

## 博士論文要約（Summary）

平成 23 年入学

連合農学研究科 生物生産科学専攻

氏 名 富永 淳

タイトル	葉内外 CO <sub>2</sub> 濃度測定による光合成研究
------	----------------------------------

キーワード：拡散，ガス交換，気孔，クチクラ，光合成律速，コンダクタンス，大気 CO<sub>2</sub>

葉内 CO<sub>2</sub> 濃度 ( $C_i$ ) に対する光合成速度 ( $A$ ) の関係は生化学的な光合成律速を表す為、植物生理学の研究に広く応用されてきた。一般に  $C_i$  は、葉外へ拡散する水蒸気が内部へ拡散する CO<sub>2</sub> と同様にふるまうと仮定し計算されてきたが、気孔閉鎖時の信頼性が疑われて以来  $A - C_i$  測定の利用は制限されてきた。そこで本研究では、計算に頼らず  $C_i$  を直接計測するシステムを開発し、その汎用性を示すとともに、計算値の問題点、実測の可能性を考察した。さらに、作物圃場における光合成及び大気 CO<sub>2</sub> 濃度の日変化測定から、本システムの応用を検討した。

1.  $C_i$  計測システムの開発

$C_i$  計測システムは携帯型光合成装置 LI-6400XT (Li-Cor) へ組み込まれ、葉の向軸側でガス交換を、背軸側で  $C_i$  を同時に測定できるよう設計された。 $C_i$  計測はパルスレスに循環する半閉鎖系で行われ、速やかに平衡状態に達した。 $C_i$  の計算値と実測値の比較から、葉内部の CO<sub>2</sub> 濃度勾配により実測値が計算値よりやや低くなることが明らかとなった。これは、実測値が大気からの CO<sub>2</sub> 拡散経路を経た葉内 CO<sub>2</sub> 濃度を正確にとらえていることを示している。これら結果から本システムの  $A - C_i$  測定における信頼性が示された。

2. 気孔閉鎖時の  $A - C_i$ 

$C_i$  計測システムを用いて、ABA 処理によって気孔を閉鎖させた葉の  $A - C_i$  測定を行った。 $C_i$  の計算値が実測値から離れ、従来指摘されてきた見かけの非気孔要因による律速を示したのに対し、実測値は気孔開放時と同様の  $A - C_i$  曲線を描いた。これにより、気孔閉鎖における  $C_i$  の過大評価とともに、実測値の汎用性が明らかとなった。さらに、実測値と計算値の差から推定された表皮クチクラを通じた水移動の特徴は、クチクラ層の透水性と矛盾していなかった。以上より、気孔のみを通過経路として仮定する従来の光合成ガス交換モデルの問題点が強く示された。

---

### 3. 気孔閉鎖が葉肉コンダクタンスの推定に与える影響

本システムとクロロフィル蛍光を組み合わせることで、気孔閉鎖 ( $C_i$  の過大評価) が葉肉細胞内の  $CO_2$  拡散を小さく見積もる可能性を示唆した。これら結果は、従来の計算に頼った光合成律速の解析に対し疑問符をなげかけるとともに、直接測定によって問題を解決できる可能性を示している。

### 4. 圃場における乾燥ストレス時の光合成日変化

半乾燥地において耐乾性作物の光合成日変化測定を行った。日中の気孔閉鎖による  $CO_2$  供給の著しい低下、それに伴う光合成低下と光化学系の効率低下が観察された。気孔閉鎖に合わせ  $C_i$  が上昇したが、灌水処理を行うと気孔閉鎖および光合成低下が緩和され、 $C_i$  は安定的に推移した。以上から、乾燥ストレスの指標として  $C_i$  が有用である可能性が示された。

### 4. 葉外 $CO_2$ 環境の日変化

葉外  $CO_2$  濃度は、 $C_i$  に直接影響を与える。群落内部では光合成の影響により葉の周囲  $CO_2$  濃度が減少していた。濃度低下は光合成が盛んな群落上層で顕著であった。これらの結果から、圃場における光合成律速は大気  $CO_2$  濃度の影響も考慮する必要がある。

以上のように、本研究の結果は、従来指摘されていた光合成モデルやその応用における問題点を指摘・考察したのみならず、問題点を解決する方法を明確にした。葉内  $CO_2$  直接計測が気孔閉鎖時における  $A - C_i$  測定を可能にすることを示し、クチクラ層の水移動を無視した従来のガス拡散モデルの問題点を指摘した。また、葉内外  $CO_2$  計測が植物のストレス状態のセンシングへ有効である可能性を示した。

とりわけ、気孔閉鎖を招くストレスに対する作物の応答を正しく評価し、生理・生態的に解明する端緒を提示した。