

熱帯樹木の成分と利用 (7)

河 村 文 郎

色 素

はじめに

近年、再生可能な資源である森林資源に大きな期待が寄せられている。しかしながら、樹皮、根、葉といった材部以外の森林資源は、大部分が廃棄されているのが現状である。これらを利用して有用な製品を産出することは、木材産業進展のために欠かすことのできない課題であろう。天然色素は様々な生物体から抽出され古くから利用されてきた。熱帯樹木の中にもその抽出物を染料として利用できるものがあり、使われる部位も材部以外の樹皮や根などから得られる場合も多く、森林資源の有効利用に少なからず貢献するものと思われる。なお、染料は、経済価値をもった商品として扱うことができる色素と一応定義することはできるが、色素と染料は化学的には同一のものである。植物染料は現在では合成品に代替される傾向にあるが、発展途上国では、現在もなお多くの使用例が見られる。ここでは、色素の定義、植物色素の分類及び熱帯産樹木を原料とする染料について述べる。

人間の色覚と色素

人が物を見るとき、それは多様な色に見える。人間の眼の知覚は、実際には太陽光やランプなどの光（幅広い波長領域から成る光）が物体に当たって、物体がある波長領域の光を吸収し、反射した残りの光を網膜上で感知していることになる。物体が全波長領域の光を吸収したならば、その物体は黒く見える。すなわち、人間の眼に何色に見えるかは、その物体（色素）がどの波長領域の光を吸収するかによって決まる（表1）。最も古くから使われている植物系の天然染料、インジゴ（藍）は、青色に衣料を染める。これはインジゴの主成分インジゴチンが橙色の光（波長 600～630 nm）を吸収し、反射した残りの光が青色に見えているのである。

色素の分子は、それぞれ特定の波長領域の光を吸収することができ、その結果が色の違いになる。樹木に含まれる色素は、その材色を決定する因子であり、その大部分は、有機溶媒または水で抽出可能な抽出成分と呼ばれる微量成分である。樹木抽出成分は、セルロース、ヘミセルロース、リグニンといった主要成分と比較して微量である。しかしながら、色の問題においては、量的にはたいへん少ない成分でも大きな影響を及ぼすことが可能であり、事実、微量成分が材色の重要な鍵を握っている例が多く見受けられ

KAWAMURA, Fumio: Components of Tropical Trees and their Utilization (7)
Coloring Matters

農林水産省森林総合研究所木材化工部

表 1 色素の吸収する光の波長に応じて人間が知覚する色

知覚される色	色素が吸収する光	吸収極大の波長 (nm)
青緑	赤	600～700
青	橙	600～630
紫	黄	585～600
赤	黄緑	560～580
橙	緑	520～540
黄	青	480～500
黄緑	紫	440～460

る。ただし、染料生産のためにはある程度抽出物量も必要になるため使用できる樹種も制限される。

植物色素の分類

1. フラボノイド

フラボノイドは $C_6-C_3-C_6$ 骨格を持つ化合物の総称である。多種の植物体に含有され、樹木の中に含有される色素としてもフラボノイドが種類、含有量共に多い。フラボノイドは黄色または無色のものが多いが、アントシアンは赤色から青色の

多様な色彩を示す。アントシアンは、花、果実など美しい色を持った部分に含有されており、酸性溶液中で赤色を呈し、アルカリ性溶液中で青色を呈する特徴を持っている。花に存在するアントシアンは種類が少ないにも関わらず、花の色が千差万別である理由は、アントシアンが生物体中でカリウム、マグネシウムあるいはカルシウムなどと錯塩を形成するためと考えられている。フラボノイドは、色素としての性質以外にも抗酸化能などの多様な生理活性を有しているものが多い。

2. キサントン類

キサントン類は、 $C_6-C_1-C_6$ のジベンゾ- γ -ピロンを基本骨格とする化合物の総称である。キサントン類は、黄色を呈す。熱帯樹木では *Garcinia mangostana* にマンゴスチンが含まれる。

3. カロチノイド

カロチノイドは、動植物界に広く分布している黄色ないし赤色の色素で、多数の共役二重結合を含む脂肪族または脂環式のポリエン類である。カロチノイドのクロロホルム溶液に濃硫酸を加えると濃青色を呈することが知られている。*Bixa orellana* は、カルボン酸カロチノイドのビキシンを含む。

4. キノン類

キノンは芳香族化合物のベンゼン環に結合した水素2原子が酸素2原子で置換された化合物である。キノンは黄色から赤色を呈す。ノウゼンカズラ科樹木の心材にラバコールやデオキシラパコールが含まれる。キノンは、耐虫、耐朽性を示すほか、アントラキノンはパルプの蒸解助剤となる。クマツヅラ科の *Tectona grandis* は2-メチルアントラキノンを多く含む。

