

藍生葉染色 of 酵素反応条件に関する研究 (23 年度版)

～タデアイ生葉による紫染めの考察～

バイオサイエンス科 課題研究 (バイオ生産専攻 A)

宇山 愛月 外谷 晃大 藤原 雅 一穂 菜穂 重岡 茉琴 中北 幸太郎 松村 尚樹 山本 涼介 吉川 拓杜

はじめに

私達は 2 年間、課題研究 (バイオ生産小林班) において工芸教育に長年携わってこられた桑田芳治先生 (前神戸芸術工科大学特任教授・元本校校長) に藍生葉染色に関する実験の指導を受けてきた。圃場で栽培し刈り取った蓼藍生葉を材料に実験に取り組んだ。取り組んだ実験は絹ポケットチーフ、ストール・綿 T シャツ (たたき染め) などの生葉染め、藍染め (紫染め) におけるエタノール濃度と pH、染色液温の関連研究、さらに、色素インジゴを還元する建て染めなど多岐に渡った。その中で 紫 染めに関係する諸条件を検討した結果を報告する。



タデアイの生葉を使った染めの魅力は、刈り取ったタデアイの茎から瑞々しい緑色の葉をちぎり取り、ミキサーにかけて生葉ジュースを作り、まず美しい空色を染めることができること。次に、空色を染めて黒紺色になった生葉ジュースに少しの白い粉を入れて、液温を少し高くすることで、連続的に淡い赤紫色に染めることができることにあります。空色と赤紫色の 2 色が同じ草で染まったという体験は、きっと子どもたちにタデアイという植物の不思議、自然の不思議、科学への魅力を深く感じてとってもらえるに違いないと思っています。

しかし、授業の 2 時間では葉の収穫から始める生葉染めは時間不足となります。そこで、昨年は、インジガンは生葉を煮出しても抽出できること、エビネの葉にもインジガンとその分解酵素があり、冬でも手に入ること、また、葉を作るタデアイの乾燥葉にもインジガン分解酵素は残っていることを確認して、授業時間の中では紫染めだけの実験をすることとして、昨年度は両学年とも 90% 以上の確率で紫染めができました。

今年は、タデアイの生葉を使った紫染めを昨年と同程度の成功率でできるようにしようとの意気込みで取りかかったのですが失敗の連続でした。

なぜ紫色に染まるのかをここに示し、どこに失敗、問題点があったのかを考えてみたいと思います。

空色に染まる過程 (生葉ジュースによる染めの場合)

- ① 生葉に水を加えてジュースにすると葉の細胞内の別々の液胞にあるインジガンとその分解酵素が接触することになり、インジガンは酵素によってインドキシルとグルコースに分解されます。
- ② インドキシルは別のインドキシルと酸化結合してインジゴになりますがインジゴは水に溶けないので繊維を染めることはできません。
- ③ 絹はタンパク質の繊維なのでインドキシルが吸着できる部分が沢山あり吸着したインドキシルと、水中を漂っているインドキシルが酸化結合してインジゴが絹の繊維上に固定されます。つまり染まります。(固定されると言っても液中で結合してできたインジゴと比べて不安定であるようです。染色後の絹布を高湿多湿の雰囲気下に放置すると、ほぼ確実に灰色に変色します。)
- ④ インドキシルの 2 分子が酸化結合してどんどんインジゴが増えていき、生葉ジュースは緑色から紺色へと変わり、絹布は空色に染まります。インドキシルはインジゴができる倍の速さで減少していきます。
- ⑤ 生葉ジュース中の絹布は、染色開始 15 分ほどでそれ以上の濃色に染まるスピードが急減します。(実験では、同一染料液中での染色時間を長くするより、新しい生葉ジュースを使い、染色回数を増やす方が濃色に染まっています。これは染料液中のインジゴが全く染色に寄与していないことを示しています。)

