

夜間の LED 補光と曇天日の積極的な LED 補光によって、高糖度トマトの周年安定生産に成功！！

太陽光利用型植物工場では、株の植栽密度が高いため下位葉に太陽光が届きにくくなります。光は光合成や植物成長に必須なため、限られたスペースで、作物を高密度に植栽しつつ、より効率良く収量を確保できる新たな栽培方法の確立が望まれています。東京大学理学系研究科の矢守航 准教授らは、植物工場におけるトマト栽培において、夜間の LED 補光と曇天日の積極的な LED 補光によって、トマトの生産性と品質向上に成功しました。

本栽培法を活用することによって、不安定な天候でも、一年を通して計画的で安定的な経営を実現でき、露地栽培での収穫時期と差別化をはかることによって、売上増加につなげることが可能となります。本研究成果は、新産業である植物工場の推進や発展に繋がることが期待されます。今後の研究においても、最小の資源とエネルギーの投入で、最大の収量を得るシステムを確立するとともに、環境負荷を最小限に抑える技術開発を進めていきたいと考えています。



LED 補光の様子 (群落内照明)

本研究成果は、2018 年 11 月 01 日に、以下の国際誌に公開されました。

< 掲載論文 1 >

Tewolde FT, Shiina K, Maruo T, Takagaki M, Kozai T, Yamori W*. Supplemental LED inter-lighting compensates for a shortage of light for plant growth and yield under the lack of sunshine. PLOS ONE, 13, e0206592.

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0206592>

< 掲載論文 2 >

Tewolde FT, Lu N, Shiina K, Maruo T, Takagaki M, Kozai T, Yamori W*. Nighttime Supplemental LED Inter-lighting Improves Growth and Yield of Single-truss Tomatoes by Enhancing Photosynthesis in Both Winter and Summer. Frontiers in Plant Science 7, 448.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.00448/full>

本件に関するお問い合わせ

東京大学 理学系研究科 矢守 航

TEL: 03-5841-4476 メール: wataru.yamori@bs.s.u-tokyo.ac.jp

研究室ホームページ: <http://wataruyamori.web.fc2.com/>

1. 曇天日の LED 補光によって、トマトの生産性低下を大幅改善!!

高度化したオランダの施設栽培において、光量が 1%減少すると収量が 1%減少するという“1%ルール”があります。日本では、地域にも依存しますが、1 年のうち約 40%の日が雨や曇りの天候です(気象庁：<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)。つまり、曇天日が多ければ多いほど、収量は大幅に減少することになります。

東京大学の矢守航 准教授らは、曇天日が連続的に続くと仮定した栽培区を設け、天候不順によるトマト生産性の低下の程度について解析しました。10 日間のうち 4 日間が曇りだと仮定してトマトの栽培を続けると、積算光量は 25%ほど減少し、その結果、約 20%の収量の減少と 12%の糖濃度の低下を招きました。そこで、次に、曇天日にのみ LED 補光することによって、トマト生産性の低下を抑制できるのかを検証しました。その結果、曇天日に LED 補光することによって、トマトの収量および果実の品質(糖濃度とビタミン C)が向上し、晴れの日を想定した栽培区と同程度に回復することを示しました。不安定な天候でも、LED 補光を有効活用することによって、無駄な電力消費を抑えつつ、一年を通して計画的で安定的な経営を実現でき、露地栽培での収穫時期と差別化をはかることによって、売上増加に貢献する技術となることが期待されます。