5. メラニン

動物性のメラニンはインドール-5, 6-キノンが重合したものであると考えられているが、植物性のメラニンはフェノール性成分が酸化され、重合して生成した窒素を含まな

い高分子物質を指す。メラニン黒褐色から黒色を示す。熱帯樹木ではないが、ヒマワリやスイカの種子はメラニンを含む。

6. その他

Plumeria acutifolia の樹皮から得られる黄色色素，フルボプルミエリンなど。

熱帯産樹木を原料とする染料

熱帯樹木を原料とした染料はかなり知られている。表2に染料の原料となる樹種と利用される部位並びに染料の色を示す。使用される部位は材以外も多い。また，得られる色は，黄色～赤色のものが多い傾向にある。

Bixa orellana (アンナット) は熱帯アメリカ原産だが，アフリカや東南アジアの熱帯にも植えられ，その果実(種子)(図1)からは，アンナットと呼ばれる色素が得られる。アンナットの主要な色素成分はカルボン酸カロチノイドのビキシンである。アンナットの種子の収穫量は，一般に800～1,200 kg/haであり，パプアニューギニア産のアンナットは，絶乾重量に対して2～5%のアンナットを含有する。アンナットは樹木から得られる色素としては最も工業的生産が進んでおり，主要生産国は中南米，西インド諸島，インド，スリランカなどの諸国である。アンナットの世界での年間消費量は約3,000 tで，そのうち約70%は輸入諸国においてチーズの生産に使用される。アンナットはその他，食品色素として油，バター及びパンなどに使われている。



図1 アンナット (*Bixa orellana*)

表2 熱帯産樹木を原料とする染料

樹 種 (科)	使用される部位	染料の色
<i>Casuarina</i> spp. (モクマオウ科)	樹皮	黄色
<i>Artocarpus lanceifolius</i> (クワ科)	材	黄色
<i>Santalum</i> spp. (ビャクダン科)	樹皮	紅色～淡緋色
<i>Tectona grandis</i> (クマツヅラ科)	根樹皮，葉	黄茶色
<i>Vitex vestita</i> (クマツヅラ科)	樹皮	黄色(強)
<i>Chlorophora tinctoria</i> (クワ科)	材	橙色
<i>Haematoxylon campechianum</i> (マメ科)	材	赤色
<i>Bixa orellana</i> (ベニノキ科)	果実(種子)	橙色～赤色



図 2 ヘマトキシリンの酸化によるヘマテインの生成

中南米産マメ科植物 *Hae-*
matoxylon campechianum
(ログウッド)の心材から得
られるヘマトキシリンは無
色または淡黄色であるが、空
気中に放置あるいはアルカ
リが存在すると赤色素へ

マテインを生ずる（図 2）。ヘマテインはヘマトキシリンの水酸基がカルボニル基に酸化され、共役系（ここでは二重結合と単結合が交互に現れる構造）が長く伸びているのが特徴である。一般に、共役系の発達した分子は濃色である。ログウッド抽出物は金属を媒染剤として染料に利用され、鉄により灰～黒色、クロムにより青～黒色を呈する。ログウッド染料の主な用途は、絹、羊毛、木綿、ナイロン、レーヨンなどの染色である。また、ヘマテインは顕微鏡用染色剤にされ、ヘマトキシリンはアルカロイドの滴定指示薬などにも利用される。

おわりに

熱帯樹木のなかには、抽出物が染料として利用されている例がかなり多く見られる。しかしながら、その化学成分については未解明のものが多い。植物染料や材色の元になっている色素の化学構造を明らかにすることは、今後熱帯樹木の利用や材の調色技術の発展に少なからず貢献するものと思われる。経済的に林業を行うことが困難な諸国においては、アグロフォレストリーが有効である。アグロフォレストリーでは植林した樹木が若年生の期間に樹木間の土地を畑にして農作物を生産するので、林業による収入が無い期間の経営破綻を避けることができる。*Bixa orellana* は灌木なので樹齢をかさねても林冠が形成されず、アグロフォレストリーに適している。大部分の植物染料が合成品に代替される傾向にある今、アグロフォレストリーの一環として植物染料の生産を見直すべきと思われる。

- 〔文献〕 1) HENDRY, G.A.F. & J.D. HOUGHTON, Eds (1996) Natural food colorants, Second edition, Blackie Academic & Professional, Glasgow. 2) 農林省熱帯農業研究センター編 (1978) 熱帯の有用樹種, 熱帯林業協会。 3) LEMMENS, R.H.M.J. & N. WULJARNI-SOETJIPTO, Eds (1991) Plant resources of South-East Asia 3. Dye and tannin-producing plants. Pudoc/Procea, Wageningen. 4) 佐藤 惺 (1991) 樹木のもつ色素と染料としての利用, 日本木材学会研究第3分科会, 樹木抽出成分の利用。 5) 佐藤 惺 (1982) 黒染用ログウッドのすがた, 木材工業, 37, 609-612。 6) KHANNA, R.K. & S. CHANDRA (1996) Forest/domestic waste as a source of natural dyes. J. Economic and Taxonomic Botany, 20, 497-500.