

植物の成長を促す塗布型の光波長変換透明フィルムを開発

～次世代農林水産工学への応用展開に期待～

ポイント

- ・ 紫外線を赤色光へ効率的に変換する塗布型の光波長変換透明フィルムを開発。
- ・ 野菜や樹木の成長促進効果の実証実験に成功。
- ・ 農林水産業を加速化する次世代の光テクノロジーへ期待。

概要

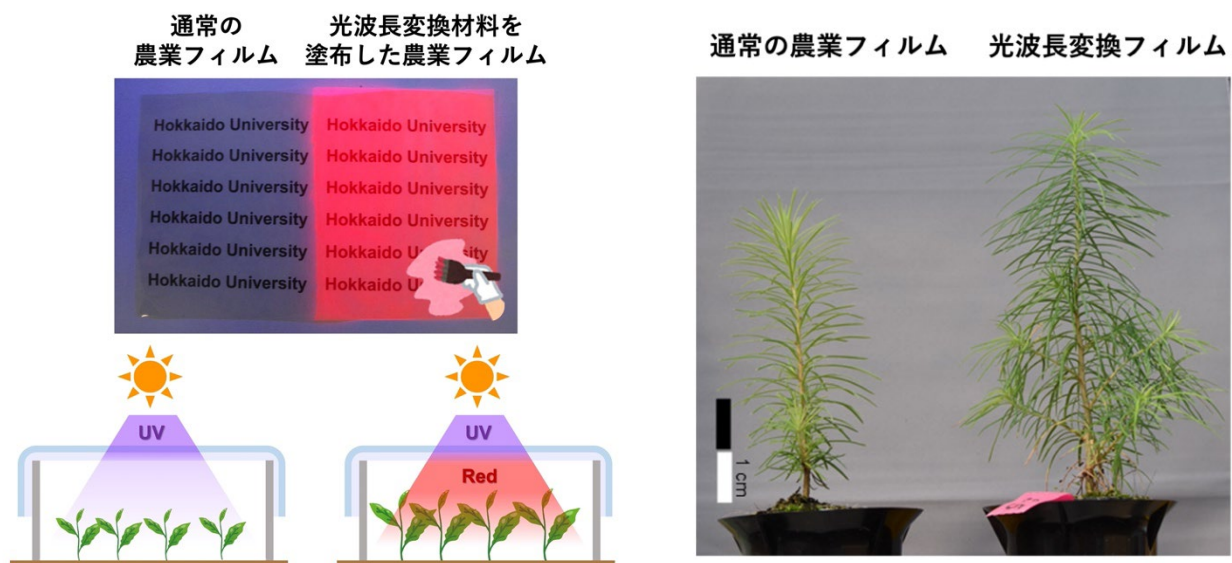
北海道大学大学院工学研究院の長谷川靖哉教授、同大学創成研究機構化学反応創成研究拠点(WPI-ICReDD)の庄司 淳特任助教、同大学大学院農学研究院の鈴木 卓教授及び斎藤秀之講師らの研究グループは、塗布可能な光波長変換材料で透明フィルムを開発し、その植物の成長促進効果を実証することに世界で初めて成功しました。

植物の成長には光が必要であり、葉緑素が吸収する赤色の光を効果的に利用することが知られています。一方、紫外線は多くの生物にとってダメージとなることも知られています。このため、太陽光に含まれる紫外線を赤色光に変換する光波長変換材料が植物生産を向上させる技術として現在注目されています。

今回開発した塗布型の農業フィルムは、紫外線を赤色光に変換する光波長変換材料を使用しており、植物に必要な可視光を遮らずに光変換できるため、野菜や樹木の成長に効果的であることがわかりました。

この技術は、太陽光の紫外線を赤色光に変換でき、電力を必要としないことから、持続可能な開発目標(SDGs)を満たす次世代の農林水産工学分野への応用展開が期待されます。

なお、本研究成果は、2022年10月26日(水)、Scientific Reports 誌にオンライン掲載されました。



光波長変換フィルムによる植物成長のイメージ

【背景】

世界の人口増加に伴い、食糧問題やエネルギー問題は人類が直面している大きな問題です。植物生産の効率化はこれらの問題を解決する重要課題と言えます。植物の成長の鍵となる光合成は、葉緑素のなかの光を集めるクロロフィルが吸収する赤色光が効果的であることが知られています。一方、紫外線は多くの生物にとって自身のダメージにつながるエネルギーの高い光です。このことから、太陽光に含まれる紫外線を赤色光に変換する光波長変換材料が植物生産への応用に期待されています。

