

キリヤ 色と化学の Q&A

Q15 色価とはなんですか？

色素の粉末を水に溶かしたとき、どれだけの濃さの溶液になるかを示すのが色価です。

たとえば、ベニコウジ色素を水に溶解すると水溶液が得られますが、同じ量の別の色素を同じ量の水に溶かしても同じ濃さの色素溶液が得られるとは限りません。色素固有の色を出す性質と色素の濃度が関係します。

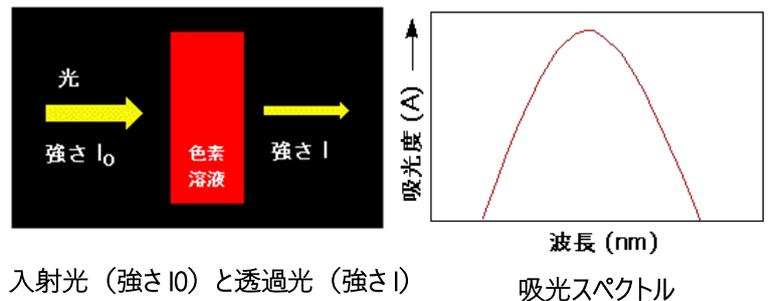


(上) ベニコウジ色素

(右) ベニコウジ色素水溶液



まず、色の濃さはどのようにして測定するかを説明します。可視吸収スペクトルを用います。色素の溶液を石英の容器（長さ1cm、一般のガラスやプラスチックでは紫外線が吸収されるので、吸収の無い石英を使います）に入れて光を当て、色素溶液を透過して出てきた光の強さを測定します。入射光を I_0 、透過光を I としますと、吸光度（A）は、 $A = \log(I_0/I)$ と定義します。いろんな波長の光を当てて吸光度を測定すると、吸収スペクトルが得られます。吸光度の最も高くなる波長を、最大吸収波長（ λ_{max} ）といいます。色素の濃度が高いと吸光度は高くなるので、吸光度は色素濃度の目安になります。



$$A = \log \left(\frac{I_0}{I} \right)$$

色価は一定量（グラム、g）の色素量あたりの吸光度で表します（下の式）。例えば、色素1グラムを10mlの水に溶かした水溶液の吸光度が1であれば、色価は1になります。植物から抽出した色素には、植物の色素以外の成分が含まれていますので、純粋な色素に比べて色価は低くなります。また、色素の種類によっても色価は違ってきます。色素によっては水溶液のpHによっても色価は変わってきます。ある色素についての色価がわかっているならば、ちょうどよい濃さの溶液を作るときに何グラムを溶かせばよいかが分かるので便利です。

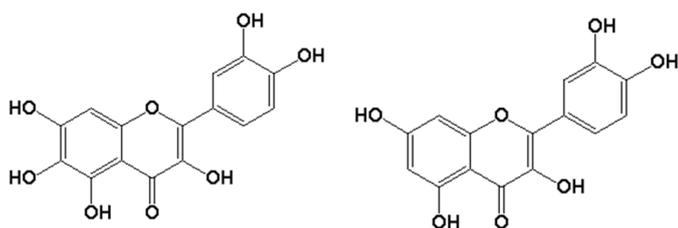
（色価については、厚生労働省の食品、添加物等の規格基準に記載されています。補足説明をご覧ください）

$$\text{色価} = \frac{\text{吸光度 (A)}}{\text{色素量 (g)}}$$

化学は純粋な物質を取り扱うので、1分子当りの分子吸光係数（ ϵ ）が色価に相当します。簡単な

化合物を例にすると、安息香酸（ C_6H_5-COOH 、分子量 122）1 モル（122 グラム）を 1 リットルの水に溶かすと、濃度（ c ）が 1 mol/l の溶液ができる。この溶液の吸収スペクトルを測定すると、濃度が濃すぎて測定できないので、10,000 分の 1 に薄めて、長さ（ d ）1 cm の石英容器に入れて測定すると、吸光度（ A ）は 1 になるはず。吸光度と分子吸光係数の間には、 $A = \epsilon cd$ の関係があるので、安息香酸の分子吸光係数（ ϵ ）は、10,000 になります。

分子吸光係数は分子の紫外・可視光線を吸収する性質をあらわすもので、分子の構造によって違ってきます。フラボン系の黄色い色素を比較してみます。下の図で、右側と左側の化合物では、その構造は少ししか違わないが、紫外線の吸収に対しては異なります。左の化合物（Quercetagetin）の最大吸収波長（ λ_{max} ）は 361nm で、分子吸光係数（ $\log \epsilon_{max}$ ）は 4.34 です。右の化合物（Quercetin）では、 $\lambda_{max} = 375nm$ で、 $\log \epsilon_{max} = 2.75$ です。一般に、ベンゼン環などの芳香族化合物の分子吸光係数は大きいことが分かっています。



Quercetagetin, 361 nm, $\log \epsilon 4.34$ Quercetin, 375 nm, $\log \epsilon 2.75$

色価は、特に天然色素の色素含量を示す値として正確であるので、最近よく使われるようになってきました。しかし、アントシアニン系色素（Q7 参照）についての pH による変化で示したように、色素は条件によって色が変わり、従って色価が変わってくるので、測定した条件と同じ条件での比較が重要です。

補足：色価の測定法

厚生労働省の食品、添加物等の規格基準（昭和三十四年十二月二十八日、厚生省告示第三百七十号）によると次のように記載されています。

17. 色価測定法

色価測定法は、吸光度を測定することにより、着色料中の色素濃度(色価)を測定する方法である。通例、色価は、着色料溶液の可視部での極大吸収波長における吸光度を測定し、10w/v%溶液の吸光度に換算した数値($E_{1cm}^{10\%}$)で表す。

