

キクの育種に関する研究(第1報)

キクの花色とそれを構成する主要色素およびその量的関係

水谷 信雄*

Studies on the breeding of *Chrysanthemum morifolium* RAM. (1)

The Colors of the *Chrysanthemum* Flowers, the Main Pigments Composing them and Their Mutual Quantitative Relationship.

Nobuo MIZUTANI

Abstract

By using medium-size chrysanthemum flowers for cutflower arrangements, their absorption spectra of fresh flower petals was measured, while at the same time, their colors were measured by a color difference meter. Moreover, anthocyanin and carotenoid contents were quantitatively analyzed.

As a result, the following facts were known:

- 1) By measuring the absorption spectra of fresh flower petals, it was clarified that the main pigments constituting the colors of chrysanthemum flowers were found to be carotenoid and anthocyanin;
- 2) The yellow flowers became either deep or light yellow depending on the content of carotenoid;
- 3) Pink or red-purple color of flowers is by anthocyanin, while bronze or red by carotenoid and anthocyanin.

In the case of the latter, the increase of carotenoid content, rather than that of anthocyanin, results in the display of bronze, while, in an adverse case, red color is displayed.

At the peak of anthocyanin, the red and bronze flowers differ slightly in their respective wave lengths.

The cause for such a difference of color is not known clearly, but it is assumed that such is due to co-pigmentation by flavonoid.

I 緒 言

一般に化合物のUVスペクトルは、それを適当な溶剤にとかして測定されるのが普通であり、ア

* 園芸学研究室 (Lab. of Horticulture)

ントチアンは塩酸酸性溶剤で抽出しスペクトル測定がなされてきた。

Bayer^{1,2)} や三井³⁾ らは最近、酸をもちいない中性有機溶剤にて genuine アントチアンの抽出、分離に成功しヤグルマギクから Protocyanin, ツユクサから Commelinin を得ている。しかしその genuine アントチアンが植物体に含まれる原型であるか否かは疑問である。その解明の一手段として生花卉の吸収スペクトルの測定が試みられたが、ここではその生花卉の吸収スペクトルの測定をキク花色を構成する主要色素の解明に応用した。

II 実験材料および方法

35品種の切花用中輪ギクを用い開花時（外側の花卉が水平になった時）の花卉を数枚とり、マルチパーパス自記分光光度計でそれらの吸収スペクトルを測定した。さらにまた、花色を色差計で測定し Hunter 色度図において第5図のように分布する35品種について花色によりA群（黄↔銅↔赤）、B群（白↔桃↔赤紫）、C群（白↔黄）の3群をつくり、各群について色差計による a, b 値とアントチアンおよびカロチノイド含量の相関をみた。

