

氏名	安 松 浩 アン ショウコウ
本籍（国籍）	中華人民共和国
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研 782 号
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 2 3 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物生産科学
学位論文題目	<b>サクラ‘ソメイヨシノ’ (<i>Prunus×yedoensis</i> ‘Somei-Yoshino’) の着色に関する研究 (Research on coloration in the Blossom of the ‘Somei-Yoshino’ Cherry Tree(<i>Prunus × yedoensis</i> ‘Somei-Yoshino’))</b>
学位審査委員	主査 弘前大学教授 荒川 修 副査 立澤 文見(岩手 准教授), 田中 紀充(弘前 助教), 西澤 隆(山形 教授)

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

‘ソメイヨシノ’ (*Prunus×yedoensis* ‘Shomei-yoshio’) は鑑賞用として最も一般的に栽植されているサクラの品種である。‘ソメイヨシノ’の切り枝は、室内で水挿しして利用される場合があるが、水挿しによる開花では、樹上のピンク色の花と異なり、白い花となる問題がある。これまで、‘ソメイヨシノ’の着色機構に関しては深く研究されておらず、その理由は不明である。本研究は‘ソメイヨシノ’の着色機構を明らかにすることを目的とした。また、室内での水挿しによる開花の着色を改善する技術を提案することを目的とした。

‘ソメイヨシノ’の花弁のピンク色は、光照射によるアントシアニン色素の蓄積によって生じている。本研究の結果から、光の波長域では、青色と赤色の波長域が‘ソメイヨシノ’花弁のアントシアニン蓄積に関与していることが明らかとなった。特に、450 nm の青色光が最も影響が大きく、その光強度に依存していることが明らかになった。赤色単色光の照射はアントシアニン生成への効果は認められなかった。しかし、青色光と赤色光を同時に照射すると、青色単色光を照射した場合に比べてアントシアニン含量が大幅に増加したことから、青色光受容体と赤色光受容体の相互作用が示唆された。また、赤色光の効果には、フィトクロム A が関与していると考えられた。RT-PCR 法を用いて、光受容体とアントシアニン生合成に関する遺伝子発現を調査したが、結果を得ることができなかった。

‘ソメイヨシノ’は野生種であるオオシマザクラとエドヒガンの間で生じた園芸品種である。そこで、光照射がオオシマザクラとエドヒガン花弁の着色に及ぼす影響を調査した。オオシマザクラでは着色する光条件は‘ソメイヨシノ’と大きく異なり、青色光と赤色光の相互作用は認められなかった。また、暗黒条件でもアントシアニン含量が増加する可能性も考えられた。エドヒガンは‘ソメイヨシノ’と類似した光誘導アントシアニン生合成機構を持つと考えられた。したがって、‘ソメイヨシノ’の着色機構はエドヒガンの形質に影響されていると考えられた。

‘ソメイヨシノ’の花の発育段階において、光の照射時期はアントシアニンの蓄積に影響を及ぼしていると考えられる。そこで、開花を5つのステージ：1. 芽の膨らみ始め、2. 花弁の出現（蕾）、3. 花弁の展開、4. 満開、5. 老化に分けて、それぞれの段階に袋掛けとLED照射を行い、アントシアニン含量を調査した。樹上での袋掛けおよび室内での切り枝への照射の結果、最も高い光応答性はステージ1と2で観察された。ステージ3と4では、光応答性が低かった。また、老化の間（ステージ5）も花弁の光応答性は高かった。これらの結果から、‘ソメイヨシノ’花の色は蕾ができる段階で決定され、この時期に花は最も光応答性が高いことが明らかとなった。また、各ステージにおいて、2日間のLED照射によって生成されるシアニジン3-グルコシドとシアニジン3-ルチノシドの割合の推移は同じ傾向が観察された。しかし、ステージ1と2では、他のステージでLED照射した場合に比べ、シアニジン3-グルコシドのアントシアニン総含量に占める割合が増加した。これらの結果から、花の発達段階によって、照射によって誘導されるアントシアニン代謝が異なることが示唆された。

