Hiroshi Ito and Tomoya AKIHAMA : An approach for the symbolization of colors in rice plant and its adoption for the classification of rice varieties. (With English summary, p. 225). Jap. J. Breeding Vol. 12, No. 4. 1962

稲体各部色調の記号化とその分類への応用についての一試案¹⁾

伊藤 博・秋浜 友也

(農業技術研究所生理遺伝部)

数千品種に及ぶ稲育種材料の導入保存を担当する著者らにとつて、採種段階その他で、品種の同定を必要とすることが少なくない。このための技術は各種形質を調べて品種間差異を累積し、これを整理することにより、ある程度までの同定が可能である段階に止まっている。そこで第一着手として、稲体各部に発現する色調に着目してこの面から稲品種の分類同定の可能性を検討する。このためマンセル方式による色調の客観的記載を行い、さらに稲体における色調の出現頻度および発現部位相互間の関係を明らかにし、調査の対象となる形質数を整理した結果、色のみによつても、ある程度の同定が可能となつたので報告する。

この研究にあたり関係文献を供給して下さいた財団法人日本色彩研究所に厚くお礼申上げる。

I. 材料および方法

15カ国原産の内外稲 630 品種を、1960年に平塚の農業技術研究所水田に栽培し、出穂期における葉身、葉鞘、葉鞘内部、葉耳、葉舌、葉褥、節、節間、隔膜下面、稃先、護穎、柱頭および成熟期の稃先、穎の色調を調査した。品種ごとに出穂期、成熟期が異なるため、同一時期の標本について比較するには、従来の出穂期、成熟期の判定とは異なつた基準が必要であつた。そこで出穂期の調査は穂が止葉より抽出しきつた時期を選び、成熟期の調査は穂全体がわら色に変化した時期とした。

色の記載は当初色彩研究所の色の標準 (1951) によつたが、この標準は現在不合理な点があり使われていない。そこで井手 (1954) が主張するようにマンセル式に読みかえを行つた。この方法は色相が細分化されすぎていて分類実施に不便な点があつたので、同研究所の改良マンセル色票 (1957) を使用して簡易化した。この方式は、

色相 (2.5, 5.0, 7.5, 10.0)・(色名)

・(明度階級)/(彩度階級)

として表わすもので、さらに色名 (Color), 色相 (Hue),

明度 (Value), 彩度 (Chroma) について、それぞれ 0~4 の 5 階級とし、数字化して表現した。

II. 結 果

内外稲 630 品種について稲体各部位別に色素発現の頻度をみると第 1 表に示すとおりである。花青素による赤紫系統色は調査 14 形質全般にみられ、未成熟稃先、葉鞘内部、柱頭、節間、葉鞘、未成熟護穎の順で多くみられる。その他の色は成熟稃先、隔膜下面、成熟穎、節の順に多く、しかもこの 4 形質のみにみられる。ただし、出穂期の緑色と成熟期のいわゆる“わら色”とは無色として取り扱っている。

Table 1. The frequency of appearance of anthocyanin pigments and others in rice plant

Part of rice plant	Frequency		Total
	Anthocyan	Others	
(Heading stage)			
Leaf blade	7	—	7
Outer part of leaf sheath	59	—	59
Inner part of leaf sheath	104	—	104
Auricle, ligule and juncture	13	—	13
Pulvinus or node	10	8	18
Internode	62	—	62
Septum	26	171	197
Apiculus	173	—	173
Glumes	44	—	44
Stigma	74	—	74
(Maturity stage)			
Lemma and palea	5	40	45
Apiculus	14	185	199

稲体の各部色調を改良マンセル方式で表示し、部位別頻度をみると第 2 表のとおりである。つまり稲体に出現する色はマンセル式色相 10 のうち RP, R, YR, Y のわづか 4 色相上のみ存在し、多彩だと考えられていた稲体における色名と色相は意外に少く、その差は明度お

1) 1962 年 2 月 5 日受領

1961 年 4 月 7 日第 19 回日本育種学会講演会において発表

Table 2. The frequency of appearance of pigments shown by MUNSELL's color system of each characteristic in rice plant