【研究手法】

研究グループはこれまで、強発光性の希土類錯体の開発を行ってきました。中でもユウロピウム錯体は、可視域に光吸収がなく紫外線だけを吸収し、赤色光に高効率で変換できることから、植物生産のための光波長変換材料に利用できると考えました。本研究では、ユウロピウム錯体を塗布した透明な光波長変換フィルムを開発し、野菜と樹木の育成を行いました。

【研究成果】

本研究成果の光波長変換フィルムは発光性のユウロピウム錯体 $\text{Eu}(\text{hfa})_3(\text{TPPO})_2$ と透明化剤 TDMPP0 の混合によって達成されました（図1）。これらの混合溶液を市販の農業フィルムに塗布することで、容易にフィルム化することができます（図2）。このフィルムは可視光を遮らない透明性を持ち、紫外線照射下では赤色に強く発光します（図3）。太陽光の紫外線を赤色光に変換します（図4）。

この光波長変換フィルムを野菜（スイスチャード）と樹木（カラマツ）の育成に適用しました。水耕栽培で育成されたスイスチャードは、光波長変換フィルム下では日照時間の短い冬季において、成長に有意差が見られました。その育成から約60日後のスイスチャードは1.2倍の草高、1.4倍の重量が確認されました。カラマツの育成においても、光波長変換フィルム下で成長に有意差が見られ、1.2倍の苗高、1.4倍の重量が確認されました。この成長促進は育苗期間の1年短縮に相当する効果です。

光波長変換材料を使った植物育成はこれまでも報告されていましたが、塗布型の光波長変換材料を使って、野菜と樹木の成長促進を実証したのは本研究成果が世界で初めてです。

【今後への期待】

光波長変換する材料を塗布することで透明フィルムを作製することに成功し、その植物成長促進効果を実証することができました。発光するイオン種を設計することにより、緑色や黄色などの光にも自在に変えることができるので、植物の種類に合わせた光波長変換フィルムの作製が期待できます。次世代の農林水産工学分野の発展を大きく切り開きます。

今回の研究成果により、電力を必要とせずに太陽光の紫外線のみを可視光に変換できます。このことから、大規模なビニールハウス等に適用でき、農林水産業の生産性を向上することが期待されます。また、持続可能な開発目標(SDGs)のSDG2（飢餓をゼロに）、SDG7（エネルギーをみんなにそしてクリーンに）、SDG9（産業と技術革新の基盤をつくろう）、SDG15（陸の豊かさを守ろう）にも大きく貢献します。

なお、本研究成果は、北海道大学より特許出願されています。

【知的財産権】

発明の名称：希土類錯体、希土類錯体溶液、発光性成形体、発光性物品を製造する方法、発光性シート、及び農業用ビニールハウス

出願番号：特願 2019-085626

出願日：2019年4月26日（金）

出願人：国立大学法人北海道大学

発明者：北川裕一、島かおり、和田智志、長谷川靖哉、伏見公志

【謝辞】

本研究は、北海道大学ロバスト農林水産工学国際連携研究拠点、北海道大学創成研究機構化学反応創成研究拠点（ICReDD）、北海道大学部局横断型若手研究助成、日本学術振興会（JP22K14741、JP20K21201、JP22H02152、JP22H04516、JP21H02180、JP19K22902、JP21K18969、JP20H02748）の支援を受けて実施されました。

論文情報

論文名 Plant growth acceleration using a transparent Eu^{3+} -painted UV-to-red conversion film
(Eu^{3+} を塗布した透明な紫外-赤色波長変換フィルムを用いた植物成長促進)

著者名 庄司 淳^{1,2}、斎藤秀之³、実山 豊³、富田琴乃⁴、強 豹洋⁴、櫻井結希穂⁴、岡崎裕平⁴、相川航汰⁵、小西由姫⁵、佐々木建晟⁵、伏見公志¹、北川裕一¹、鈴木 卓³、長谷川靖哉^{1,2}
(¹北海道大学大学院工学研究院、²北海道大学創成研究機構化学反応創成研究拠点（WPI-ICReDD）、³北海道大学大学院農学研究院、⁴北海道大学大学院農学院、⁵北海道大学大学院総合化学院)

