

白梅と紅梅はどこが違うか？



今が見ごろ 熱海の梅園

世のなかには、新型コロナウイルスのニュースで持ち切りですが、今は梅の花の季節です。今日から3日間連続で、①紅梅の色素はアントシアニン②アントシアニンとクロミズム③クロミズム(サーモクロミズム)と高日射反射率塗料、を書きます。

白梅、紅梅とならび称されるように梅の花には、大別して2種類あります。紅梅と白梅はどこが違うのでしょうか？ネットで調べるとまずでてくるのが、「両者の違いは「花の色」はもちろんですが、実は一番の違いは「枝の断面」というのが目につきます。そこには確かに紅梅の枝の赤くきれいな断面の写真がありました。「紅梅は花だけでなく、木全体が赤い」ということがわかりますが、なぜ紅梅は紅いのかはわかりません。

梅の歴史を紐解くと、本来梅は白い花をさかせ、実をとることが目的で栽培されていました。日本へは薬用の実梅として中国から伝来したという説が有力です。紅梅が登場するのは、平安時代で、実梅ではなく観賞用として貴族の間に広まっていきました。平安貴族文化の中で「花の主役」は桜に移りますが、食用としてあるいは薬用としての価値もあり、梅は根強く生き延びます。

やがて江戸時代になり、梅の品種は一気に増え、食習慣として梅干しが定着したこともあり梅の繚乱期を迎えます。品種改良により、早咲きの梅も生まれましたが、12月～1月に咲く梅は受粉が期待できず、従って花梅であり、紅梅ということになります。実梅は、受粉しなくてはならないため、昆虫や鳥の活動が活発になる3月以降が中心になります。

さて、いよいよ紅梅の色の秘密です。紅梅の色素はアントシアニンと表題に書きました。アントシアニンは、赤キャベツの色素が代表的ですが、ポリフェノールとしても有名です。アントシアニンは、植物に強い光線があたったり、栄養分が不足したりすると、自己防衛機能のひとつとして、植物の体内で増加するとされています。こうしてできた新種は、いわば突然変異で色や形が変わったものですので、それ

それぞれの果実から取り出した種子を蒔いても、親と同じ色にはなりません。親と同じ色や形にするためには、挿し木や接ぎ木で育てる必要があるのです。突然変異によりできた紅梅がさらに突然変異により、紅梅の中に白梅が混じって咲くようになることもあり、源氏と平家にたとえて「源平咲き」と呼ばれるそうです。

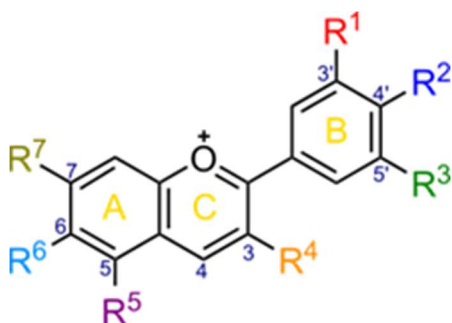
ここで、梅の話はおしまいです。ここからは色素であるアントシアニンに話がうつります。アントシアニンは、環境条件によりその色を変化させます。こうした現象をハイパークロミズムと言います。明日は、アントシアニンとハイパークロミズムについて書きます。

今日の梅に関する情報は、下記のサイトから引用させていただきました。

<https://life-info.link/hanaume/>

紅梅の色素はアントシアニン

昨日の続きです。紅梅の色素であるアントシアニンについて書きます。アントシアニンは自然界に広く存在する色素であることは昨日書きましたが、実はこのアントシアニン、環境により色が変化するクロミックという性質があるのです。



物質の光特性(色や蛍光など)が外部からの刺激によって可逆的に変化する現象をクロミズム(chromism)と言い、そのような性質を持っていることを表す形容詞がクロミック(chromic)と言います。