操作法

別に規定するもののほか、次の方法による。ただし、吸光度の測定には、検液の吸光度が、0.3～0.7の範囲に入るように調整したものをを用いる。

別に規定するもののほか、表示された色価により、表に示される試料の量を精密に量り、メスフラスコに入れ、別に規定する溶媒約10mlを加えて溶かし、更に溶媒を加えて正確に100mlとし、必要があれば遠心分離又はろ過し、試料溶液とする。この試料溶液を吸光度測定用の検液とし、必要があれば表に示される希釈倍率に従って正確に希釈する。

別に規定するもののほか、検液を調製した溶媒を対照とし、別に規定する波長で液層の長さ1cmでの吸光度Aを測定し、次式により色価を求め。色価の測定は、調製後の退色による影響を避けるため、検液の調製後、速やかに行うものとする。

$$\text{色価} = (10 \times A \times F) / \text{試料の採取量(g)}$$

ただし、F：測定吸光度が、0.3～0.7の範囲に入るように調整するための希釈倍率

色価	測定濃度(%)	吸光度	希釈方法	希釈液量(ml)	F
20	0.25	約0.5	0.25g→100ml	100	1
50	0.10	0.5	0.1g→100ml	100	1
100	0.05	0.5	0.5g→100ml→10ml→100ml	1,000	10
200	0.03	0.6	0.6g→100ml→5ml→100ml	2,000	20
400	0.015	0.6	0.3g→100ml→5ml→100ml	2,000	20
500	0.01	0.5	0.2g→100ml→5ml→100ml	2,000	20
700	0.01	0.7	0.2g→100ml→5ml→100ml	2,000	20
800	0.00625	0.5	0.25g→100ml→5ml→200ml	4,000	40
900	0.0045	0.45	0.2g→100ml→5ml→200ml	4,000	40
1,000	0.006	0.6	0.3g→100ml→5ml→250ml	5,000	50
1,500	0.003	0.6	0.4g→100ml→5ml→50ml→5ml→50ml	10,000	100
2,000	0.003	0.6	0.3g→100ml→5ml→50ml→5ml→50ml	10,000	100
2,500	0.002	0.5	0.2g→100ml→5ml→50ml→5ml→50ml	10,000	100

：表の色価を超える場合は、希釈倍率を調整して測定する。

補足説明

規格・基準	説明
極大吸収波長における吸光度	吸収スペクトルの最も高い部分での吸光度(A)。
10w/v%溶液	w/v%は1g/100mlであるので、10w/v%は1g/10mlである。

0.3～0.7 の範囲に入るように調整	吸光度が溶液の濃度に比例する (Beer の法則) ためには、吸光度が 0.3～0.7 の範囲にあることが必要で、あまり濃度が濃くても薄くても Beer の法則が成立しないため。
遠心分離又はろ過	溶液が濁っていると、光が乱反射して正確な吸光度を示さないため。
希釈方法	表に示されている「0.5g→100ml→10ml→100ml」とは、0.5g の色素を秤とり→100ml の水に溶かし原液とし→その溶液の 10ml を別のフラスコに取り出して→そこに水を加えて 100ml にする、ということです。これは、0.5g の色素を 1,000ml の水 (これが、希釈液量です) に溶かしたと同じですので、1,000 倍に希釈されています。
希釈倍率(F)	ここでは w/v% (1g/100ml) を基準にしているので、「0.5g→100ml→10ml→100ml」では、0.5g/100ml の原液が基準になっています。原液の 10ml を取って→100ml に 10 倍に薄めているので、希釈率(F)は 10 になります。
色価 = ((10×A×F) / 試料の採取量(g))	得られた A, F, g をこの式に入れて色価を計算します。式の中の 10 は、「10w/v%溶液の吸光度に換算」するためのものです。

化学物質の吸光度ではモル濃度 (mol/l) で表されますが、天然色素などは純化学物質ではないので、重量% (w/v%) で濃度を表しています。簡単のために色素(g)を 10ml に溶かして原液(1g/10ml)とすれば、

$$\text{色価} = (A \times F) / \text{試料}(g)$$

となります。ただし、この場合の希釈倍率 F は

1g/10ml を基準にした希釈倍率です。

ところで、色価を測定すればアントシアニンの定量分析ができるのでしょうか？

アントシアニンの定量分析としては、色価測定だけでは不十分です。純粋なアントシアニンの分子吸光係数 (ϵ) が必要です。濃度 (c) を変えて吸光度 (A) を測定し、縦軸を A、横軸を c としてプロットします。

すると、傾きは ϵd になりますが、d はセルの長さですから (普通は 1 センチ)、アントシアニンの分子吸光係数が求まります。したがって、 $A = \epsilon cd$ から、濃度 c が求まります。

●著作権について

キリヤ色と化学の Q&A の文書、画像、デザインなどの著作権は、キリヤ化学株式会社に帰属します。このサイトの内容を転載される場合は、弊社までご一報下さり了解をお取り下さい。なお、提供者が記載されている写真・絵に関しましては、著作権は提供者に属しますので、恐れ入りますがそちらの方へ直接お問い合わせ下さい。

●内容について

できるだけ科学的に間違いの無いようにしていますが、わかりやすく説明するために実際とは異なる記述もあります。また、科学的に証明がされていないことも述べていますので、ご自身でご確認されますようお願いいたします。

キリヤ色と化学の Q&A 内の情報のご利用により、万一何らかの損害が発生したとしても、当社は一切の責任を負いません。

<https://www.kiriya-chem.co.jp>