

固体発光性色素を活用した農園芸波長変換被覆資材の開発

育成研究：ＪＳＴイノベーションサテライト高知 平成１７年度採択課題
「固体発光性色素を活用した農園芸波長変換被覆資材の開発」

代表研究者：高知大学 理学部 応用理学科 教授
吉田 勝平



研究概要

紫外-可視光領域での選択的な波長変換を可能とする新規な“固体発光性色素”を創出した。これらを透明高分子樹脂に組み込んで、太陽光や人工光の波長分布を簡便に調整できる“波長変換用資材”を開発した。また、これらを使用した光環境下での“高付加価値化栽培法の確立”について研究した。

研究内容、研究成果

植物の生長に及ぼす光質の影響は極めて大きい。近年、植物栽培において、光環境を制御する栽培方法が注目されている。光質を変化させるには、光源を変えるか被覆資材を用いる方法がある。光源として主に蛍光灯やLEDが使用されているが、寿命やコスト面で問題がまだ残されている。被覆資材の場合、カットフィルムやフィルターが使用されているが、基本的に光の特定波長域を吸収させることで光質を変化させるため、光源のエネルギーを減少させてしまう問題がある。

本研究では、上記課題を解決するため、発光型波長変換資材の開発を目指して、1) 固体発光性色素の開発、2) 波長変換用資材の開発、3) 高付加価値化栽培法の確立を目標とする3グループに分け、JST研究員をグループ間を結ぶパイプ役としてトライアングル方式の有機的連携下で研究を進めた。

発光性色素の開発では、分子設計を駆使して蛍光色素の一般的弱点を改善し、良好な溶解性や耐熱・耐光性、溶液状態のみならず固体状態やフィルム中でも強い発光性を示し、さらに植物栽培に有効な光を増強させる波長変換機能を付与した新規な固体発光性色素の創出に成功した(図1)。

波長変換資材の開発では、固体発光性色素と種々のプラスチック素材との組み合わせを検討した。さらに、波長変換領域の最適化、発光効率や耐久性の改善、表面からの蛍光取り出し効率の改善(エンボス加工)および波長変換資材の形状(ペレットやリフレクタなど)について検討した。その結果、発光効率・耐久性・波長変換機能に優れた青、黄、赤色発光の種々の波長変換資材を開発した(図2、図4)。

植物の高付加価値化栽培法の確立では、主にランのプロトコム様球体(PLB)の増殖に研究を集中させた。ラン科植物の営利栽培において、PLBの増殖はその生産性を左右するため、最も重要な段階の一つである。本研究では、従来の合成植物ホルモンを用いる方法に代えて、蛍光フィルム使用によるPLB増殖促進効果を見出し(図3)、環境負荷軽減に寄与する組織培養技術を確認した。さらに、波長変換資材の多様な使用方法を考案し、エンボス加工や筒状での被覆、反射光を利用など(図4)、いずれの場合でも蛍光を利用することによりPLBを効率よく増殖させることができた(図5)。

一方、近年では食品の機能性が注目されているが、波長変換資材を利用することによりブロッコリーやカイワレダイコンのスプラウトの生育が促進され、新鮮重や抗酸化機能成分としてポリフェノール含量が増加することを明らかにした。

今後の展開、将来の展望

本プロジェクト研究を通して、発光性色素の開発では多色発光や近赤外発光への展開、波長変換用資材の開発では、添加物効果によるさらなる耐光性の改善の可能性が見えている。また、波長変換用資材は、透過型だけでなく、反射型でも利用可能であることが分かった。被覆だけでなく、植物周りに設置するような使用形態を含めて製品化を検討し、試作品の作製、栽培実証試験、コスト計算や市場調査を行い、実用化に結びつけたい。波長変換資材を使用した植物栽培の高付加価値化の拡大については、組織培養の新しい方法として、ラン以外に苗状原基を介したイチゴやメロンなど市場の大きい野菜類のクローン苗大量生産への応用を考えている。また、薬用成分を高濃度蓄積する植物や、野菜・花卉栽培へとさらに検討を進める予定である。

