

植物工場における葉の老化抑制を実現する 新たな植物栽培システムを開発

千葉大学環境健康フィールド科学センターの矢守 航 助教らが、新産業である植物工場の推進や発展に繋がる新たな植物栽培システムである、上方照射を用いた葉の老化を抑制する栽培技術を開発しました。

■ 研究の背景 ～植物工場のメリットと課題～

<植物工場とは>

光や温湿度、CO₂濃度、水分や肥料など、生育に必要な要素を自動制御して、播種から栽培、収穫、出荷までを計画的に行うことで、出荷のサイクルを短くし、高品質のまま収穫量を増大できる未来型の農業

<メリット>

- ・ 環境制御された施設内で栽培するため、**天候に左右されずに安定供給が可能。**
- ・ **農薬を使う必要がない。**菌の数が少なく、賞味期限が長い。
- ・ 洗わずに食べることができる。
- ・ 生育環境の調整により、**栄養価を高めた高付加価値野菜**の生産が可能。

<課題>

産業化に至るまでの課題の1つに「老化葉」が挙げられます。植物工場では高密度に植物を栽培するため、葉が複雑に幾重にも重なる結果、外側の葉まで光が届かず、老化が進行してしまいます。これまでも出荷前に、老化葉を取り除く作業に膨大な時間と労力がかかっていました。植物工場において、作物の高効率生産・高付加価値を実現する栽培法を確立することが喫緊の課題となっています。

■ 研究成果 ～「上方照射」を用いた新たな栽培技術～

現在の植物工場において、広く栽培されているリーフレタスを材料に用いて研究した結果、下方照射（植物体への上から下に向けてのLED照射）のみならず**上方照射（植物体への下から上に向けてのLED照射）を加えることによって、外側の葉の老化を抑制することが明らかになりました。**また、下方照射と上方照射を組み合わせた新規栽培法では、外葉の老化を抑制するのみならず、**光合成を促進させ、外葉の成長をうながす**ことも明らかになりました。

LED上方照射を行うことによって、収穫量の増大のみならず、老化葉を削減することができ、生産過程で生じるゴミ排出量の大幅な削減や老化葉を取り除くための膨大な作業量の軽減にも貢献できると考えられます。

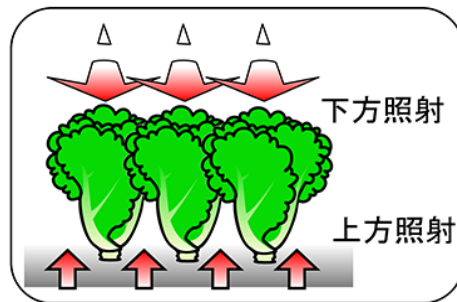
■ 開発者の想い（矢守 航 助教）

本研究成果は、植物工場における葉菜類の栽培において、「上方照射の有効性」について世界に先駆けて初めて証明することができました。今後の研究において、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。

本研究成果は、2015年12月14日 9時（スイス時間）に、スイス科学雑誌「フロンティアズ イン プラント サイエンス（Frontiers in Plant Science）」オンライン版で公開されます。



▲千葉大学内の植物工場の様子



[上方照射の例]



▲上方照射と下方照射を用いた作物栽培法

■ 研究詳細

現在の植物工場において、広く栽培されているリーフレタスを研究材料に用いました。本研究の植物育成方法を示したイラストを図1に示します。植物体への上から下に向けてのLED照射(下方照射)だけでは、外葉は老化が進行しますが(図1)、下方照射のみならず、植物体への下から上に向けてのLED照射(上方照射)を加えることによって、外葉の老化を抑制することが明らかになりました(図1)。

また、下方照射と上方照射を組み合わせた新規栽培法では、外葉の老化を抑制するのみならず、外葉の純光合成速度を「プラス」とし、外葉の成長をうながすことも明らかになりました(図2)。LED上方照射を行うことによって、収穫量の増大のみならず、老化葉を削減することができ(図3)、生産過程で生じるゴミ排出量の大幅な削減やトリミング過程で生じる作業量の軽減にも貢献できると考えられます。本研究成果によって、植物工場における葉菜類の栽培において、「上方照射の有効性」について世界に先駆けて初めて証明することができました(図4)。