糖類および温度が分離した‘ソメイヨシノ’の花弁の着色に及ぼす影響について調査した結果、3種類の糖類：グルコース、フルクトース、スクロースの処理によるアントシアニン含量の増加が観察された。切り枝への糖類の散布によってアントシアニン含量が増加した。しかし、最も効果が大きい糖類に関しては、明確な結果を得ることができなかった。また、20℃は10℃から17.5℃に比べてアントシアニン含量が多かったが、処理による花弁の乾燥が観察された。これらの結果から、アントシアニン生成には浸透圧の変化による刺激が影響したことが示唆された。さらに、オーキシン類縁体であるIAAの散布によって、花梗が伸長して花の形が良くなったが、花弁への影響は認められなかった。

花芽における自発休眠および他発休眠は外観による判断が困難になっている。そこで、近赤外分光計を用いて‘ソメイヨシノ’の花芽を測定し、休眠状態を判別する可能性を検討した。主成分分析法によって自発休眠と他発休眠の判別はできなかったが、実験方法と解析方法の改善により可能であると考えられた。また、自発休眠覚醒後の測定値は満開日までの日数と相関が高く、満開日予測への応用が期待された。

本研究の結果から、室内での切り枝は、蕾ができる時期に糖類などを散布し、青色光および赤色光を同時照射することにより、花弁の着色を促進することができると考えられた。さらに、植物成長調節剤であるIAAを散布することによって、水挿しによる花の品質を改善することができると考えられた。

## 論文審査の結果の要旨

本研究はサクラ‘ソメイヨシノ’の着色機構を明らかにし、室内での水挿しによる花の着色を改善する方法を開発することを目的として研究を行い、以下の結果を得たものである。

1. ‘ソメイヨシノ’の花弁のピンク色は、光照射によるアントシアニン色素の蓄積によって生じている。このアントシアニン蓄積には、450 nmの青色光が最も効果が大きく、赤色単色光はアントシアニン生成の効果は認められないが、青色光と赤色光の両方を同時に照射すると、青色単色光を照射した場合に比べてアントシアニン含量が大幅に増加し、青色光と赤色光の相互作用が花の着色を促進していることが明らかとなった。また、赤色光の効果にはフィトクロムの関与が示唆された。オオシマザクラでは青色光と赤色光の相互作用は認められなかったが、

エドヒガンは‘ソメイヨシノ’と類似した光誘導アントシアニン生成機構を持つと考えられた。したがって、‘ソメイヨシノ’の着色機構はエドヒガンの形質に影響されていると考えられた。

2. ‘ソメイヨシノ’の花の発育段階における光の照射時期がアントシアニンの蓄積に及ぼす影響を明らかにするために、開花を5つのステージに分けて、それぞれの段階に袋掛けとLED照射を行い、アントシアニン含量を調査した。その結果、最も高い光応答性はステージ1（芽の膨らみ始め）と2（花弁の出現（蕾））で観察された。ステージ3（花弁の展開）と4（満開）では光応答性が低かった。また、老化の間（ステージ5）も花弁の光応答性は高かった。これらの結果から、‘ソメイヨシノ’の花は蕾の段階での着色の影響が大きいことが明らかとなった。

3. 糖類および温度が分離した‘ソメイヨシノ’の花弁の着色に及ぼす影響について調査した結果、3種類の糖類：グルコース、フルクトース、スクロースの処理によるアントシアニン含量の増加が観察された。切り枝の花への糖類の散布によってアントシアニン含量が増加した。さらに、オーキシンのIAAの散布によって花梗が伸長して花の形が良くなった。これらの処理を光照射と組み合わせることによって花の品質を改善出来る可能性が示唆された。

4. 近赤外分光計を用いて‘ソメイヨシノ’の花芽を測定し、休眠状態を判別する可能性を検討した結果、主成分分析法によって自発休眠と他発休眠の判別はできなかったが、自発休眠覚醒後の測定値は満開日までの日数と相関が高く、満開日予測の可能性が示唆された。

このように本研究は、1. ‘ソメイヨシノ’花弁の着色には青色光と赤色光の相互作用が関係していること、2. 花弁の着色は開花前の蕾の段階の光照射によることを明らかにした。さらに3. 光照射に糖類とIAAの処理を組み合わせることによって水挿しで開花した花の品質を改善出来ることを示した。このような‘ソメイヨシノ’花弁の着色について光の作用を中心に詳細に検討した研究は初めてである。

本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

S. An, O. Arakawa, N. Tanaka, S. Zhang and M. Kobayashi (2020) Effect of Blue and Red Light Irradiation on Flower Coloration in Cherry Blossom (*Prunus×yedoensis* ‘Somei-Yoshino’) *Scientia Horticulturae* 263:101093