

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年4月25日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22780229

研究課題名（和文） 高度環境制御下における葉と果実間の光合成産物の転流と分配に関する研究

研究課題名（英文） The study of relationship between transportation and distribution of photoassimilates among fruits under controlled environment.

研究代表者

彦坂 晶子 (HIKOSAKA SHOKO)

千葉大学・大学院園芸学研究科・准教授

研究者番号：50345188

研究成果の概要（和文）：果実間で不均一な光合成産物の分配メカニズムを解明するために、キュウリに与える受光量（受光葉面積×日積算光量）を変化させ、他の環境条件は一定とした条件下で栽培を行い、受光量と複数の果実成長、流れ果の発生と果実収量などとの関係を調査した。また、夏、秋、冬作の栽培実験の温室内環境データとキュウリの生育データを照合することで、植物体の葉面積や果実成長などがどのような環境要因に影響されるのか解析した。

研究成果の概要（英文）：

To clarify the mechanism of uneven distribution of photoassimilates among fruits, we studied the relationship between the amount of receiving light and fruit growth, occurrence of fruit abortion and total fruit yield under the same cultivation condition except for the light intensity. Additionally, environmental parameters and plant growth or fruit growth parameters were analyzed to develop the cucumber growth models for estimation of fruit growth, abortion and yield by using the environmental condition in a greenhouse.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業環境工学

キーワード：光合成、転流、分配、果実成長、補光、流れ果、果実収量、LED

## 1. 研究開始当初の背景

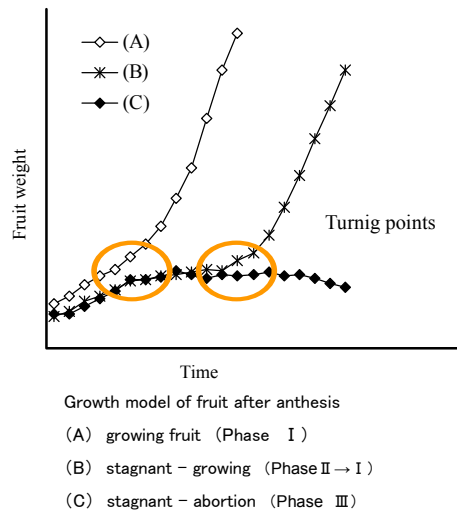
一般に、果菜類や果樹では短期間に多くの果実が着果すると養分が一部の果実に分配され、残りの果実は落果する現象がみられる。この原因は葉や果実間での養分競合といわれているが、このような複数の果実への光合

成産物の分配を不均一にするメカニズムについては未解明な点が多い。これまで直接的に師管液採取の方法が試みられてきているが、正確な出液量の測定が難しいことや、多くの植物種では、師管液と導管液との分別ができないという問題がある。また、受光面積

や果実数などを変化させた実験例はあるが、環境条件が不安定な温室での実験では安定した結果が得られていないのが現状である。

これまで申請者らは、着果節位や着果数を自由に設定できる（すべての節が雌花となる）多雌花性キュウリ品種の複数の果実成長を解析し、果実間の養分競合モデルを確立した（Hikosaka・Sugiyama, 2003；2004；2005）。このモデルではすべての果実は以下の3パターンに分類できる。

開花後すぐに成長を開始する果実（下図 a）、開花後すぐに成長が一時的に停止し、先に肥大した果実がある期間内（開花後約 10 日）に収穫されると成長が再開する果実（下図 b）、成長が再開せず、黄化・落果する果実（下図 c）である。同時期に着生している果実 a)、b)、c)の成長の成否を分ける分岐点 A と B で植物体自身が着果負担を調整しているようにみえるが、そのメカニズムは未解明である。



## 2. 研究の目的

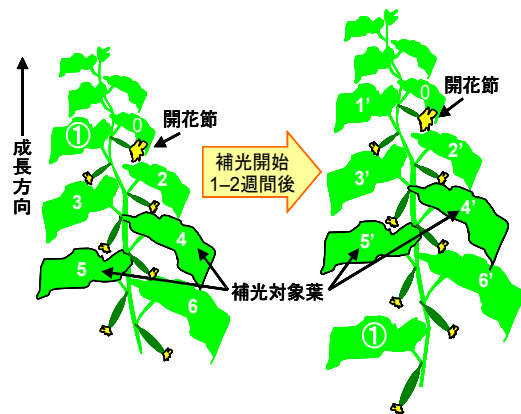
複数の果実が同時に着果する場合、葉からの光合成産物の転流量は果実間で偏りがあり、一部の果実が成長を停止したり、落果する。この不均一な光合成産物の分配メカニズムを解明するために、キュウリに与える受光量（受光葉面積×日積算光量）を変化させ、他の環境条件は一定とした条件で栽培を行い、受光量と複数の果実成長、流れ果の発生と果実収量などとの関係を調査した。

