

第1章

ちょっと化学な 天然染料の入り口

1

糸、布、繊維つてなに？ なぜ染まるの？

—とてもお手軽な染色概論 その1—

この本ではたくさんの天然染料の話をしていきますが、その前提としてまず、染まる布や糸、せんい繊維のことについて簡単に解説しておこうと思います。

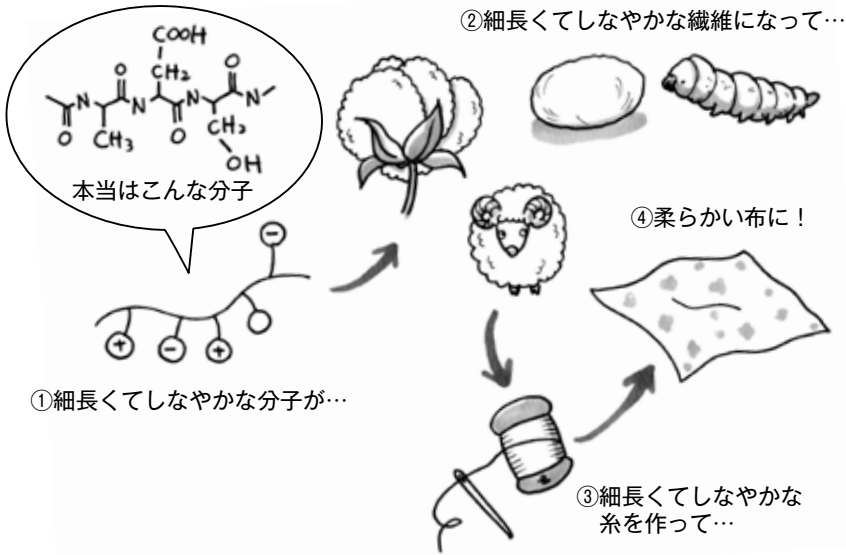
布は、糸を編んだり織ったりしてでき上がった、平面の形状をしたものです。これは、糸という1次元的構造物を並べたり絡ませたりすることで、2次元的構造物ができるからです。同じような平面の形状をした鉄板とは違い、柔らかくしなやかなものです。この理由は、布を作っている糸が、やはり柔らかくしてしなやかだからです。すなわち、糸という、へとても長くて細くてしなやかであるものゝを私たち人間が作ることでできたので、その糸から柔らかくて加工しやすい布を作ることでもできたのですね。

では、なぜ私たちは糸を作ることができたのでしょうか？ それは、はるか昔私たちの祖先が、自然とい

う身の回りの世界から（長くて細くてしなやかなもの）を見つけたからです。背の高い草の茎から内皮を取り出しそれを割いて細くて長くてしなやかなものを得たり、種から細長くてしなやかな毛がたくさん生えている変わった植物を見つれたり、細長くてしなやかな体毛をヒツジやヤギから頂いたり、蚕の幼虫が作った繭をお湯でふやかすことでとても細く、そしてびっくりするくらい長くてしなやかなものにほぐす技術を見つけたり……。

そうやって得られたものが、長くて細くてしなやかなもの、繊維です。私たち人間は、長くて細くてしなやかな物質、繊維を見つけることができたので、それを燃よることで絡ませたり、績つむむことで結んだりして、更に更に長くて、そして細くてしなやかな糸を作ることでできたのですね。

長くて細くてしなやかなもの



では、なぜ繊維は細くて長くてしなやかなのでしょうか？ それは、繊維という物質を構成している分子が、やはり、細くて長くてしなやかだからなのです。結局、とても細長くてしなやかな分子がたまたま自然界にあって、その分子が束になることで細長くてしなやかな繊維ができ上がり、その繊維を集めて細くてものすごく長くてしなやかな糸を人間が作り、その糸から布ができ上がっている、という単純なお話です。

そして、この細長くてしなやかな分子は、たまたま『手』を持っていることが多いです。この手のことを官能基といい、これは他の物質の官能基と反応を起こしやすい部位です。この官能基は、細長い分子に連続して存在することが多く、天然の繊維の分子は、化学反応を起こしやすい担い手をとってもたくさん持った形をしているのです。

繊維の分子が持つこのたくさんの官能基は、私たち染色家にとって大変ラッキーなことでした。と言うのも、この『手』、すなわち官能基が染色の際にとっても重要な役割を果たすからなのです。この先の話は「草木はなんでも染まる？」でどうぞ。

2

草木はなんでも染まる？

植物が染料になる理由

—とてもお手軽な染色概論 その2—

天然染料の染め工房を営んでいてよく耳にするのが、「植物なんかで布が染まるのですか？」という質問です。

植物を煮立てて作った汁で布や糸を染める、ということを毎日行っている私たちからすると、この作業は、ご飯を炊いたり炒め物を作ったりするのと同じように、ごく当たり前の日常の出来事なのですが、天然染料の染色をしていない方たちから見ると、この出来事はどうにも不思議ではないようです。

