

促成シシトウにおける個葉光合成の可視化技術

農業技術センター

〔背景・ねらい〕

本県の冬春シシトウは面積、出荷量ともに全国第1位であるが、近年、作付面積は減少傾向で、販売額を維持・向上させる対策が必要である。農家経営の安定、規模拡大、新規就農者確保のためには、安定生産技術の開発と普及が急務である。安定した収量を得るためには、植物の生体情報、ハウス内環境データに基づき適切な環境制御および栽培管理を行う必要がある。

そこで、ナスとニラにおいて高知大と共同で開発された群落光合成や蒸散量を推定する技術をもとに、環境データから植物生体情報である個葉光合成の可視化技術の開発と光合成特性について明らかにする。

なお、これまでシシトウでハウス内環境データから個葉の光合成速度を推定する技術は確立されていない。

〔新技術の内容・特徴〕

内容

シシトウの光合成パラメーター(V_{cmax} 、 J_{max})を取得し、光合成速度を推定する個葉光合成モデルを開発した。これにより、ハウス内の環境データ(温度、湿度、日射量、 CO_2 濃度)から個葉の光合成速度および蒸散量の推定が可能である。

特徴

1. 推定した個葉光合成速度は、実測値に対して高い相関がみられ、実測した個葉光合成とほぼ同じに推移した(図1)。
2. 個葉の光合成特性
 - 1) CO_2 濃度が500ppm以下の場合には、25℃、30℃、35℃の葉温による違いは認められず、 CO_2 濃度が750ppm以上の場合では、葉温の上昇に伴い光合成速度が高くなった(図2)。
 - 2) CO_2 濃度が400ppmの場合には光合成有効光量子束密度(PPFD)が500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、600ppmおよび800ppmの場合にはPPFDが750 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ で光合成速度はほぼ飽和した(図3)。
 - 3) PPFDが1000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の時の光合成速度は、 CO_2 濃度400ppmに比べて600ppmで約1.2倍、800ppmでは約1.4倍となった(図3)。
 - 4) 下位葉では弱い光条件で光飽和し、上位葉に比べ約1/3の光合成速度となった(図4)。
3. 品種と葉温の違いが V_{cmax} および J_{max} に及ぼす影響
葉温25℃では、‘高育交シシ15号’、‘高育交シシ16号’、‘土佐じしスリム’に有意差は見られなかった(表1)。

〔留意点〕

1. 農業技術センターSRHハウス150 m^2 (間口7.5m、奥行き20m、軒高2.5m、エフクリーンフィルム展張 [ナシジ])。
2. 特に記載がない場合は、穂木に‘土佐じしスリム’、台木に‘台助’を使用した。
3. 光合成の測定は、光合成測定装置LI-6800(LI-COR社)を用い、測定に当たっては、チャンバー内の相対湿度を65%としPPFDを500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、 CO_2 濃度を400ppmで安定させてから、PPFDは強光から弱光へ、 CO_2 濃度は低濃度から高濃度へ、葉温は低温から高温へ変化させながら測定を行った。
4. 個葉光合成速度の推定には、Farquharらのモデル(FvCBモデル)に基づき算出した。

5. 2023年9月より、SAWACHIでの個葉光合成・蒸散量の出力が開始されている。
6. 適用範囲は、県内の施設シシトウ栽培地帯とする。

[評 価]

ハウス管理温度や炭酸ガス施用濃度を制御する際の指標として活用でき、データ駆動型農業の推進に寄与できる。

[具体的データ]