## 3. 研究の方法

【実験 1】自然光下の温室内で、夏季に遮光を行い（透過率 100、60、35%）、流れ果の発生数・率を調査した。

【実験 2】秋季（10-11 月）には遮光区と無遮光区（日積算日射量：4.1、7.2 MJ/m<sup>2</sup>）を設け、LED 補光あり（+区）、無し（-区）を設けた。冬季（11 月-1 月）には+、-区のみとした。補光対象は開花節の下 5 節以内にある完全展開葉の 2 葉とし、赤青 LED パネルで葉面 PPF を 95~180（最大 380） $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  で補光した。秋季は 24 h で約 4 週間、冬季は 16 h で約 6 週間補光した。約 10 日おきに補光節位を上位節へ移動した（第 1 図）。両試験とも個体あたりの推定日積算受光量（-区：各区の日射量×総葉面積、+区：各区の日射量×補光葉以外の葉面積+補光量×補光葉面積）、流れ果率、果実収量を測定した。

また、夏、秋、冬作の栽培実験の温室内環境データとキュウリの生育データを照合することで、植物体の葉面積や果実成長などがどのような環境要因に影響されるのか解析した。具体的には、日射量、明期・暗期気温、湿度、二酸化炭素濃度などの時別値や積算値と、キュウリの葉、茎などの成長速度と果実成長との関係について解析した。環境条件と株あたりとの総葉面積の関係の調査および推定式の作成には 3 作のデータの一部を用いた。残りのデータは推定式の評価に用いた。



第1図 補光の概略図。開花節の葉を0節目とし、補光対象葉は黒く縁取りした2枚（開花節下4節目および5節目）とした。右図①は、左図①の1-2週間後の葉位を示す。

## 4. 研究成果

【実験 1】遮光区の流れ果数・率は無遮光区よりも高くなり、日射量の不足が流れ果の発生を助長し（透過率 100%で流れ果率 8.2%に対し、透過率 60.35%では流れ果率 22~36%）、果実収量を低下させることが確認できた。

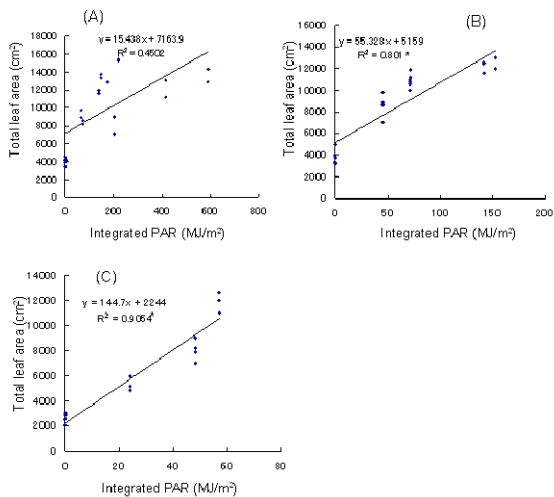
【実験 2】秋季の遮光区では一区で流れ果率が最も高く（14%）、遮光+区で無遮光区と同程度（約 5%）に流れ果率が軽減した。秋季の果実収量は遮光の有無に寄らず、+区で一区

より高い傾向を示した。冬季の+区の受光量は一区より8%多かった。流れ果率は一区(7.0%)の半分以下となり、果実収量は+区で一区より有意に高かった。

以上より、個葉へのLED補光によって株あたりの受光量を高めることで流れ果の発生を軽減でき、日射の少ない冬季の果実収量を高められることが明らかとなった。

今後、LEDに限らず、様々な光源や植物種などを対象として、より実的な栽培規模で研究を重ねることで、果実収量や生産性効率を高めるのに必要な受光量や補光技術が開発できると思われる。

