

研究成果報告書

研究テーマ (和文)	気孔の微気象応答メカニズムの解明を通じた C ₃ ・C ₄ 作物の水利用戦略の解明		
研究テーマ (英文)	Water use strategy of C ₃ and C ₄ crops focusing on mechanisms of stomatal response to microclimate		
研究期間	2019年～2021年	研究機関名 名古屋大学	
研究代表者	氏名	(漢字)	杉浦 大輔
		(カタカナ)	スギウラ ダイスケ
		(英文)	Daisuke Sugiura
	所属機関・職名	名古屋大学大学院生命農学研究科	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	宮沢 良行
		(カタカナ)	ミヤザワ ヨシユキ
		(英文)	Yoshiyuki Miyazawa
	所属機関・職名	九州大学キャンパス計画室 助教	

概要 (600字～800字程度にまとめてください。)

作物生産に必要な水の量は、温暖化や干ばつなどの気候変動によって、今後大きく変化することが予想される。本研究では、水利用特性の大きく異なる C₃・C₄ 作物を対象とし、個葉・個体レベルの水利用特性を評価可能なシステムを構築し、変動光環境における気孔の開閉を通じた光合成速度、水消費量、およびそれらの比である水利用効率 (WUE) の C₃・C₄ 作物種間差を解明することを目的とする研究を行った。

高窒素および低窒素条件下で、4種の C₃ および 5種の C₄ イネ科植物において、制御された変動光環境における気孔形態と気孔コンダクタンス (g_s) の変化を個葉および個体レベルで評価した。個葉レベルの評価には携帯型光合成測定システム (LI-6800) を用い、個体レベルの評価のためには Bluetooth 通信システムを備えた電子天秤と通信タブレットによる測定系を新たに考案した。さらに、気孔開閉を考慮した C₃ および C₄ 光合成モデルを組み込んだ動的な光合成モデルを開発し、迅速な気孔開閉が光合成速度および WUE にどれだけ寄与するのかを評価した。

C₄ 作物は C₃ 作物よりも迅速な気孔開閉を示し、これは小さな気孔サイズおよび気孔高い気孔密度で説明できる可能性がある。また、動的な光合成モデル解析によって、C₃ 作物の気孔閉鎖速度を C₄ 作物のレベルまで加速すると、弱光条件時の不必要な水消費量を減らすことで WUE を約 2 割向上させられることが示された。この結果は、主要な C₃ 作物の気孔閉鎖速度を C₄ 作物のレベルまで加速させることが、節水型農業の実現に向けた育種目標となる可能性を示唆している。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）						
雑誌	論文課題	Rapid stomatal closure contributes to higher water use efficiency in major C ₄ compared to C ₃ Poaceae crops				
	著者名	Kengo Ozeki, Yoshiyuki Miyazawa, Daisuke Sugiura	雑誌名	Plant Physiology in press		
	ページ	～	発行年	2 0 2 2	巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

Understanding water use characteristics of C₃ and C₄ crops is important for food security under climate change. Here, we aimed to clarify how stomatal dynamics and water use efficiency (WUE) differ in fluctuating environments in major C₃ and C₄ crops. Under high and low nitrogen conditions, we evaluated stomatal morphology and kinetics of stomatal conductance (g_s) at leaf and whole-plant levels in controlled fluctuating light environments in four C₃ and five C₄ Poaceae species. We developed a dynamic photosynthesis model, which incorporates C₃ and C₄ photosynthesis models that consider stomatal dynamics, to evaluate the contribution of rapid stomatal opening and closing to photosynthesis and WUE. C₄ crops showed more rapid stomatal opening and closure than C₃ crops, which could be explained by smaller stomatal size and higher stomatal density in plants grown at high nitrogen conditions. Our model analysis indicated that accelerating the speed of stomatal closure in C₃ crops to the level of C₄ crops could enhance WUE up to 16% by reducing unnecessary water loss during low light periods, whereas accelerating stomatal opening only minimally enhanced photosynthesis. The present results suggest that accelerating the speed of stomatal closure in major C₃ crops to the level of major C₄ crops is a potential breeding target for the realization of water-saving agriculture.