色差計による花卉色の測定には白色標準板（L-91.3, a-0.5, b-3.6）を用い、集光孔は直径5mmのものを使用した。

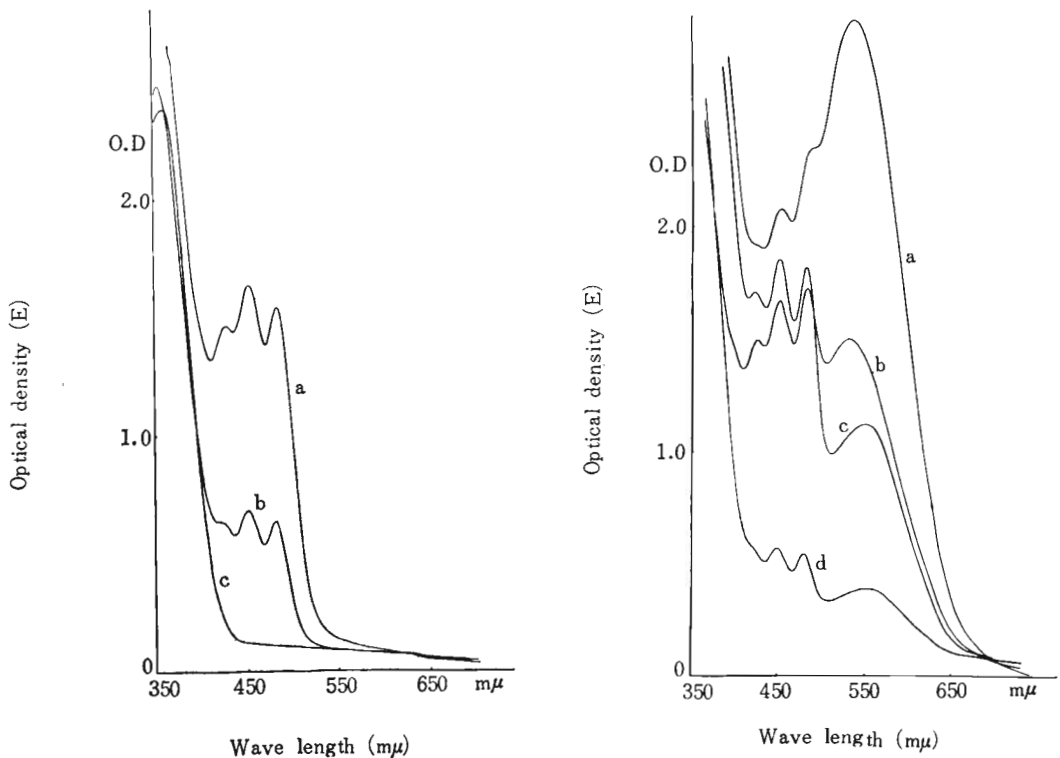
なお色差計の示す単位 L とは明度を示すもので、白が100、黒が0で表わされ、数値が大きいほど色が明るいことを示すものである。また L, a, b は直角座標で、a は (+) 側で数値の大きいほど赤色の度合いが大きく、(-) 側では緑色の度合いを示し、また、b は (+) 側では黄色の度合い、(-) 側では青色の度合いを示すものである。

アントチアンの抽出には1% HCl-MeOH を用い、波長 528 m μ で、またカロチノイドは石油ベンジン（b. p 50-80°）で抽出し、波長 440 m μ でその吸光度を測定した。そしてアントチアンはクリサンテミン相当量として、カロチノイドは $E_{1\text{cm}}^{1\%} = 2500$ の吸光係数を用いて、それぞれの含有量を算出した。

III 実験結果および考察

生花卉の吸収スペクトルを分光光度計で測定した結果、白色系では多少、花卉先に黄色味の残る白色花にはカロチノイドの弱い吸収スペクトルが 450 m μ , 481 m μ にみられるのみで、その他の白色花の可視部には吸収スペクトルはみられない。また黄色花では 450 m μ 前後にカロチノイドの吸収スペクトルがみられ、その吸光度は濃黄色花卉よりも淡黄色花卉において小さくなる。（第1図参照）

赤色系グループには赤色からブロンズまでの花色が含まれるが赤色花では第2図のように450 m μ



Figs. 1-2. Absorption spectra of fresh flower petals.

Yellow flowers ~ White flowers
 a : Golden Herald (yellow)
 b : Gold Top (yellow)
 c : White Top (white)

Red flowers ~ Bronze flowers
 a : Chiyonobi (red)
 b : Oriflamme (red)
 c : Golden Gate (bronze)
 d : Bronze Chip (bronze)

前後にカロチノイドの、550 mμ 前後にアントシアンの吸収スペクトルがみられ、それらの吸光度は黄色花の場合と同様、花色の濃淡との間に正の相関がみられ、キクの花弁の赤色度合いはカロチノイドとアントシアンの相対的割合によって決まるものと思われる。

次に赤紫色系にはピンクから赤紫色の花色が含まれ、可視部長波長域の 550 mμ 附近にアントシアンの吸収スペクトルのみがみられ、その吸光度は黄色花、赤色花と同様の傾向を示した。(第3図参照)