Character MUNSELL's color	Heading stage										Maturity stage Apiculus Lemma and palea	Total
	Leaf blade	Outer part of leaf sheath	Inner part of leaf sheath	Auricle, ligule and juncture	Pulvinus or node	Internode	Septum	Apiculus	Glumes	Stigma		
2.5 RP 3/4	1	2	5	1		3	2	6	3	2		25
Others				1						1		2
5.0 RP 6/6		3	5					8	2		1	19
7/6			5					5	2			12
Others		1			1	5	2	1			2	12
7.5 RP 2/2			2	6	1	2	2	20	1	29	1	64
3/1	2	1	1	8	4	1	2	3		21	9	53
4/3-4		7	4	3	1	11	7	3		2	1	39
/6		4	6	2		9	2	4	1	1		29
/7			6			2		15	8			31
5/7		4	6			5		6	1			22
6/6		2	11					13	2			28
/7-9		2	5					19	7			33
Others		14	5	4		12	7	9	3	4	2	60
10.0 RP 3/2	4	7	5	4		4	1	9		10	2	46
/4		4	21	3	1	1		17	2	2		51
/6			13			1		9	3	2		28
Others		8		3		3	1	8	9			32
10.0 R 3/3											10	11
Others											5	6
2.5 YR 4/4											22	23
Others											33	33
5.0 YR 4/3-4								2			42	53
Others								15			10	27
7.5 YR 7/6								23			1	24
Others								10			38	54
10.0 YR 5/4					1		2				14	18
/5							6	1			3	17
7/7							54	9			2	65
8/10							16					16
Others					4		4				7	20
2.5 Y 7/7							21					21
/9							8	2				10
Others					3	1	9	5				18
Others			4		2	2	1	1				10

よび彩度のちがいで示されることがわかった。しかも花青素に原因する色調は、すべて RP 色相上にあり、葉耳、葉舌、葉褥、柱頭などについては同色品種が多く、分布幅がせまい傾向にある。一方、葉鞘、葉鞘内部、節間、未成熟稃先などの色調は明度、彩度共に豊富で、分布幅が広い。

出穂期の稃先色は花青素による色調が発現したものが 173 品種中 155 品種でその大半をしめその色相は RP であるが、成熟期になると、これらは 14 品種を除いて R, YR 色相を呈するようになる。また出穂期にはほとんど無色のものでも成熟期に着色する品種は 26 種ある。成熟期の顔色の色相は R, YR で広い分布幅をもつことが認められる。

調査対象とする形質数を減らすため、稲体各部位の色素系の関連性を示したのが第 1 図である。これによると花青素による色調が葉身、葉舌、節、節間、隔膜下面、未成熟護穎、柱頭などに存在するとき、稃先色にも発現する頻度は高い。また、葉身、葉鞘、葉耳、節、隔膜下面柱頭は葉鞘内部の色を伴い、葉身、節、隔膜下面は葉鞘の色と関連している。形質相互間の関係をさらに具体的にみると、未成熟護穎と未成熟稃先では 45 品種中 44 品種、隔膜下面と葉鞘内部では 28 品種中 27 品種、葉身と葉耳では 13 品種中 12 品種、葉身と葉鞘内部では 13 品種中 12 品種と言うように、それぞれ密接な関係がある。ただ従来から関連性の高いと言われていた、出穂期における柱頭と稃先との関係は 70 品種中 57 品

Fig. 1. The relation of anthocyanin pigments among characteristics in rice plant

Remark: Stigma $\xrightarrow{\frac{60}{70}}$ Outer part of leaf sheath.
 $\frac{60}{70}$ means $\frac{\text{Number of varieties with color both on stigma and outer part of leaf sheath}}{\text{Number of varieties with color on stigma}}$

種で予想されたものより低い。

以上の結果から、色調の豊富な形質として出穂期の隔膜下面、成熟期の稃先、穎を選び、これらに加えて形質相互間の関連性が高く、しかも明度、彩度の変化に富む

出穂期の葉鞘内部、稃先などの5形質を調査することではほぼ分類の目的を達しうることがわかる。

そこでこれら5つの対象形質の色調の改良マンセル記号を、整理に便利のように連続数字で読みかえたのが第3表である。この表では一例として国別代表品種をあげてある。この方式によると供試630品種中、いずれかの形質に色調の認められる品種は345品種で、その57%に当る208品種については色調のみによつて明確に区別できる。残りの137品種中2品種にしぼられる群が15群、3品種が6群で、残る89品種についても3品種以上の群として区別できる。