当たり前ですが、植物は生きものです。彼らの体はともたくさんの細胞からできていて、その細胞の中には生きるために必要なともたくさんの種類の中が入っています。そして、そのたくさんの種類のものを作るための情報のおおもとは全て、細胞核の中にある遺伝子情報を司っているDNA（デオキシリボ核酸）

に書かれています。例えば、独立行政法人農業生物資源研究所が2007年1月に発表した資料によると、イネは約3万2千個の遺伝子を持っていて、これはそのままDNAに約3万2千種類の有機物を作るための設計図が書かれているということの意味します。DNAに書かれている有機物の半分ほどは酵素になり、この酵素が、体内の化学反応の大きな助けとなつて、更にたくさんの種類の物質を生み出しています。

これらの酵素からは、私たち生物にとって必要な様々な物質が作られています。その中には、生きていくためや子孫を作るためには直接関係しない、それほど重要ではない物質もでき上がります。これらの物質を『二次代謝産物』と言い、様々な分野で注目を浴びているようです。というのは、私たち以外の生物が作っている二次代謝産物が、薬品・香料・香辛料など

生物が持つ遺伝子数から想像した二次代謝産物の種類

生物の名称	遺伝子数（予測値）	二次代謝産物の種類
ヒト	22,287 個 2004年10月21日付 ネイチャー誌より	約2,200種以上？
イネ	約32,000 個 独立行政法人農業生物資源研究所 2007年1月9日発表	約3,200種以上？
キウイフルーツ	39,040 個 独立行政法人科学技術振興機構 植物ゲノム統合データベースより	約3,900種以上？
トウガラシ	34,903 個 独立行政法人科学技術振興機構 植物ゲノム統合データベースより	約3,500種以上？
カカオ	28,798 個 独立行政法人科学技術振興機構 植物ゲノム統合データベースより	約2,900種以上？

植物だって何万個もの遺伝子を持っている。

ということは、多くの植物は何千種類以上もの二次代謝産物を持っているかも！

として時折私たち人間にとって有益になることがあるからでして、実は私たちが欲してやまない天然由来の色素も、この二次代謝産物の中にあるのです。

ここに面白いデータがあります。2017年9月27日に理化学研究所が発表したプレスリリースによると、シロイヌナズナという植物が持っている1335種の二次代謝産物の生成には5654個の遺伝子が関わっているとのこと。平均すると、4個強の遺伝子が関わって1つの二次代謝産物ができている、という割合になりますね。これはシロイヌナズナという特定の植物だけの話ですが、生物の遺伝子のバリエーションは異なる種の間でびっくりするような差異がない（例えば人間とチンパンジーの遺伝子は98%以上が同じ）ことから考えても、地球上で生きるおのこの生物が作る二次代謝産物の種類は、それぞれの遺伝子の数の10分の1を下回ることはあまりないだろう、と思っても間違いではなさそうです。

さあ、話を戻します。なぜ植物で布や糸が染まるのでしょうか？

植物をコトコト煮出すと、彼らの体の中に入ってい

た様々な二次代謝産物の中で『水に溶けやすい』ものが、植物の体内から煮汁の方に出てきます。そして、出てきたその物質がたまたま『色』を持っていたとします。そして更に、その物質の元である分子が様々な化学反応や相互作用の担い手である『手』、すなわち官能基を持っていたとしましょう。

今、植物をコトコト煮出したことで、その煮汁の中には、水に溶けて、色を持っていて、そして手を持っている物質が、分子の姿でたくさん入っています。ここに、繊維でできた糸や布を入れて動かしたり温度を上げたりします。すると、『水に溶けて色を持って手を持っている分子』があちらこちらに動いて、たまたま繊維分子の近くに来ることもあるでしょう。その時、繊維分子が持っている手と、水に溶けて色を持っている分子の手との相性が良いと、化学反応や相互作用のおかげで、ひょいっ、とくっついたりします。これが、『染まる』という現象です。

- この、
- 水に溶ける（適度な親水性を持つ）
- 色を持っている（可視光での反射特性を持つ）

• 手を持っている（繊維分子の官能基と各種反応しやすい官能基を持つ）

といった、3つの性質を備えている物質のことを『色素』と言い、この色素を含んでいる天然の個体のことを、『天然染料』と言います。すなわち、天然染料になるには、先の3つの性質を兼ね備えた二次代謝産物を持っていればよいのです。

先ほどの3つそれぞれの性質はそれほど珍しい類のものではありません。少なくとも、手を持っていない二次代謝産物は皆無と言ってよいでしょう。では、この3つの性質をすべて持った物質はどの程度あるのでしょうか？ どの性質も具体的な数字で表すことが難しいのですが、この場合は学術論文ではないことに甘えてざっくり考えてみまして、手を持つ確率は1（常に手を持っているので）、水に溶ける性質・色を持っている性質を持つ物質の存在確率はそれぞれ10分の1（とてもいい加減な数値ですがかなり低く見積っています）とすると、3つを兼ね備える確率は全部をかけて100分の1。植物は先ほどのように、おそらく千種類以上の二次代謝産物を持っていそうですので、ど