これらの吸収スペクトルからキクの花色を構成する主要色素がカロチノイドとアントシアンであることが推測されたが、そのアントシアンについてはシアニジンの全く新しい配糖体であり、カロチノイドは第4図に示した如くクロロホルム、二硫化炭素などの溶媒により抽出された粗抽出液の吸収スペクトルの結果およびシリカゲルの薄層を用いた T. L. C. で数個のスポットが検出された結果から構造上、近似のものが数種含有されるものと思われる。

次に供試品種のキク花弁を色差計で測色した結果およびアントシアン、カロチノイド含量の定量結果を第1表に示し、さらにこれらの測色値を第5図のように Hunter 色度図上にとり、分布する

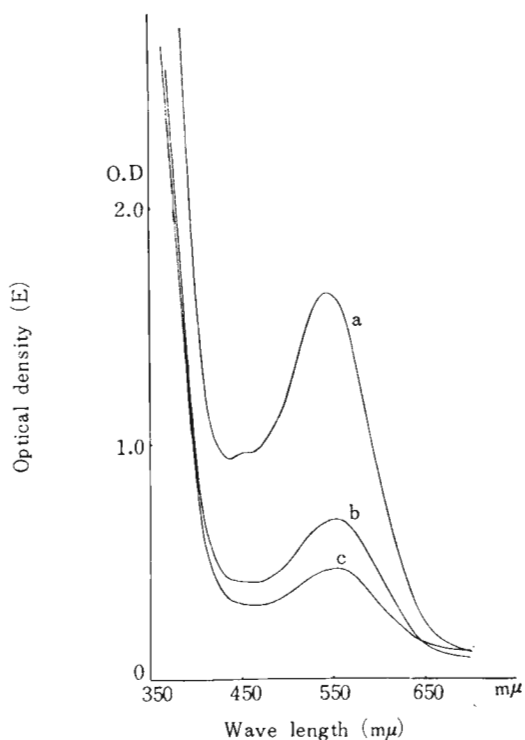


Fig. 3. Absorption spectra of fresh flower petals.

Red-purplish flowers ~ Pink flowers
 a : Hananoyama (purple)
 b : White Criterion (pink)
 c : Hialeah (pink)

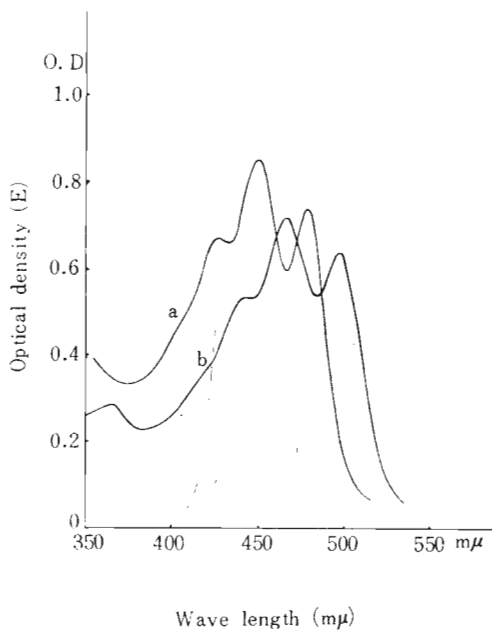


Fig. 4. Absorption spectra obtained by the crude liquid extracted by such a solvent as chloroform and carbon bisulfide.