図1. 上方照射を用いた葉の老化を抑制する新たな栽培システム

上方照射と下方照射を用いた作物栽培法(左図)。植物体への上から下に向けてのLED照射(下方照射)の光強度は $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ とし、植物体への下から上に向けてのLED照射(上方照射)の光強度はレタスの光補償点よりも高く光合成を促進できる光条件として $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ に設定した。下方照射のみでは、外側の葉におけるFv/Fm(光合成能力の指標)の低下が大きかった(右図)。しかし、下方照射と上方照射の同時照射によって、外側の葉におけるFv/Fmの低下が大きく抑制されていたことから、上方照射によって葉の老化抑制が可能であることが示された。

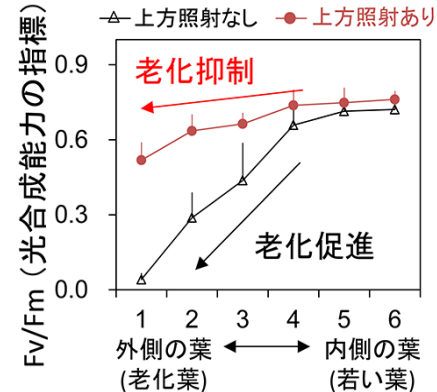
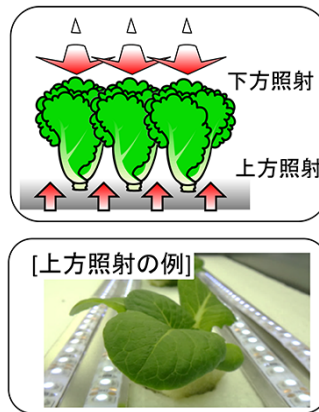


図2. 上方照射が外葉の光合成に及ぼす影響

栽培環境における外葉の光合成速度を解析した。上方照射がないと、下方照射による光が外葉に届かないため、炭素収支が「マイナス」であった。一方で、上方照射することによって、外葉にも光が届くため、純光合成速度が「プラス」になった。

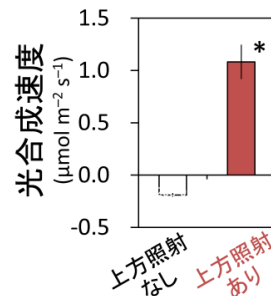


図3. 上方照射が廃棄率と収穫量に及ぼす影響

上方照射によって、外葉の老化を抑制することができ、最終的には廃棄率の低減と収穫量の増大につながった。上方照射法は出荷する際のトリミング作業(老化葉を取り除く作業)を削減することができ、時間と労力の節約になる。

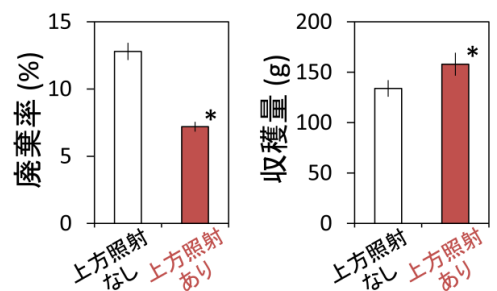


図4. 上方照射を用いた新たな栽培システムの有効性

LED上方照射によって、外葉の老化を抑制し、光合成を促進する新たな栽培方法を確立することができた。

新規栽培システムの開発



■ 論文情報

掲載誌:

Frontiers in Plant Science

論文タイトル:

Supplemental upward lighting from underneath to obtain higher marketable lettuce (*Lactuca sativa*) leaf fresh weight by retarding senescence of outer leaves

著者:

Geng Zhang, Shanqi Shen, Michiko Takagaki, Toyoki Kozai, Wataru Yamori*

DOI: 10.3389/fpls.2015.01110