雑誌名 Scientific Reports

D O I 10.1038/s41598-022-21427-6

公表日 2022年10月26日（水）（オンライン公開）

お問い合わせ先

北海道大学大学院工学研究院 教授 長谷川靖哉（はせがわやすちか）

T E L 011-706-7114 F A X 011-706-7114 メール hasegaway@eng.hokudai.ac.jp

配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

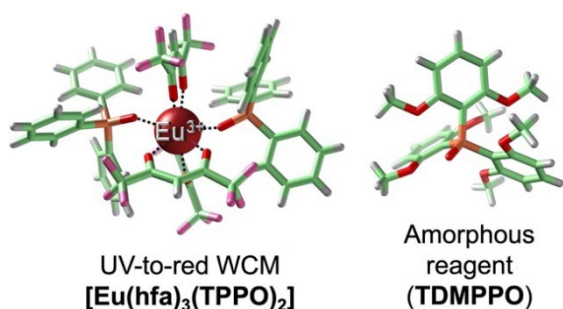


図1. 光波長変換フィルムの構成分子



図2. 光波長変換材料の塗布液

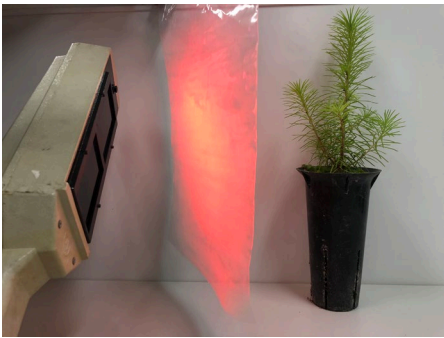


図3. 光波長変換フィルムの発光の様子

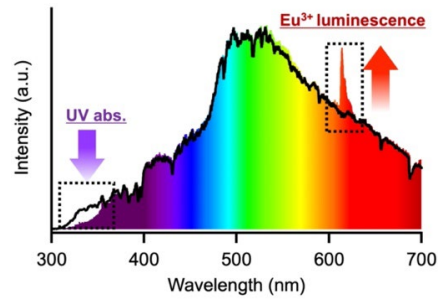


図4. 光波長変換フィルムの光学特性

【ロバスト農林水産工学国際連携研究拠点について】

ロバスト農林水産工学国際連携研究教育拠点（以下、ロバスト拠点）は、北海道大学の最重要ミッション「フードバレー構想」に基づき、農林水産業に生産工学の概念を取り入れることで食のバリューチェーンの堅牢化（ロバスト化）を目的としています。ロバスト拠点は、農林水産工業の生産力・収益力の向上と次世代技術の研究開発・社会実装、次世代農林水産工学を担う人材を育成するための研究教育拠点です。北海道大学をはじめとする大学や公的研究機関、国の官庁や北海道、地域自治体などの行政機関、関連する民間企業、さらには農林水産業従事者が連携して、研究シーズと事業ニーズのマッチングを行っています。

また、次世代の農林水産業に関する新たなイノベーションを誘導し、共同研究・共同開発などが立ち上がるためのインキュベーション機能を担い、農林水産業のロバスト化に資する実学の発展、地域社会に貢献できる特色ある大学の実現を目指しています。



【WPI-ICReDD について】

ICReDD (Institute for Chemical Reaction Design and Discovery、アイクレッド)は、文部科学省国際研究拠点形成促進事業費補助金「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)」に採択され、2018年10月に本学に設置されました。WPIの目的は、高度に国際化された研究環境と世界トップレベルの研究水準の研究を行う「目に見える研究拠点」の形成であり、ICReDDは国内にある14の研究拠点の一つです。

ICReDDでは、拠点長の下、計算科学、情報科学、実験科学の三つの学問分野を融合させることにより、人類が未来を生き抜く上で必要不可欠な「化学反応」を合理的に設計し制御を行います。さらに化学反応の合理的かつ効率的な開発を可能とする学問、「化学反応創成学」という新たな学問分野を確立し、新しい化学反応や材料の創出を目指しています。

