

平成 30 年 6 月 16 日現在

機関番号：34517

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00768

研究課題名(和文) 藍植物による紫色染色の機構解明と実用化

研究課題名(英文) Clarification aiming practical application of dyeing in purple shade using indigo plants

研究代表者

牛田 智 (Satoshi, Ushida)

武庫川女子大学・生活環境学部・教授

研究者番号：40176657

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：藍植物に含まれる藍の色素の前駆体のインジカンからインドキシルの酸化を経てインジゴを生成させて染色する藍の生葉染めにおいて、インジゴの異性体である赤系色素のインジルピンを多く生成させ、紫色に染色する条件として、インドキシルの酸化を遅くすることが有効ではないかと考え、乾燥してもインジカンが保持される乾燥インド藍粉末を用いて検討した。その結果、染色液に粘性を付与する物質の添加や、容器の形状の違い、窒素によって酸素の侵入を遅くする工夫等によってゆっくりと酸化をさせると、中性条件でも絹布を紫色に染色できた。ただ、この方法では夾雑物も染着するため、鮮やか色の染色が難しく、実用化の観点からは難点が残った。

研究成果の概要(英文)：Purple shade due to the production of indirubin, an isomer of indigo can be obtained from indoxyl which is produced from indican in indigo dyeing with fresh leaves of indigo plants. Since it is considered the slow oxidation is effective to get much indirubin, dye solution with high viscosity, change in the shape of the dye vat, introduction of nitrogen using dried powder of natural indian indigo were examined. In consequence it was confirmed slow oxidation was effective to dye silk in purple even under the neutral conditions. However by this procedure it was difficult to dye bright due to the adsorption of impurity.

研究分野：染色学、衣・住生活学

キーワード：インジゴ インジルピン インドキシル 藍 生葉染め 紫色染色

1. 研究開始当初の背景

藍の色素であるインジゴが、藍植物に含まれる、インジゴの前駆体であるインジカン(無色)から生じる際に、赤紫色素のインジルピンが生じて色が悪くなるという事実が知られていた。またこのインジルピンは、藍植物の一種である琉球藍の場合、煮染めによって生じ、インジゴの青と混ざって、紫色になることが知られていた。しかし、インジルピン生成の要因や条件の詳細は不明であった。逆に、このインジルピンを多く生成させることができれば、藍植物(青色を得るためだけに用いられてきた染料植物)から、多彩な色を得ることができるのではないかと考え、インジルピンを多く生じさせる条件を詳細に模索・検討してきた。インジルピンが生成する条件はある程度解明されたが、なぜそのような条件が必要なのかについては不明であった。また、より濃くインジルピンを染色できるような条件もみつかっていなかった。

2. 研究の目的

藍の生葉からインジゴを生成させる前に、インジゴではなくインジルピンを生成させることができるが、その生成の機構を、何らかの間接的な証拠から明らかにすることを目的とした。また、インジルピンが多く生成する条件として、酸化を遅くすることが有効ではないかと考えられてきたが、そのことを明らかにしたいとも考えた。そしてこれらの解明により、インジルピンを多く生成できる条件・手法が、実用につながることも期待した

3. 研究の方法

藍染めにおいて、藍の色素であるインジゴは水に溶解しないので、還元させて染色する建て染めという方法が通常行われている。この方法以外に、新鮮な藍植物を用いる生葉染めがある。この方法は、インジゴ

の前駆体で、藍植物が含有しているインジカンが、植物中に含まれる酵素のグルコシダーゼで加水分解し、生成したインドキシルからインジゴを、繊維内部で生成させて染色する方法である。このインジゴが生成する過程で、インジゴの異性体である赤紫色の色素のインジルピンが多く生成する条件とその機構を解明すべく検討した。

この検討は、日本の藍植物であるタデアイの生葉を使って行うべきであるが、生葉が得られるのは限られた期間でしかないので、乾燥してもインジカンが保持される乾燥インド藍粉末を用いての染色を行った。なお、タデアイは乾燥すると、前駆体(インジカン)がインジゴに変化してしまうため用いることはできない。

これまで、絹の染色においてインジルピンを多く生成させる条件としては、熱を加える、アルカリ性下でエタノールを添加するなどがあったが、ナイロン布の場合は、中性条件でもインジルピンが繊維内で生成することがあった。これは、ナイロンへの酸素の侵入が遅く、ゆっくりと酸化が起るため、インジルピンが多く生成するのではないかということが示唆された。その遅い酸化条件に関する詳細な検討がインジルピン生成の機構の解明につながると考え、絹布でも酸化速度を抑えれば中性でもインジルピンが多く生成できるのではないかと検討した。

方法は次の通りである。乾燥インド藍粉末を水に溶き、30分間酵素反応(インジカンのインドキシルへの分解)を行った後、その溶液を酸素が侵入するのを押さえる様々な条件で保持しながら、絹布を浸漬して染色を行った。しかし染液中にインド藍粉末があると酸素の侵入が不均一になるため、粉のない染液を次のように作り、同様に染色を行った。(1)75の湯にインド藍粉末を入れて濾過し、酵素を失活させてイン