a : Chloroform
 b : Carbon bisulfide

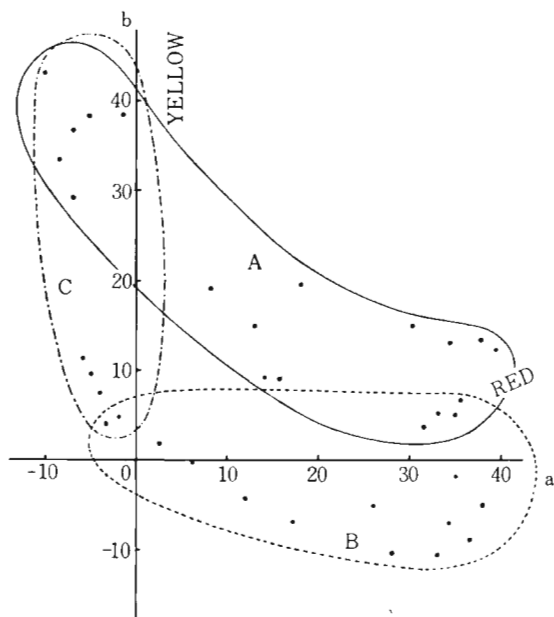


Fig. 5. The position of 35 species, distributed as show in Hunter's Diagram of Chromaticity and group A, B, and C.

35 品種について花色により A 群（黄↔銅↔赤）、B 群（白↔桃↔赤紫）、C 群（白↔黄）の 3 群を作ったが、キクの場合その花色は連続的な変異を示し黄、白、赤、赤紫の広範囲にわたっている。

Table 1. The mutual relationship of a and b values found by means of a color-difference meter and the contents of anthocyanin and carotenoid.

Group	Varieties	Flower color	Anthocyanin content (T%)	Carotenoid content (T%)	Hunter Units		
					L	a	b
A	Algon	Red	3.4	84.7	22.0	35.3	5.3
	Delaware	Red	7.5	57.0	22.0	31.5	3.6
	Vulcan	Crimson	16.8	85.7	23.0	35.5	6.6
	Jetfire	Red	27.4	64.9	31.4	38.1	13.2
	Nishizin	Red	33.7	86.9	33.8	34.2	12.8
	Thelma	Orange Bronze	36.3	95.1	29.8	39.5	12.1
	Indianapolis Bronze	Orange Yellow	43.0	87.7	32.8	33.0	5.3
	Copperhead	Orange	50.3	78.3	35.2	30.1	14.8
	Salmon Chip	Salmon Pink	67.3	95.5	54.4	15.7	9.1
	Peach Chip	Orange	72.8	94.0	53.9	14.4	9.2
	Bronze Chip	Orange Bronze	74.4	81.2	61.1	7.9	19.3
	Detroit News	Orange Yellow	77.1	66.2	44.1	17.9	19.8
	Apricot Princess	Apricot Bronze	98.6	93.8	57.1	12.8	15.1
B	Shikinoyosooi	Pink	12.1	95.1	29.4	37.9	(-) 5.4
	Hananoyama	Pink	14.5	91.6	27.6	35.1	(-) 2.1
	Dark Criterion	Pink	29.5	93.7	33.5	36.4	(-) 9.1
	White Criterion	Blush Pink	51.8	95.1	43.4	28.0	(-) 10.5
	Dark Orchid Queen	Pink	55.8	95.1	37.8	34.1	(-) 7.1
	Dark Blue Chip	Purplish Pink	56.1	99.1	43.0	32.8	(-) 10.9
	Rose Chip	Pink	67.6	97.5	46.9	26.3	(-) 5.3
	Blue Chip	Purplish Pink	76.0	99.1	57.8	17.7	(-) 7.0
	Pink Chip	Light Pink	82.9	99.3	63.3	12.2	(-) 4.4
	White Chip	Pink	87.5	96.8	70.2	2.5	1.7
	Katanosakura	Pink	94.4	95.9	69.1	6.2	(-) 0.3
	C	Mary Hall	Lemon Yellow	88.5	71.3	69.1	(-) 5.4
Crescendo		Orange	93.9	90.6	66.4	(-) 1.6	38.2
Improved Indiana Yellow		Yellow	96.6	85.9	69.0	(-) 6.9	29.0
Yellow Iceberg		Deep Yellow	97.0	67.3	75.1	(-) 10.2	42.7
Yellow Mefo		Deep Yellow	97.5	47.1	71.6	(-) 7.0	36.5
Yellow Shasta		Lemon Yellow	99.0	68.2	75.1	(-) 8.5	33.4
Hialeah		Intermediate Pink	98.8	97.0	78.6	(-) 5.1	9.5
Giant Betsy Ross		White	98.4	94.8	73.7	(-) 2.1	4.5
Iceberg		White	99.0	95.7	76.1	(-) 3.9	7.5
Encore		White	99.3	90.8	73.5	(-) 3.5	4.1
Nob Hill		White	99.8	80.9	78.0	(-) 6.3	11.6