* 上記論文を PLOS ONE 誌に発表

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0206592>

曇天日が続いても、安定的に収穫量を確保することができる

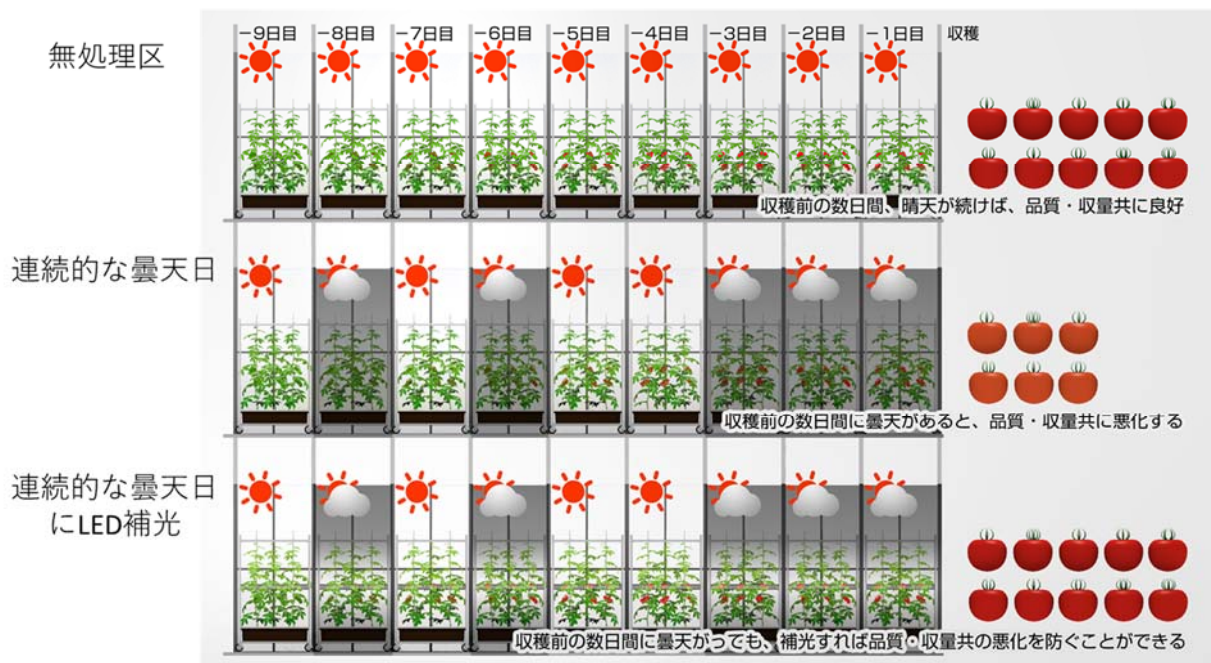


図 1.連続的な曇天日と、その際に LED 補光することによるトマト生産量に与える影響のまとめ

連続的な曇天日が続くと、トマトの生産性は大きく減少するが、曇天日に LED 補光することによって、トマトの生産性の低下が大幅に改善する。

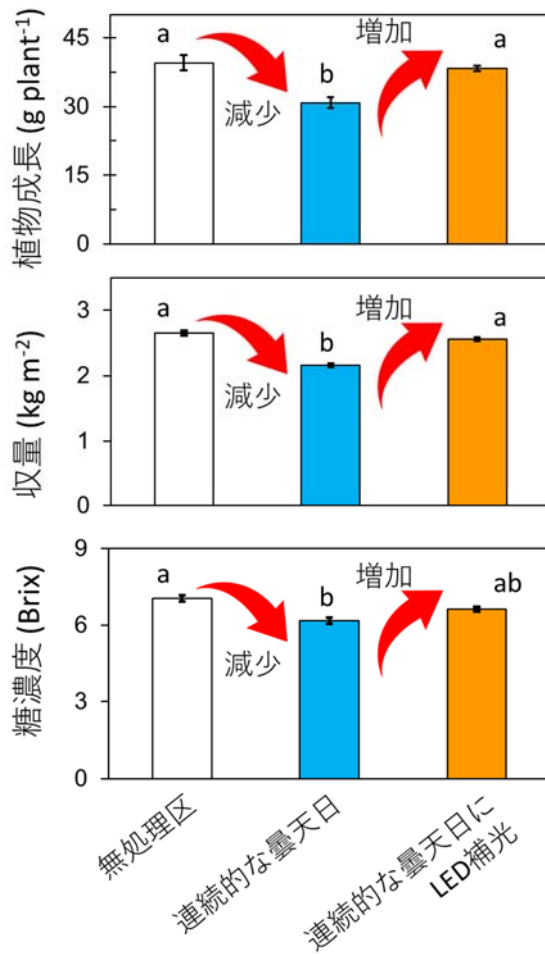


図 2. 連続的な曇天日に LED 補光がトマト生産性と品質に及ぼす影響

連続的な曇天日が続くと、トマトの成長量、生産性、そして果実の糖濃度は大きく減少する。しかし、曇天日に LED 補光することによって、トマトの生産性や糖濃度の低下が大幅に改善する。

2. 夜間の LED 補光によって、トマトの生産性と品質向上に成功!!