ジカンを含む溶液を得た。(インジカンは熱に安定であり、酵素が存在しないと分解もおこらない。)(2)水にインド藍粉末を入れて濾過をして酵素を含む溶液を得た。(この液中にはインジカンも含まれているが、酵素での分解と空気酸化によりインジゴが生成するので、しばらく放置して濾過することで除去され、インジカンを含まない活性を保持した酵素を含む溶液を得ることができる。)(3)これらの(1)と(2)を混ぜて染色液とした。(混ぜることによりインジカンの酵素分解が開始し、インドキシルが生成する。)

酸素の侵入を押さえ、酸化を遅くする方法としては次のようなことを行った。(1)ポリビニルアルコール(PVA)、グリセリン、でんぷん糊を様々な濃度で加え、染色液の粘性を変え、酸素の侵入速度を制御する。(2)容器の形状を変え、水面の面積を小さくしたり、液の深さを深くしたりする。(3)容器の蓋の仕方を変化させる。(4)窒素を導入して酸素濃度を少なくする。

4. 研究成果

インド藍粉末で作成したインドキシルを含む染色液に、ポリビニルアルコール、グリセリン、でんぷん糊、カルボキシメチルセルロース(CMC)を加えて粘性をもたせ、酸素の侵入を遅くした。ポリビニルアルコールを約10%含む市販の洗濯糊10g~100g、グリセリン10g~40g、デンプンを約20%含む市販の洗濯糊10g~50g、カルボキシメチルセルロース(略称CMC)0.1g~1gを添加した1gのインド藍粉末を用いた100gの水溶液で検討した。その結果、粘度の高いものの方が、より紫色に発色した。

次に、インド藍粉末の染色液の液面が小さい場合や、液が深い場合の方が酸化が遅くなると想定して検討した。溶液水面の面積の異なるビーカーと三角フラスコで違い

を調べたが、大きな差は見られなかった。液面が小さく深いメスシリンダーを用いると液が深い方が、より紫色に発色した。

さらに、容器に蓋をすることや、窒素を導入して酸素を入りにくくする方法を検討した。三角フラスコを染色容器として、そのまま静置、染色液に窒素気流を吹き込んで蓋を開けて静置、染色液に窒素気流を吹き込み、ラバーセプタムでフタをしてそこに注射針を刺して放置、染色液に窒素気流を吹き込み、ラバーセプタムで蓋をしたまま放置、といった方法での染色を行った。の酸素がゆっくり入る条件が最も紫色に染色された。はほとんど酸素が入らないため良好な結果には至らなかった。

なお色については、島津製作所のUV-VIS分光光度計UV2550で測定した分光反射率曲線とミノルタの測色計CM-3600dによる測色(L*a*b*値)で評価した。酸化を遅くしているのので、発色には1日~3日要するものの、中性下でも絹を紫色に染色できることがわかった。ただ、この方法では夾雑物も染着するため、鮮やか色の染色が難しく、実用化の観点からは難点が残った。

以上、藍の生葉染めをナイロン布に行った場合、時間をかけて徐々にインジルピンが多く生成して紫色に発色してくる現象が、絹布でも再現できた。インドキシルからインジゴが生成するかインジルピンが生成するかは、インドキシルの酸化的二量化か、インドキシルがイサチンに酸化されて別のインドキシルと反応してインジルピンが生じるかという、インドキシルの酸化のルートの違いに依存していると考えられ、酸化が遅いとより酸化が起こりにくいイサチンへの酸化が優先されるということが示唆された。

このインジルピンが生じる現象の機構に

ついて、まだ確たる証拠は無いが、今後何らかの条件設定による実験で、明らかにできるのではいかと考えている。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 4 件)

坂本ゆか、牛田 智、 - 低濃度酸素下での温度の効果 - 、日本家政学会関西支部第 39 回研究発表会、2017 年 10 月 15 日、同志社女子大学

坂本ゆか、牛田 智、藍の生葉染めの過程におけるインジルピンの生成 - 中性下で酸化を遅くした場合 - 、日本家政学会関西支部第 38 回研究発表会、2016 年 10 月 30 日、大阪樟蔭女子大学

山本郁美、牛田 智、インジゴの存在状態による色彩の違い、日本繊維製品消費科学会 2016 年年次大会、2016 年 6 月 26 日 東京家政大学

坂本ゆか、牛田 智、藍の生葉染めの過程におけるインジルピンの生成 - 添加物による影響 - 、日本家政学会関西支部第 37 回研究発表会、2015 年 10 月 25 日、武庫川女子大学

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

牛田 智 (USHIDA, Satoshi)

武庫川女子大学・生活環境学部・教授

研究者番号 : 4 0 1 7 6 6 5 7