アントシアニン含量は A, B, C 各群を通じて、クリサンテミン相当量として乾物重 1 mg 当り最高 15.63 ガンマー、カロチノイド含量は $E_{1cm}^{1\%} = 2500$ の吸光係数により乾物重 1 mg 当り最高 3.9

ガンマーの値を得た。

次にこれらアントチアンおよびカロチノイド含量と色差計による a 値、b 値との間に相関関係があるかどうかをみた。まず A および B 群のアントチアン含量と a 値との相関係数を求めたところ、第 2 表の如く各々、 $r = 0.17$, $r = 0.70$ でそれらの間には、いずれも比較的高い相関関係が見られたが A 群におけるカロチノイドと a 値との間には負の相関性があり、その値は小さかった。また A 群のアントチアン含量と b 値との間には比較的高い負の相関関係がみられたが、カロチノイド含量と b 値との間には低い正の相関関係がみられた。

Table 2. The co-relationship between the contents of anthocyanin and carotenoid, and their values of a and b indicated by a color-difference meter.

		Anthocyan content	Carotenoid content
A	a	$r = 0.71$	$r = -0.26$
	b	$r = -0.66$	$r = 0.27$
B	a	$r = 0.70$	—
C	b	—	$r = 0.65$

これらのことから A 群における花色は、カロチノイド含量によってはあまり影響されないが、アントシアンの含量によって影響されその量が増加するにつれ銅→赤色と花色が変化していく。C 群では、カロチノイド含量と b 値との間に比較的高い相関がみられたが、このことは、カロチノイド含量が増加すれば花色度合いが高まることを示している。

IV 摘 要

切花用中輪ギクを用い、その生花卉の吸収スペクトルを測定するとともに花色を色差計で測色し、さらに含有アントチアンおよびカロチノイドの定量分析を行なって下記のような結果を得た。

1) 生花卉の吸収スペクトルを測定することによってキクの花色を構成する主要色素がカロチノイドとアントチアンであることが明らかになった。

2) 黄色花はカロチノイドの多少によってその濃淡が表現される。

3) 花のピンクないし赤紫色はアントチアンによって、またブロンズないし赤色はカロチノイドとアントチアンによって表現されている。後者の場合、アントチアンに比し、カロチノイドの含量が増せばブロンズ色となり逆の場合には赤色となる。だがアントシアンのピークにはブロンズ色花と赤色花で多少そのピークの波長にずれがあり、これが何によるものかは明らかでないが、おそらく、フラボノイドによる Co-pigmentaion のためであろうと推測される。

References

- 1) Bayer, E. 1958 : Über Anthocyankomplexe I
Natürliche und Synthetische Anthocyan-Metallkomplexe Chem. Ber 91 : 1115-1122
- 2) Bayer, E. 1959 : Über Anthocyankomplexe II
Farbstoffe der roten, violetten und blauen Lupinenblüten Chem. Ber 92 : 1062-1071
- 3) Mitsui, S. K. Hayashi, and S. Hattori 1959
Crystallization and Properties of Commelinin, a Blue Metallo-anthocyanin from
Commelin (Studies on Anthocyanins, Part XXXI.) Bot. Mag. 72 : 325-333
- 4) Saito, N. 1967
Light absorption of anthocyanin-containing tissue of fresh flowers by the use
of the opal glass transmission method Phytochem. 6 : 1013-1018