季節や日によって太陽光の光強度は大きく変化します。一般に太陽光を光源として植物を栽培すると、冬期や雨天時には光が不足し、一方で、夏期の晴天時には光が過剰になります。このような状況下、植物工場において、年間を通したトマトの安定生産を目標として、世界各地で LED 照明を使ったトマト栽培の試験が行われています。LED 補光の利用は、光合成を促進し、生産性を向上させるのが狙いで、ほとんどの研究では、LED の設置時期、設置場所、光量、そして、波長の影響を調べるものばかりでした。LED 照射するとどうしても電気代がかかってしまうため、高品質なトマトを安定的に供給する際には、なるべく省エネで栽培する必要があります。

東京大学の矢守航 准教授らは、LED を用いたトマトの群落内補光において、昼間と夜間という補光時間帯が収量に及ぼす影響を調べました。日照が不足しやすい冬季には、昼間の LED 補光と夜間の LED 補光ともに、収量と品質が向上しました。一方で、光が過剰になりやすい夏季には、昼間に LED 補光しても収量は増加しませんでした。夜間に LED 補光することによって収量が大幅に増加しました。トマト栽培で夜間に LED 補光する試験は世界的に見ても先進事例です。ここ数年の間に LED の照明性能は向上し、太陽光利用型の植物工場でも LED のニーズが高まってきています。矢守 准教授らの研究成果によって、夜間に LED 補光することによって、トマトの生産性や品質の向上と共に、夜間電力を用いたランニングコストの削減にもつながることを世界で初めて示しました。日長によって花芽形成の影響を受ける植物(短日植物や長日植物)にはこれらの技術は適用できませんが、トマト、キュウリ、ナス、シクラメン、バラ、セントポーリアなどの中性植物には適用できるため、多くの植物工場において本技術を活用できると考えられます。今後、これらの栽培技術が生産者に浸透し活用されることが期待されます。