アントシアニンの構造

この構造式は Wikipedia より引用しました

アントシアニンは上図のような構造をしており、R1~R7 に何が結合しているかによって少しずつ色が異なり、中性条件では赤から紫の色を呈します。pH が変化するとそれぞれに色が変化し、酸性側では赤色方向へ、アルカリ性側では青色方向へ変化します。さらにアルミや鉄、マグネシウムなどの金属と錯体を形成することで色が変化することもあります。アントシアニンは「クロミック」なのです。

この現象、皆さんはすでに実際に見たことがあるはずです。それは梅干しです。梅干しはなぜあんなに赤いのでしょうか？紫蘇の色だけではあのように赤くはなりません。紫蘇にもアントシアニンが含まれており、紫色を呈していますが、梅干しはもっと赤い色ですね。あれは梅に含まれるクエン酸によってアントシアニンが赤色方向へクロミズムを起こしているからなのです。このようにクロミズムは実は身近で起きている現象でもあるのです。

さていよいよ本題です。このクロミズムを塗料に応用したらどんなことができるでしょうか？色が環境で変化する塗料ができるはずです。アントシアニンのように pH を変化させるというのは、少し難しいか

もしもですが、温度変化で色が変わる塗料ができれば、夏は涼しげな色になり冬は暖かい色になる塗料ができるかもしれません。温度による色変化はサーモクロミズム(thermochromism)と言います。

でも、このサーモクロミズムにはもっともっと素晴らしい用途があります。それは高日射反射率塗料です。これについては、明日書くことにします。

サーモクロミック高日射反射率塗料



熱海梅園で最も濃い紅色の梅・鹿児島紅 白よりも熱を吸収しやすい？

夏涼しく、冬暖かい家・・・こんな家があれば日本の気候にあった理想の家だと思いますが、その理想の家を塗料で実現できないかという夢のような話が今日の内容です。この話、もちろん今のところは夢に過ぎません。でもまんざらただの妄想とも言い切れないところがあるので。

昨日紅梅の色素であるアントシアニンが「クロミック」材料であることを書きました。そして、それらのうちの「サーモクロミズム」という現象は、温度が引き金となって起きるのだとも書きました。今日はその続きからです。

温度によって色が変わる？ これも皆さんは、すでに目にしたことがあるのではないのでしょうか？色が変わることで温度を示す温度計を見たことはないのでしょうか？ほかに温度をモニターするためのテープ、効果的意匠を狙ったインクなどがあり、液晶、ロイコ染料、熔融性顔料などが使用されているようです。これらの材料では、耐久性その他の問題があり、塗料として使用するのはいさし難しそうに思えます。

世の中には「示温塗料」というものがあります。物体の表面温度の測定や監視に用いられるもので、不可逆性と可逆性の2種類があり、可逆性では、ヨウ化水銀酸塩などが使用されているようです。温度センサーが発達した今では出番が少なくなっているようですが、この「示温塗料」を温度の測定や監視

のためではなく、住環境の改善のために役立つことはできないのでしょうか？

「高日射反射率塗料」というものがあります。昔は「遮熱塗料」とも呼ばれていましたが、今ではこの塗料のもつ機能を正しく表すために、「高日射反射率塗料」と呼ばれます。これは太陽光を高率で反射することにより屋根材の温度上昇を防ぎ、建屋内部へ侵入する熱量を低減することで、夏の住居内環境を改善できるという機能を持った塗料で、かなり広く知られています。ただ、この塗料には弱点があります。それは、冬季のエネルギーロスです。

北日本をはじめ日本のかなりの地域において、年間の空調に使用するエネルギー量をみると冬季の方が夏季よりも多くなっています。太陽光のエネルギーが建屋内に入りにくいということは、冬季の暖房に要するエネルギーが増加し、通年で空調エネルギーが増加することになりかねないのです。私は、実はこれが「高日射反射率塗料」の普及を妨げている最大要因ではないかと思っています。

もし仮に、20~30℃を境に色が明彩色から濃彩色に可逆的に変化する(低温側で濃彩色、高温側で明彩色)ような塗料があれば、それは理想的な「高日射反射率塗料」となるに違いありません。