III. 考 察

稲品種の分類に稲体の各部の色素出現の様式と色調を用いたのは、田中(1900)、HECTOR(1918)、磯(1928)、RAMIAH(1938)、永松(1943)らである。これらの研究は使用形質の数および組合せ数がまちまちであることと、色調の記載が研究者により異なり、複雑である上に、客観性が乏しいので、稲の特性の記載に利用することは困難である。そこで著者らは改良マンセル方式を採用して色調の客観的記載を試みた。

つぎに対象形質をしぼつて分類への利用性を高めるため、稲体の各形質に出現する色調の頻度、改良マンセル記号による色相の豊富な形質について検討する必要がある。この際出穂期の葉鞘、葉鞘内部、節間、稃先、柱頭、成熟期の稃先、穎などは従来からも広く利用されていたものであるが、特に著者らがここで初めて用

Table 3. An example of numeral classification of the pigments by five characteristics in rice plant

Name of variety	Country	Heading stage												Maturity stage							
		Septum				Apiculus				Inner part of leaf sheath				Apiculus				Lemma, Palea			
		Col	H	V	C	Col	H	V	C	Col	H	V	C	Col	H	V	C	Col	H	V	C
Toyo-hikari	Japan	3	4	3	2	1	3	3	3	0	0	0	0	3	2	2	2	0	0	0	0
Kwanfu 1	Taiwan	4	1	4	4	4	1	3	4	0	0	0	0	3	1	2	2	0	0	0	0
Taichu 153	Taiwan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2	1	0	0	0	0
Dular	India	3	2	3	4	1	4	2	4	0	0	0	0	3	4	3	2	3	2	2	2
Boak	Indonesia	3	3	4	3	0	0	0	0	1	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pukhi	Pakistan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	1
Bengawan	Indonesia	1	3	3	3	1	3	2	2	1	3	3	4	3	2	2	2	0	0	0	0
Kinan Kuda	Philippines	3	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	4
Nira	U. S. A.	0	0	0	0	1	3	1	1	0	0	0	0	3	1	2	1	0	0	0	0
Vialone	Italy	1	3	2	2	1	3	1	1	1	4	2	3	1	3	2	1	1	3	2	1

Remark: Col.....Color, H.....Hue, V.....Value, C.....Chroma

いた隔膜下面色については、色調の出現頻度が高いこと、色相の豊富な点などから、分類上注目すべき形質と考える。

稲体各部の花青素による色調は形質相互間の関連性が認められているので、これを対象形質の整理に利用した。HECTOR (1922) は葉鞘、柱頭が有色で稈先が無色の品種は発見できないと述べ、中山(1932)は葉身、葉鞘の紫は柱頭または稈先の紫と関連し、葉耳、葉舌の紫は葉身、葉鞘の紫を伴うことを報告している。これらの関係については本研究においても認められたので、花青素による色調は、出穂期における葉鞘内部と稈先とで代表させることにした。

対象とする5形質について、著者らは改良マンセル記号で示し、さらに5階級に区分し、数字で記載したが、階級のわけ方については、なお改善の余地ありと考える。しかしながらこの方法により色調をもつ品種の過半数を分類できたので、色調のみによつてもある程度分類同定を可能にするものと考ええる。

色彩記号については、オストワルドおよびマンセルの方式があり、いずれを用いたら良いか、現在ではまだ意見の統一をみていない。著者らは最初の試みとして、色調の記載にマンセル方式を使つたが、いずれにしても、世界共通の客観的な記載方式を確立する必要がある。

今後、色調の年次、環境などによる変異を考慮した上で、照合用色票を作成し、これと対照して色調の客観的記載をはかる必要がある。また現在稈先などの小さい形質の測定は困難であり、これらの取り扱いについても研究を必要とする。

IV. 摘 要

従来稲体の各部色調による分類例は多いが、色調の表現方法や取り扱う形質数がまちまちであるため、客観性に乏しく同定を可能にするに到らない。そこでこれを解決するための一方式として、対象形質数を整理するとともに、色調をマンセル方式で表現し、客観的分類を試みた。

(1) 15カ国産の内外稲630品種を供試し、出穂期における葉身、葉鞘、葉鞘内部、葉耳、葉舌、葉褥、節、節間、隔膜下面、稈先、護穎、柱頭および成熟期の穎、稈先の色調をつぎのような方法で記載した。