* 上記論文を *Frontiers in Plant Science* 誌に発表

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.00448/full>

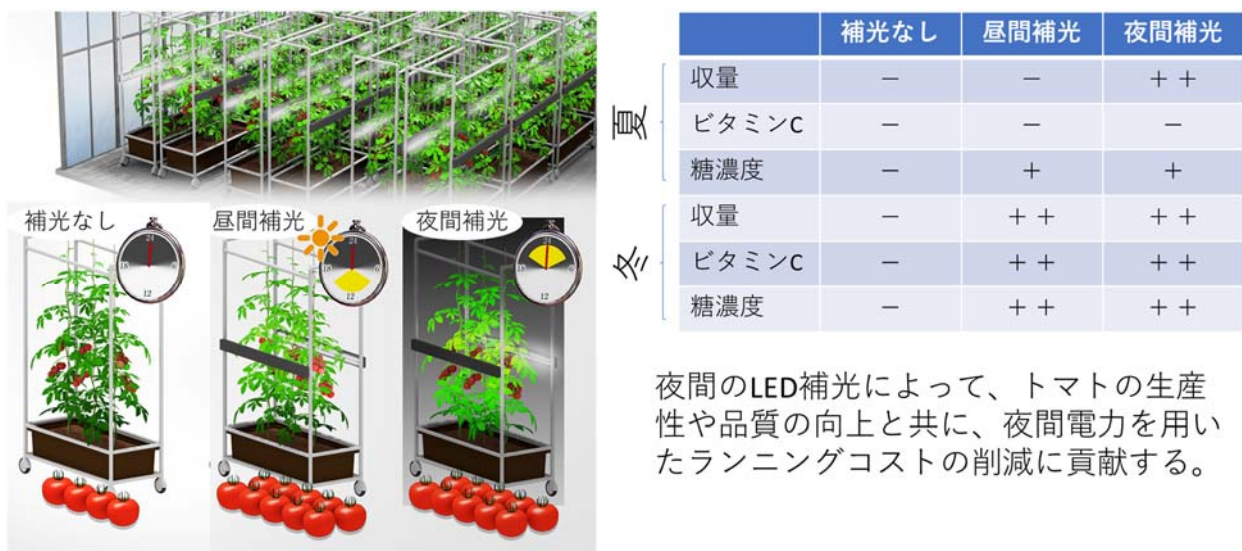


図 3. 夏と冬において昼間補光と夜間補光がトマト生産量に与える影響のまとめ

冬季には、昼間の LED 補光と夜間の LED 補光ともに、収量と品質が向上する。一方で、夏季には、昼間に LED 補光しても収量は増加しないが、夜間に LED 補光することによって収量が大幅に増加する。

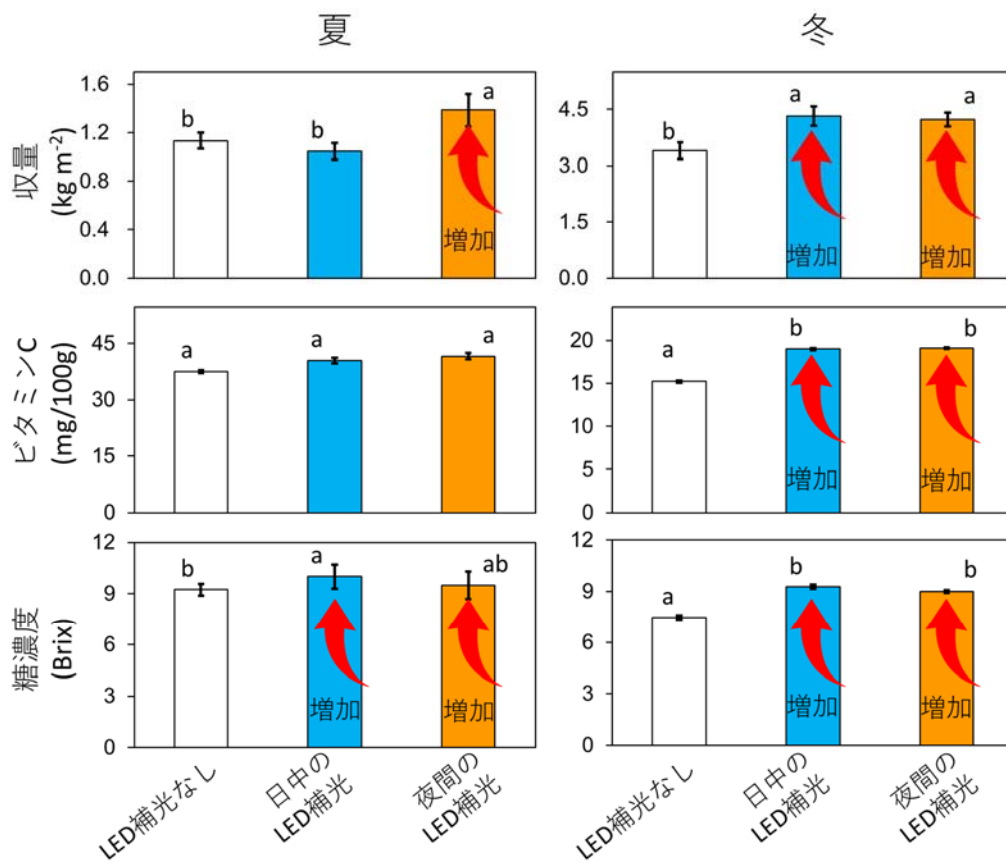


図 4. 夏と冬において昼間補光と夜間補光がトマト生産量と品質に及ぼす影響

冬季には、昼間の LED 補光と夜間の LED 補光ともに、収量と品質が向上する。一方で、夏季には、昼間に LED 補光しても収量は増加しないが、夜間に LED 補光することによって収量が大幅に増加する。