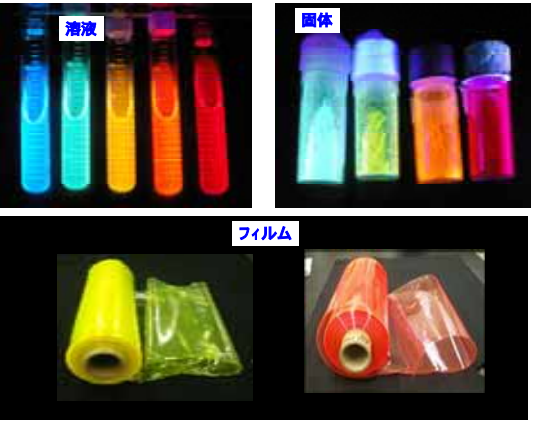


図1. 様々な状態における固体発光性色素の発光特性

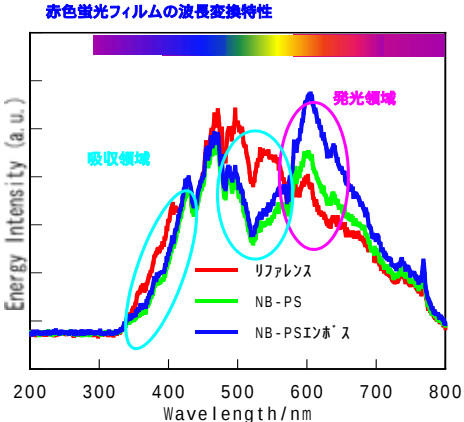


図2. 赤色蛍光フィルムの波長変換特性(例)

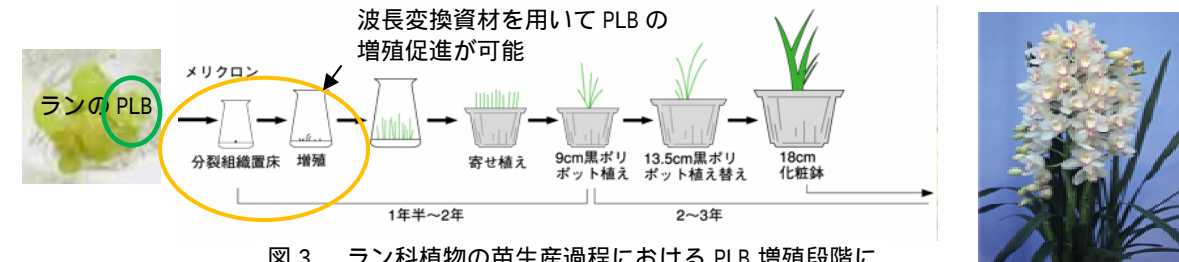


図3. ラン科植物の苗生産過程における PLB 増殖段階に及ぼす波長変換資材の効果



図4. PLB 増殖段階での波長変換資材の多様な使用方法

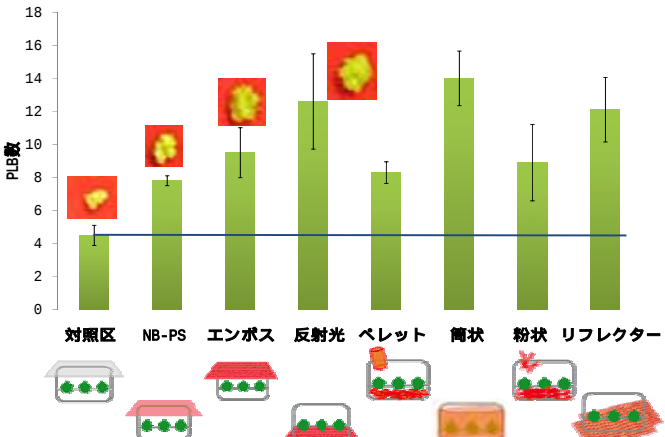


図5. シンビジウム(フィンレイソニアナム)の PLB 数に及ぼす NB 色素蛍光体の使用方法と増殖促進効果

研究体制

- ◆ 代表研究者
高知大学 理学部 教授 吉田 勝平
- ◆ 研究者
前田優子 (JST)、江川晴香 (JST)、浜田和俊 (JST)、米村俊昭 (高知大学理学部)、島崎一彦 (高知大学農学部)、西村安代 (高知大学農学部)、安武大輔 (高知大学農学部)、喜多泰夫 (大阪市立工業研究所)、松川公洋 (大阪市立工業研究所)、笹尾茂広 (大阪市立工業研究所)、渡瀬星児 (大阪市立工業研究所)、岡田 真 (ナルックス㈱)、岡野正登 (ナルックス㈱)、山本剛司 (ナルックス㈱)
- ◆ 共同研究機関
大阪市立工業研究所、ナルックス㈱

研究期間

平成１８年４月 ～ 平成２１年３月