

## 論文の内容の要旨

論文題目      イネ群落内の個葉の光量子密度および光合成速度の時間的・空間的変動に関する研究

氏名            西 村 誠 一

イネ群落内における光量子密度 (PF<sub>D</sub>) の分布, および群落内個葉の光合成速度 (CER) の変異については, イネ群落の乾物生産効率との関係で数多くの研究が行われてきた。しかしながら, イネの個葉は傾斜している上, 常に振動しているため, その葉面 PF<sub>D</sub> を立毛状態で測定することはほとんど行われてこなかった。本研究は, イネ群落内における葉面 PF<sub>D</sub> とそれにもなった個葉 CER の経時変化および個葉間での不均一さを明らかにしようとしたものである。

本研究では, まず最初に, 群落内の個葉の葉面 PF<sub>D</sub> を直接計測する手法の開発に取り組んだ。次に, 自ら開発した PF<sub>D</sub> の測定法を用いて, イネ群落内で方位角の異なる個葉の葉面 PF<sub>D</sub> を測定し, その実態および特徴を明らかにした。また, 異なる方位角を持つ個葉で CER および蒸散速度 (T) の日変化を測定し, その差異を明らかにした。さらに, 強光・弱光を繰り返す PF<sub>D</sub> 条件下における個葉 CER および T の測定を行い, 個葉の葉面が日向・日陰を繰り返す状況におかれたときの個葉 CER の反応を明らかにした。研究結果の概要は, 以下のとおりである。

1. 小型・軽量のガリウム砒素リン (GaAsP) 型光フォトダイオード (G1118) を個葉の表面に直接取り付けることによって、葉面 PFD を連続して測定する方法を開発し、その有効性の確認および問題点の検討を行い、以下の結果を得た。

(1) G1118 は、受光部面積は小さいながらも、抵抗と並列に電圧計に接続することによって、PFD の検出が可能なレベルの出力電圧を得ることができた。

(2) G1118 よる出力電圧は、市販の PFD センサーによる測定値と高い相関関係を示し、この方法による PFD 測定の有効性が確認された。

(3) G1118 を利用した葉面 PFD の測定に際しては、以下の点に留意する必要があることが判った。

1) G1118 は、波長 500~600nm の光に高い相対感度を持つので、群落下層での PFD の測定に際しては、PFD の過大評価になる可能性があることが判った。

2) A/D 変換速度が短い電圧計を用いて測定を行うと、周囲の環境から混入する電気的なノイズの影響を受けて出力電圧が乱れる場合がある。この場合には、コンデンサーを並列に接続して測定を行うとともに、出力電圧の移動平均を算出して利用することによって、ノイズの影響の軽減が図られることが判った。

2. イネ群落内の葉面 PFD の経時変化および個葉間での不均一さの実態を解明するため、異なる高さ、および方位角のイネ個葉において、葉面 PFD を測定し、以下の結果を得た。

(1) 晴天日には、群落内個葉の葉面 PFD の日変化と全天 PFD の日変化との間には、有意な相関関係は認められなかった。

(2) 晴天日には、群落内の同一の高さにおいても、葉面 PFD の日変化の様相、および葉面 PFD が最大値に達する時刻は、方位角の異なる個葉間で異なっていた。

(3) 晴天日の葉面 PFD の日変化には、直射光の入射角度が大きく関係してお

り、全天 PFD の日変化から、様々な傾角・方位角を持つ個葉での葉面 PFD の日変化の様相を推定することが可能であった。

(4) 晴天日には、風による個葉の振動、および隣接する莖葉による間欠的な直射光の遮断により、短い時間間隔（数 sec.以内）で、葉面 PFD が不規則に大きく変動していることが明らかになった。

(4) 曇天日には、葉面 PFD の日変化と全天 PFD の日変化との間には、高い相関関係が認められた。しかしながら、同一の高さでの葉面 PFD の不均一さは、群落上層においては晴天日に劣らず大きいものであった。また、この不均一さは、全天 PFD の散乱光の角度分布が不均一であることによって生じるものと考えられた。

3. イネの個葉は傾斜しているため、個葉の方位角が異なれば葉面 PFD の日変化も異なる。そこで、葉面 PFD の日変化の差異が個葉 CER に及ぼす影響を明らかにするために、携帯型光合成蒸散測定装置を用いて、晴天日におけるイネ群落内の個葉 CER および T の日変化を、方位角の異なる 4 枚の個葉（東、南、西、北向き）において測定し、以下の結果を得た。

(1) 個葉 CER の日変化は、たとえ同一の高さであっても、個葉の方位角によって異なっていた。

(2) 個葉 CER の日変化の違いは、各々の個葉での葉面 PFD の日変化の違いによって生じていた。

(3) 気孔伝導度 ( $g_{sw}$ ) は、いずれの方位角の個葉においても午前から正午にかけて徐々に低下し、測定日によっては午後に再び上昇する日変化を示した。個葉の方位角の違いによる  $g_{sw}$  の日変化の差は認められなかった。また、葉温 ( $T_l$ ) についても、個葉の方位角の違いによる日変化の差は認められなかった。

(4) 個葉の光-光合成曲線についても、個葉の方位角の違いによる差は認められなかった。

(5) これらの結果から、イネ群落内の個葉 CER は、各々の個葉の葉面 PFD にしたがって日変化するが、 $g_{sw}$ 、および  $T_l$  については、各々の個葉がおかれている葉面 PFD の日変化の違いにはあまり影響されず、群落内の同一の高さにおい

てはほぼ均一に保たれていることが明らかになった。

4. 個葉の CER は、PFD の絶対値のみならず、その変動周期によっても影響を受けて変化する。そこで、変動する葉面 PFD 条件に対する個葉 CER の反応を明らかにするために、実験室内において、高 PFD および低 PFD とを周期的に繰り返す条件下でイネ個葉の CER および T を測定し、以下の結果を得た。

(1) 葉面 PFD の変動周期が長いときには、個葉の CER および T は、PFD 値の高・低の切り替えに伴って上昇・低下を繰り返す経時変化を示した。一方、葉面 PFD の変動周期が短いときには、個葉 CER, T とともに経時変化は観測されず、一定の値を示した。

(2) 葉面 PFD の変動周期が 20sec. よりも長いとき、個葉の平均 CER は葉面 PFD の変動周期によらずほぼ一定の値を示した。ただし、相対湿度が 50%未満のときには、個葉 CER は時間の経過とともに低下していった。

(3) 葉面 PFD の変動周期が 20sec. よりも短いとき、個葉の平均 CER は葉面 PFD の変動周期が短くなるにしたがって高くなった。また、相対湿度が 50%未満のときにも、時間の経過にともなう個葉 CER の低下は観測されなくなった。

(4) 以上のことから、変動する葉面 PFD 条件に対するイネ個葉光合成の反応は、葉面 PFD の変動周期および湿度条件の双方に影響を受けて変化していることが明らかになった。

以上のとおり、本研究によって、従来ほとんど実態が解明されていなかった、イネ群落内における立毛状態での葉面 PFD の経時変化および個葉間での不均一さ、および、イネ群落内における立毛状態での個葉 CER の経時変化および個葉間での不均一さについての知見を得ることができた。