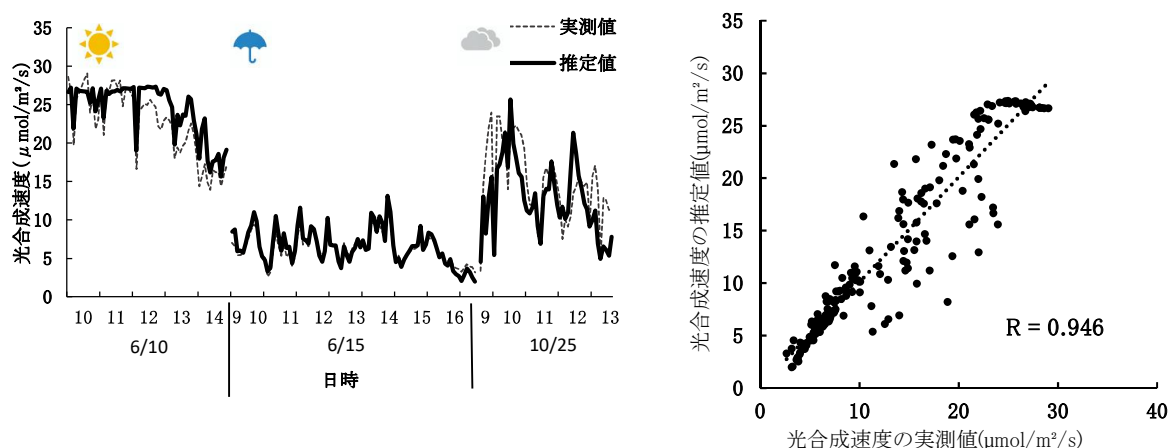


図1 光合成速度の実測値と推定値の推移と関係(2022)

注1) 測定日：2022年6月10日、15日、10月25日

2) 測定部位：開花～長さ1cm未満の果実が着いた枝の直射光が当たっている上位葉

3) 個葉光合成速度の実測はハウス内の環境に合わせて以下の条件で測定した。

(1) 光量(PPFD)：50～1280 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (2) 温度：25～28℃

(3) 相対湿度：70～80% (4) CO_2 濃度：500～550ppm

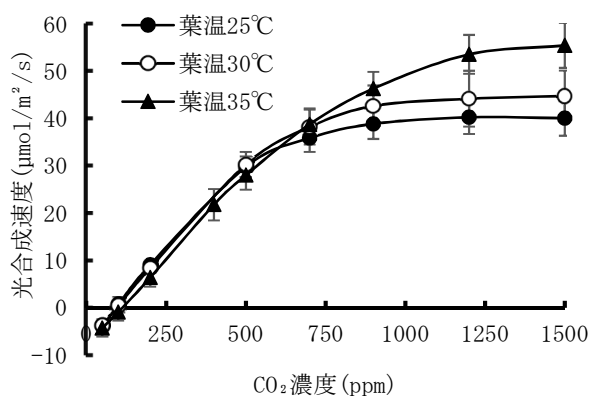


図2 異なる葉温条件下での炭酸ガス濃度
光合成速度に及ぼす影響(2021)

注1) 測定日：2022年5月17日

2) 測定部位：光が当たっている上位葉で開花～長さ1cm
未満の果実が着いた節の完全展開葉

3) 個葉光合成速度は以下の条件で測定した

(1) 光量(PPFD)：1500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

(2) 温度：25、30、35℃

(3) 相対湿度：65%

(4) CO_2 濃度：0、100、200、400、500、700、900、
1200、1500ppm

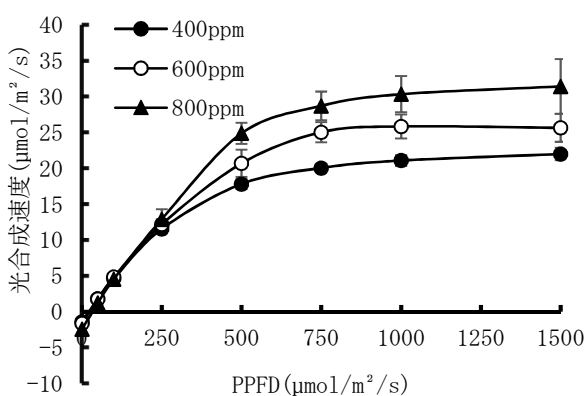


図3 異なる炭酸ガス濃度条件下での光強度が
光合成速度に及ぼす影響(2021)