赤紫色に染まる過程

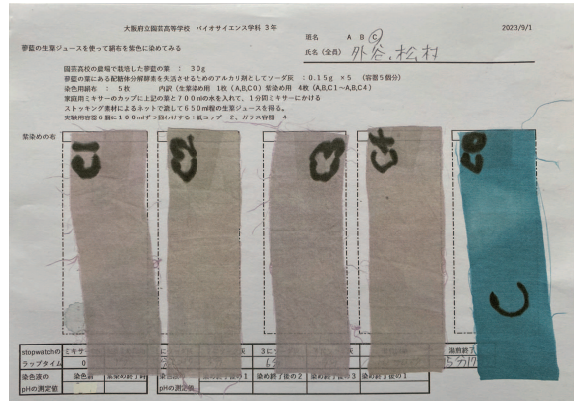
- ⑥ 琉球藍の生葉ジュースでは空色の染色後に、アルカリ剤を加えることなく加熱するだけで紫染めができることが多いようですが、タデアイでは消石灰などのアルカリ剤を加え pH を上げ、加熱することで染まります。しかし、いつでも染まるというものではなく、失敗することが多い染めです。
- ⑦ 紫色は染料液中に漂っているインドキシルがイサチンに変わり、繊維に吸着したインドキシルとイサチンが結合し赤く発色するインジルピンができることで染まります。その赤色と③のようにして繊維に染まりついたインジゴの青とが並置混合で紫色が現れるのです。染料液も絹布と同じように、赤みを帯びてきます。実験では、液温が 50℃ くらいで赤みを帯びてくる場合もあれば、80℃ 以上で赤みを帯びてくる場合があったり、赤みを帯びることなく終了したりと、様々で、イサチンに変化する条件を特定することが、我々のような雑な条件設定では見つけ出すのが難しいことのように思われます。

実験 1 (9 月 1 日 第 3 学年)

農場で栽培したタデアイの生葉を収穫し、各班ミキサーに 700ml の水を入れ、30g の生葉を加えて、1 分間回転させ生葉ジュースを作り、紙コップ 2 個、湯煎するためのガラス容器 (以下 G コップ) 4 個に 100ml のジュースを入れた。紙コップ 1 に絹布を入れて 15 分間染めた。この生葉染め開始の 3 分後に G コップ 1 に苛性ソーダを入れて pH を 11+ 程度に調整し、絹布を入れた。その 3 分後 G コップ 2 を pH 調整し、染色開始。その 3 分後に G コップ 3、さらにその 3 分後に G コップ 4 を同様にして染色を始めた。紙コップでの生葉染めを始めてから 15 分経過後に生葉染め終了。同時に G コップ 4 個の湯煎を開始した。60℃ まで染料液温を上げて 15 分程度液温をキープした。

結果は図 1 の通りであった。

図 1

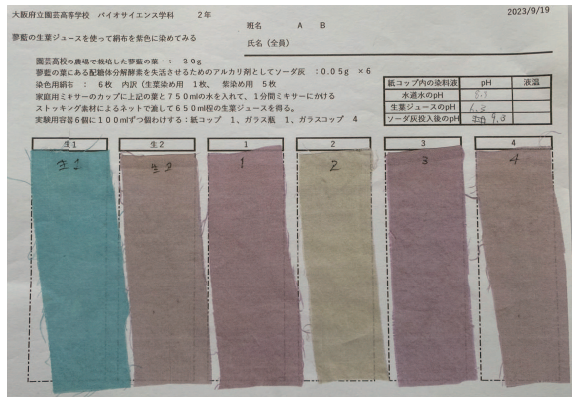


実験 2 (9 月 19 日 第 2 学年)

基本的に実験 1 と同じ内容の実験である。違うのはアルカリ剤としてソーダ灰を使用したこと、pH を 9~10 としたことである。また、実験 1 では紙コップ 2 は pH 調整のためのだけに使用したが、pH 調整後絹布を入れて染めてみた。(図中の布に記入した番号 "生 2" は正しくは "2"、" 2" は正しくは "生 2" である。絹布の貼付位置も正しい位置ではない。)

結果は図 2 の通りであった。

図 2



結果

図 1 では、c1~c4 の絹布は若干赤色が染まっているように見えるが、現物の色は図 1 ほどの赤みはない。染まっていないと言って良い色である。実験 1 では pH の値とアルカリ剤投入のタイミングがイサチン生成の条件に合わなかったということになる。アルカリ剤を苛性ソーダにしたことも原因の一つかもしれない。次年度に検証したい。

実験 2 では 2 班とも紫に染まったが、50℃ 程で染料液が赤くなった班もあり、子どもたち向けの技法としては、火傷しない程度の低温、低アルカリで染まる条件を次年度は見つけていけるかもしれないと考えている。

謝辞:

藍の実験・研究を行うにあたり、実験準備や材料の提供など大変お世話になりました。

2 年間のご指導、ありがとうございました。厚く感謝申し上げます。

