

보도자료



서울대학교
SEOUL NATIONAL UNIVERSITY

보도일시	즉시 보도
	2025. 2. 28.(금)
문의	연구단장/연구책임자 농림생물자원학부 김형석 교수(02-880-4544) / 교신저자
	연구단/연구진 여지현 연구원(02-880-4554) / 제1저자

■ 제목/부제

제목	<p>태양광유도 엽록소형광 광자수율이 개체 간 경합 시 벼의 동적 변동성을 포착하다 <i>Quantum yield for sun-induced chlorophyll fluorescence (Φ_F) captures rice plant dynamics under interplant competition</i></p>
----	--

■ 요약

<p>연구 필요성</p>	<p>잎 각도와 재식밀도는 개체 간 경합에 관여된 주요 인자들으로써 수확량에 직접적인 영향을 미친다. 그 영향은 품종과 환경에 따라 달라질 수 있으나 매년 균락을 대변할 수 있을 정도의 생리학적 정보를 수집하기에는 시간과 노동력이 많이 요구되기에 개체 간 경합 과정을 이해하고 모니터링하기에는 한계가 있었다. 엽록소형광 광자수율은 식물의 생리학적 정보만을 포함하는 지표로, 원격탐사 기술을 통해 다양한 공간 규모에서 식물 생리학적 상태를 정량화하고 모니터링하는데 높은 잠재력을 가진 것으로 평가되고 있지만 이전까지의 엽록소형광 광자수율 연구는 상당한 수준의 환경 스트레스 처리에 기반한 실험을 중심으로 이루어지고 있었으며, 재배적 요소에 의한 식물 생리학적 영향을 탐지할 수 있는지는 밝혀진 바가 없었다. 따라서 엽록소형광 광자수율이 잎 각도와 재식밀도가 유발하는 개체 간 경합에 따른 작물의 생리학적 변화를 탐지할 수 있는지 규명해보고자 하였다.</p>
<p>연구성과/ 기대효과</p>	<p>엽록소형광 광자수율을 통하여 잎 각도와 재식밀도에 의해 유도된 양분 경합과 빛 경합에 따른 벼의 생리학적 변동을 파악할 수 있었다. 또한 엽록소형광 광자수율이 농업적 요인에 따른 작물의 영양생장 및 수확량 변화를 추정할 수 있음을 확인하였다. 이를 통해 노지 단위에서 작물 생리학적 메커니즘을 파악하고 비파괴적 모니터링을 위한 엽록소형광 광자수율 신호 활용의 객관적 근거를 제공하였으며, 결과적으로 작물 재배관리의 최적화에 기여할 것으로 기대된다.</p> <p>▷ 본 연구는 서울대학교 신입교수 연구정착금, 연구재단 우수신진연구자 지원사업, 환경부 생태계기반탄소흡수원조성·관리기술개발사업의 지원을 받아 수행되었으며 <i>Remote Sensing of Environment</i>에 게재되었다.</p>
<p>Abstract</p>	<p>SNU CALS team led by Prof. Hyungsuk Kim has demonstrated the capability of chlorophyll fluorescence signal to detect crop physiological changes induced by agronomic factors and contributed to understanding of crop physiological dynamics in the field and sustainable agriculture by advancing the application of crop remote sensing.</p> <p>Planting density and leaf angle are important factors related to rice growth and yield through interplant competition. Despite the necessity of understanding the dynamics of interplant competition according to planting density and leaf angle, detailed physiological changes throughout the growth cycle remain less clear due to the requirement for field surveys that are labor-intensive and time-consuming. Sun-induced chlorophyll fluorescence and its physiological quantum yield (ΦF) have shown its capability for plant physiological investigations and can provide new opportunities for improved monitoring of crop physiological dynamics. However, it is uncertain whether ΦF can quantify the impact of agronomic differences on the vegetative and reproductive growth of crops. In this study, we aim to explore whether ΦF can quantify physiological dynamics in rice of different leaf angle distributions under varying planting density levels. We conducted an experiment of four different planting densities with two cultivars of different leaf angle distributions (i.e., erectophile and semi-erectophile leaf angle distribution) in a rice paddy. We measured ΦF and collected agronomic data to monitor plant physiological and structural changes. ΦF quantified the downregulation of photosynthetic activity at higher planting density plots during the vegetative growth period (a significant correlation between ΦF and rate of LAI increase, $R^2 = 0.62$, p-value<0.05) and indicated differences in grain yield, which was dominantly driven by the limited carbon sink (a significant correlation between ΦF and yield, $R^2 = 0.44$, p-value<0.1). Particularly, ΦF showed different patterns of the planting density impact on yield between the two cultivars confirming the effect of leaf angle distribution on the interplant competition or the light. Our findings showed that ΦF not only captures the difference in vegetative growth but also in reproductive growth and grain yield. This study demonstrated the importance of ΦF for physiological investigations in agroecosystems and the potential for estimating crop productivity during the grain-filling stage as well as for improved crop yield estimation.</p>
<p>Journal Link</p>	<p>https://doi.org/10.1016/j.rse.2025.114655</p>