実は、この「サーモクロミック高日射反射率塗料」もうすでに外国では研究例が報告されています。その内容は文献として入手可能ですが、使用したサーモクロミック顔料の詳細情報がないものの、分光反射率も暴露試験における表面温度も詳しく掲載されています。著作権関係で文献そのものをここに載せることはできませんが、興味のある方は一読をおすすめします。(文献の詳細は以下です。"Development and testing of thermo chromic coatings for buildings and urbane structure" T.Karlessi et al. , Solar Energy 83 (2009) 538-551)

耐久性の観点からはまだ実用化には遠いのですが、すでに10年前にこのようなことを考えていた人がいたことは驚きでした。なんとかこの「サーモクロミック高日射反射率塗料」が日本で開発されることを願ってやみません。

サーモクロミック(高日射反射率)塗料の文献

昨日のブログでご紹介した「サーモクロミック(高日射反射率)塗料の文献について、その概要をご紹介しますことにします。塗料関係の方々にも少しでもこの塗料に興味をもってもらいたいと思うからです。(文献そのものを掲載することは著作権の関係でできませんのでその点をご理解ください)

掲載された雑誌は、"Solar Energy" 83 (2009)538-551で、5名連名の著者のうち筆頭のT. Karlessi氏はじめ4名がギリシャの国立カポディストリアン大学の建築環境学科、残りの1名が「サーモクロミック顔料」を提供したギリシャの"Colors Chemical Industry"という会社の所属です。表題は日本語に訳すと「建築物、都市構造物のためのサーモクロミック塗料の開発と評価」とでもなるでしょうか。

この実験で使用された「サーモクロミック顔料」の詳細については、「共同研究者である"Colors Chemical Industry"から提供された」という情報しかありませんが、30℃以下では呈色し、それ以上では消色すると書かれており、6色の「サーモクロミック顔料」が供試されています。サーモクロミズムの様相は、数枚の写真で示されていますが、例えば青では確かに30℃で色の消失が始まり37℃で完全に白色に変わっていました。この転移温度は色によって多少差異があり、緑の完全白色化は42℃でし

た。

実際の屋外環境における”遮熱効果”については、同色に揃えられた市販の「クールペイント」と「一般塗料」との比較という形で、緑、黄、茶、黒、青、グレーの6色について、それぞれ二酸化チタン顔料の併用の有無について試験片が用意されました。1色について6枚の試験片ということです。2007年の8月から9月半ばまで屋外で暴露され、気象条件とともにそれぞれの試験片の表面温度が連続的に計測され、結果は日中(6時~20時)平均温度、夜間(20時~6時)平均温度、日中最高温度という形でまとめられています。

結果は極めて明快で、いかなる色、いかなる温度データにおいても、塗料タイプについて比較すれば、一般塗料>クールペイント>サーモクロミック塗料の順に温度が高く、二酸化チタンの併用について比較すれば、併用なし>併用あり という順でした。特に日中最高気温のデータでは、各色とも「サーモクロミック塗料」は、他のいずれの塗料よりも10℃以上低い温度でした。

これらの塗料の分光反射率を測定した結果も紹介されており「サーモクロミック塗料」は全ての色で、「クールペイント」や「一般塗料」に比べ、近赤外領域において極めて高い反射率を示していました。

屋外暴露 10日後における経時変化も紹介されており、可視光領域での反射率増加、近赤外領域での反射率低下が観察されています。日射反射率という観点では大きな変動はないのですが、塗色の維持という点では問題がありそうです。

以上がこの文献の概要です。この文献では、高温環境でのさらに高率での日射反射が主たる目的のようですが、30℃程度の転移温度で日射反射特性を変化させる塗料の用途は、日本のような気候の国にこそあるのではないかと考えています

ちなみに「サーモクロミック顔料」を提供した”Colors Chemical Industry”をネットで検索しましたが、ヒットしませんでした。もし情報をお持ちの方がいらっしゃればご一報ください。