注1) 測定日：2022年5月27日

2) 測定部位：光が当たっている上位葉で開花～長さ1cm
未満の果実が着いた節の完全展開葉

3) 個葉光合成速度は以下の条件で測定した

(1) 光量(PPFD)：0、50、100、250、500、750、
1000、1500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

(2) 温度：25℃

(3) 相対湿度：65%

(4) CO_2 濃度：400、600、800ppm

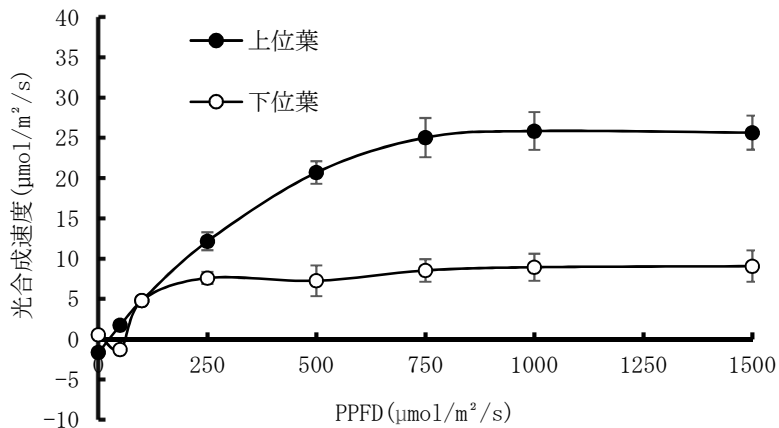


図4 異なる葉位での光強度が光合成速度に及ぼす

注1) 測定日：2022年5月27日

2) 計測部位：上位葉は、群落最上部の光が当たっている部位で1cm未満の果実が着いた節の完全展開葉、下位葉は、主枝の第1節もしくは第2節から分枝し、1cm未満の果実が着いた枝の完全展開葉とした

3) 個葉光合成速度は以下の条件で測定した。

(1) 光量(PPFD)：0、50、100、250、500、750、1000、1500μmol/m²/s

(2) 温度：25℃ (3) 相対湿度：65% (4) CO₂濃度：400ppm

表1 葉温の違いがシシトウ3品種のV_cmax、J_{max}に及ぼす影響(2022)

品種	葉温25℃		葉温30℃		葉温35℃	
	V _c max	J _{max}	V _c max	J _{max}	V _c max	J _{max}
‘土佐じしスリム’	97.3 a	197.4 a	155.7 a	276.8 a	220.8 a	328.9 a
‘高育交シシ15号’	94.0 a	182.0 a	147.6 a	258.0 a	206.6 a	303.5 ab
‘高育交シシ16号’	89.5 a	165.6 a	122.5 b	207.8 b	185.4 a	259.5 b

注1) Tukey法により表中同列の異なる英文字間に5%水準で有意差あり(n=6)

2) ‘高育交シシ15号’は台木を‘チャガマラン’、‘高育交シシ16号’および‘土佐じしスリム’は台木を‘台助’とした

3) 測定日：2022年10月25日、27日、11月2日、15日、14日

4) 個葉光合成速度は以下の条件で測定した。

(1) 光量(PPFD)：1500μmol/m²/s (2) 温度：25、30、35℃ (3) 相対湿度：65%

(4) CO₂濃度：0、100、200、500、700、900、1200、1500ppm

5) V_cmax：最大カルボキシレーション速度。光合成能力において、低いCO₂濃度域(400ppm以下)で光合成を律速する要因となる。A-Ci曲線を分析することで算出する。

6) J_{max}：最大電子伝達速度、高いCO₂濃度下で光合成を律速する要因となる。A-Ci曲線を分析することで算出する。

[その他]

研究課題名：植物生体情報、ハウス内環境データを活用したシシトウの安定生産技術の開発

研究期間：令和3年度～4年度

予算区分：国補(内閣府地方大学・地域産業創生交付金事業)

研究担当：先端生産システム担当

分類：普及