色相 (2.5, 5.0, 7.5, 10.0)・

(色名)・(明度階級)/(彩度階級)

(2) 稲体における色調の形質別出現頻度をみると、花青素によるものは14形質全般にみられ、出穂期の稈

先、葉鞘内部、柱頭、節間、葉鞘などの順で高い、またその他の色調は成熟稈先、隔膜下面、成熟穎、節の順で高く、この4形質のみにみられる。

(3) 稲体における色調をマンセル記号で表わすと、RP, R, YR, Y のわずか4色相の範囲にすべてが含まれ、しかも花青素による色調は RP 色相上のみに存在する。多彩であると考えられていた色調は、明度と彩度の差であることがわかつた。明度、彩度の分布幅の広い形質として、花青素による色調では、出穂期の葉鞘、葉鞘内部、節間、稈先、護穎などである。その他のものでは出穂期の隔膜下面、成熟期の稈先、穎などでこれは色相も豊富である。

(4) 分類対象形質を整理するため、さらに花青素による色調の出現部位相互間の関係を調べると、従来の研究と同様な結果を得たので、出穂期における葉鞘内部、稈先の2形質で代表させることができた。

(5) 以上の結果から、対象形質を出穂期の隔膜下面、稈先、葉鞘内部、成熟期における稈先、穎の5形質にしばり、この順序で色調を改良マンセル記号で表示し、さらに色相名、色相、明度、彩度を0~4の5階級の数字にかえて分類した。この方式で色調をもつ品種の過半数が分類できたので、色調のみによつてもある程度分類同定が可能であると考ええる。

引 用 文 献

- HECTOR, G. P. 1922 Correlation of colour characters in rice. Dept. Agric. Ind. Mem. Bot. Ser. 11: 153~183.
- 1928 Observation on the inheritance of anthocyan pigment in paddy varieties. Dept. Agric. Ind. Mem. Bot. 8: 89~101.
- 井手則雄 1954 色彩の扱い方. 小山書店
- 磯 永吉 1928 台湾稲の育種学的研究. 台湾総督府中央研究所農業部報告 37.
- 永松土巳 1943 栽培稲の地理的分化に関する研究 第II報. 花青素に依る栽培稲の地域別分類. 遺伝雑19: 249~257.
- 中山 包 1932 稲における“アントシアニン”形成の遺伝特に柱頭色に就て. 遺伝雑7: 153~160.
- 日本色彩研究所 1951 色の標準.
- 1957 改良マンセル色票, 解説書.
- RAMIAH K. and RAO M. B. V. N. 1953 Rice breeding and genetics: India.
- 田中節三郎 1900 稲品種の分類を論じ長穎稲の性状に及ぶ. 農学会々報. 42: 84~130.

Summary

In order to make it possible to identify rice varieties, some pigments in rice plants of 630 varieties collected from fifteen countries were observed. For the sake of this observation, the authors have adopted MUNSELL's color system of which descriptions are considered to be properly objective than the ordinary system.

The frequency of appearance of pigments in fourteen characteristics in rice plant is very high in the inner part of leaf sheath, internode, septum, apiculus and stigma at heading stage and in apiculus at maturity stage. Especially, the anthocyanin pigments are observed in all the characteristics in rice plants, while no other pigments are observed in all the characteristics except in the following four characteristics; namely, septum and pulvinus or node at heading stage and apiculus, lemma and palea at maturity stage (Table 1).

The symbolized color shown according to MUNSELL's color system for each characteristic in rice

plant shows a wide range in the hue, value and chroma for the characteristics of septum at heading stage, and apiculus and lemma or palea at maturity stage. The hue shown by MUNSELL's color system in rice plant is expressed by RP, R, YR and Y, and the anthocyanin pigments are limited to RP (Table 2). In regard to anthocyanin pigments in characteristics of rice plant the data obtained show similar tendencies to the previous reports (Fig. 1).

Taking these results into consideration, only five characteristics were finally selected for the purpose of the possible discrimination of rice varieties; namely, innerpart of leaf sheath, septum and apiculus at heading stage and apiculus, lemma or palea at maturity stage. Besides MUNSELL's color system, a method of showing color in numerals was adopted, and the classification of about half of the rice varieties having color pigments was accomplished by this method (Table 3).