Quantum yield for sun-induced chlorophyll fluorescence (ΦF) captures rice plant dynamics under interplant competition

Jihyeon Yeo, Insu Yeon, Jaehyoung You, Do-Soon Kim, Hyungsuk Kimm*
(*Remote Sensing of Environment*, 320)

□ 개체 간 경합에 따른 벼의 생리학적 역학 규명

- 잎 각도와 재식밀도는 개체 간 경합에 관여된 주요 인자들로써 수확량에 직접적인 영향을 미친다. 그 영향은 품종과 환경에 따라 달라질 수 있으나 매번 군락을 대변할 수 있을 정도의 생리학적 정보를 수집하기에는 시간과 노동력이 많이 요구되기에 개체 간 경합 과정을 이해하고 모니터링하기에는 한계가 있었다.
- 따라서 우리 연구실에서는 잎 각도가 다른 두 개의 벼 품종과 서로 다른 4개의 재식밀도로 구성된 실험을 진행했다. 전 생육 주기에 걸쳐 군락 수준의 분광 데이터를 원격으로 수집한 후 그로부터 태양광유도 엽록소형광 광자수율을 정량화하여 개체 간 경합에 따른 벼의 생리학적 반응을 밝히고자 하였다.
- 영양생장기(분얼기) 동안 고밀도일수록 양분경합에 의한 벼의 생리학적 활성 저하를 확인했으며, 이후 어린이삭 형성기 때 잎 각도가 큰 반직립 품종에서만 고밀도일수록 빛 경합의 영향을 받아 영화형성 저하가 확인되었으며 이는 곧 곡물 생성의 상한을 제한함으로써 벼가 여무는 시기에 벼의 생리학적 활성 저하로 이어짐을 확인하였다.

□ 재배적 요소에 의한 작물의 생리학적 변화 원격 탐지 증명

- 엽록소형광 광자수율은 식물의 생리학적 정보만을 포함하는 지표로써, 식물 생리학적 상태를 정량화하고 모니터링하는데 높은 잠재력을 가진 것으로 평가되고 있다. 하지만 이전까지의 엽록소형광 광자수율 연구는 가뭄해, 고온해와 같이 상당한 수준의 환경 스트레스 처리 실험을 중심으로 이루어지고 있었으며, 재배적 요소에 의한 식물 생리학적 영향을 탐지할 수 있는지는 밝혀진 바가 없었다.
- 엽록소형광 광자수율을 통해 잎 각도와 재식밀도가 유발하는 개체 간 경합에 따른 벼의 생리학적 변화를 탐지함으로써 엽록소형광 광자수율이 이전까지 밝혀진 탐지 수준보다 더 섬세하게 작물의 생리학적 변화를 탐지할 수 있음을 밝혀내었다. 이를 통해 노지 단위에서 작물 생리학적 메커니즘을 파악하고 지속가능한 재배관리 방안 제시를 위한 엽록소형광 광자수율 활용의 객관적 근거를 제공하였다.

□ 엽록소형광 기반 작물의 성장 및 수확량 추정 시스템에 기여

- 엽록소형광 광자수율을 통해 농업적 요인에 따른 작물의 영양생장 및 수확량 변화를 추정할 수 있음을 확인하였다. 이를 통해 노지 단위에서 작물 생리학적 메커니즘을 파악하고 비파

괴적 모니터링을 위한 엽록소형광 광자수율 신호 활용의 객관적 근거를 제공하였다.

- 엽록소형광의 식물 생리학적 상태 탐지 기능을 구명함으로써 엽록소형광을 전 지구적 수준에서 고해상도로 측정할 수 있도록 설계된 위성들, TROPOMI, OCO-3, FLEX (Fluorescence Explorer)을 포함한 다양한 플랫폼에서의 활용을 통해 작물의 재배관리 최적화에 기여할 것으로 기대된다.