漑区の一部の品種で ψ_{PL} と夜間の大気飽差との間に負相関が認められた。これらの点から、 ψ_{PL} は ψ_{Soil} が初期しおれ点以下に低下する強い土壤乾燥に伴う収量低下を予測できると考えられたが、比較的弱い土壤乾燥下でも収量低下が見られたことから、灌漑時期を厳密に判断する指標としては適切とはいえず、日中の大気条件の影響も考慮する必要があると考えられた。

第3章では、コムギの日中の気孔コンダクタンス (g_s) に及ぼす灌漑処理と生育環境の影響を検討した。いずれの灌漑処理区においても、 g_s は朝方から昼にかけて急激に低下した。また、大気飽差、日射量および土壤有効水分 (A_w) をパラメータとする、 g_s 推定のための半経験式を提案した。さらに、 A_w で処理区間差の認められた期間において、上述の半経験式を用いて日中の g_s の季節変化を推測したところ、全ての処理区において g_s が4月下旬に急激に低下することが示された。以上の結果より、 g_s は同地域において春季に上昇する大気飽差の影響を強く受けていることが示唆された。

第4章では、第3章で得られた g_s の半経験式と蒸発散に関する既存の式を使ってモデルを構築し、1回あたりの灌漑水量 (50mm) は等しいが回数および時期の異なる17の補給灌漑法における A_w 、群落蒸散、地面蒸発、群落コンダクタンス (g_c) のシミュレーションを行った。また、全生育期間の水利用効率指標 (I_{WUE}) を提案し、それぞれの処理による I_{WUE} を評価した。 I_{WUE} はいずれの灌漑回数においても3月下旬~4月中旬に灌漑を行った場合に高くなり、それ以降は灌漑時期が遅くなるほど低下した。また、同時期に灌漑を集中させた処理で I_{WUE} が最大になった。これは、同時期の比較的低い

大気飽差と高い葉面積指数が灌漑による g_c の上昇効果を高めること、および生育終期の A_w の低下が地面蒸発の上昇を抑制することによると考えられた。よって、3月下旬～4月中旬に行う補給灌漑が同地域のコムギ生産における水利用を最も効率化することが示唆された。

第5章では、第2章から第4章までに得られた知見を整理し、土壌水分減少に伴ってシリア北部のパンコムギ潜在収量に対する相対収量がどのように変化するかシミュレートした。その結果、全生育期間の平均土壌水分と相対収量は比例関係にあると考えられた。しかしながら、 I_{WUE} は第4章に示されたとおり灌漑水量よりも灌漑時期に強く影響を受けるため、同地域の持続的パンコムギ生産のためには3月下旬～4月中旬に補給灌漑を行うことが望ましいと結論された。

論文審査の結果の要旨

シリア・アラブ共和国におけるムギ類の栽培は、地中海性気候に属する北部および南西部に集中しており、その面積は国土全体の約30%を占める。年々増加する同国の人口を養うには補給灌漑による収量増加は不可欠であるが、近年の灌漑面積の増加は主に地下水利用によるものであり、農民による無計画な水利用は、地下水位の急激な低下となって顕在化している。よって、同地域の持続的なコムギ生産には効率的な水利用方法の確立が急務である。

本論文は、同地域の主要なコムギ種であるパンコムギの栽培において水利用の効率を最適化する補給灌漑の時期を明らかにするために、同地域に位置する国際乾燥地農業研究センターで、在来品種と改良品種を含む5品種を用いて実施した一連の圃場並びにモデル実験の結果をまとめたもので、評価すべき主要な点は以下のとおりである。

1. 根系調査に関する研究蓄積の乏しい同地域において、デジタルカメラを使用したミニライゾトロンを構築し、圃場条件下における根系の発達を約2か月にわたって調べたところ、根長密度と夜明け前の葉の水ポテンシャル (ψ_{PL}) との関係に品種間差がないことを見いだした。
2. 灌漑時期判定の指標として ψ_{PL} を利用することの妥当性を、土壌水ポテンシャル (ψ_{Soil}) と収量との関連から考察し、 ψ_{Soil} が、初期しおれ点以下に低下するような強い土壌乾燥に伴う収量低下を予測し得るものの、比較的弱い土壌乾燥による収量低下を予測できないことから、 ψ_{PL} の利用には限界があることを明らかにした。
3. コムギにおける気孔コンダクタンス (g_s) の日中低下現象が、大気飽差の日較差の大きい同地域の気象条件を反映して、土壌水分の多少にかかわらず観察されることを確認している。
4. 同地域における日中のコムギの g_s を推定するための、大気飽差・日射量・土壌有効水分をパラメータとする半経験式を提案するとともに、 g_s の季節変化の解析から、4月下旬に急激に上昇する大気飽差が g_s に大きな影響を与えていることを示唆した。
5. 全生育期間を対象とした水利用効率の指標 (I_{WUE}) を提案するとともに、回数および時期の異なる17の補給灌漑法における I_{WUE} をシミュレートした結果、 I_{WUE} はいずれの灌漑回数においても3月下旬～4月中旬に灌漑した場合に最も高くなり、節間伸長期～開花期に相当する当該時期に行う補給灌漑が同地域のコムギ生産における水利用を最も効率化するものと結論した。

以上のように本論文は、従来、時期が恣意的に決定されていた補給灌漑について、水利用効率が最も高くなり得る時期を生態生理学的知見に基づいて特定したものであり、農業生態学、作物栽培学および地中海性気候下におけるコムギ灌漑の実際に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成18年2月9日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。