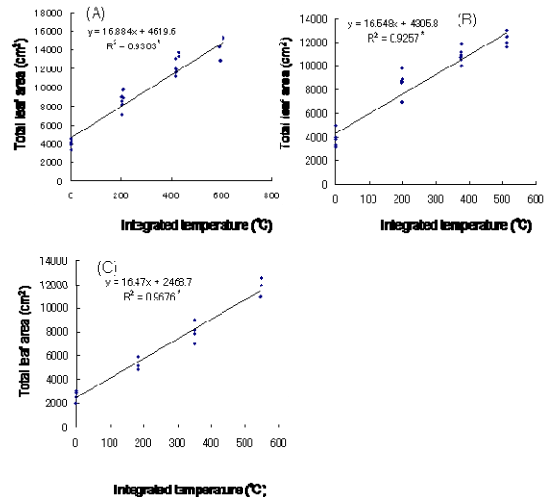
これらの栽培を通じて温室内環境データとキュウリの生育データを解析したところ、日積算気温と株当たりの総葉面積についてはすべての季節において有意に相関があっ



た(第2図)。

第2図 夏季(A)、秋季(B)、冬季(C)の日積算気温(横軸)と株当たりの総葉面積(縦軸)との関係。

一方で日積算PARと株当たりの総葉面積については秋冬季では有意な相関はみられたが、夏季では有意な相関はみられなかった(第3図)。

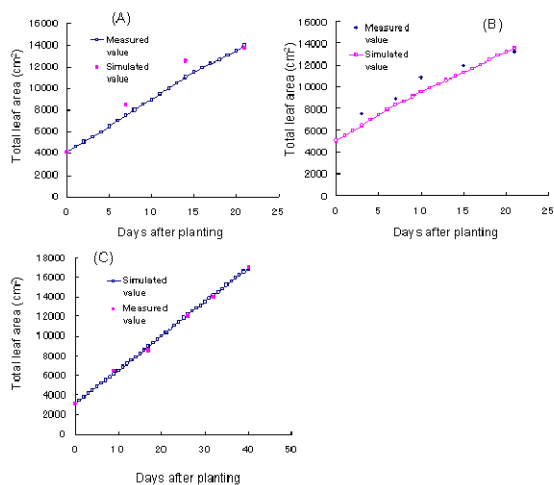


第3図 夏季(A)、秋季(B)、冬季(C)の日積算PAR(横軸)と株当たりとの総葉面積(縦軸)との関係。

夏季は、異なる光強度の試験区を設けているため、それぞれ試験区の株における定植後の日積算PARは異なるが、総葉面積はそれぞれの試験区で有意な差はないことから、相関がみられなかったと考えられた。冬季は異なる光強度の試験区を設けていないため、すべての株で同程度の光強度であり、日積算PARとの相関が高まったと考えられた。日積算PARと株当たりの総葉面積の相関関係は季節によって異なるため、すべての季節の総葉面積を日積算PARで推定することは難しいと考えられた。これより、すべての季節において株当たりの総葉面積は、定植後の日積算気温で表すことが可能であると考えられた。日積算気温と株当たりの総葉面積については、それぞれの季節における近似式の傾きはほぼ同じであることから、日積算気温の増加による総葉面積の増加速度はそれぞれの季節で同程度であると考えられる。それぞれの傾きを平均し、株当たりの総葉面積を推定式で表した。

この式で求めた総葉面積と実測値を比較したところ、測定最終日における実測値と推定値の誤差は第1、2および3作目でそれぞれ-1.2%、2.2%および-0.7%であった(第4図)。

これより株当たりの総葉面積は上述の式により精度よく推定できたと考えられる。



第4図 夏季 (A)、秋季 (B)、冬季 (C) の総葉面積の推定値と実測値。

これらの栽培を通じて温室内環境データとキュウリの果実成長生育データを解析したところ、個体あたりの葉面積は変わらないものの、受光量が多い区ほど開花後すぐに成長を開始できる果実数が多くなり（データ略）、このことが収量を増加させたと考えられた。

また、上述の項目以外にも日射、気温、湿度などの環境パラメータから植物体や果実成長を予測するのに有効なパラメータをいくつか抽出することができ、葉と果実間の光合成産物の転流と分配に関するモデルの構築に必要な知見が得られた。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計1件）

①彦坂晶子・鈴木友理・麻生由布・後藤英司  
「LED 補光が温室栽培キュウリの流れ果と果実収量に及ぼす影響」、園芸学会、春季大会、2012年3月29日、大阪府立大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

彦坂 晶子 (HIKOSAKA SHOKO)  
千葉大学・大学院園芸学研究所・准教授  
研究者番号：50345188