

벼 葉色과 可視部の 吸光度와의 關係

朴 慶 培*·朴 來 敬**

Studies on the Leaf Color and Absorbance in Visible Range of Rice Plant

Kyeong Bae Park* and Rae Kyeong Park**

ABSTRACT

The rice leaf color, which was one of main factors to determine application time of fertilizers, was analyzed in visible region, while the distinction of photosynthetic pigments controlling the rice leaf color was separated by T.L.C.

The light absorption peaks of ethyl ether extracts of rice leaf blades were occurred in 413, 432, 453 and 662nm. Especially, the maximal light absorption was 432nm in blue and 662nm in red region.

The both light absorption ratios (blue to red region) was not greatly different among rice eco-types, whereas decreasing tendency in increased fertilization was observed.

There was a significant negative correlation between the both light absorption ratios and the values of color chart, and the content of chlorophyll in rice leaf blades.

The composition ratio of chorophyll was larger than that of carotenoid at heading stage, and the carotenoid was larger than the chlorophyll at 30 days after heading.

The composition ratio of chlorophyll among photosynthetic pigments according to rice eco-types, Japonica x Indica cultivars were larger than Japonica cultivars at heading stage, and Japonica cultivars were larger than Japonica x Indica cultivars at 30 days after heading, while carotene was *vice versa*.

緒 言

高等植物의 光合成率은 可視部(350~700nm) 領域에서 670nm을 100%로 基準한 境遇 410~500nm에서는 120~125%에 達한다.¹⁾ 光合成色素는 chlorophyll 과 carotenoid로 밝혀져 있으며,^{2, 5)} chlorophyll은 420, 450nm 前後의 青色部와 660nm 前後의 赤色部에서 吸光되고, carotenoid는 440, 470nm 前後의 青色部에서만 吸光되나, 赤色部에서는 吸光되지 않는다.⁶⁾ 青色部의 光合成은 chlorophyll 과 carotenoid, 赤色部의 光合成은 chlorophyll이 遂行

하고 있다.

現在 벼 施肥時期는 葉色에 의하여 決定하고 있으나, 벼 葉色에 對한 具體的인 解析이 된 바 없어, 本 研究에서는 葉色을 支配하고 있는 色素面으로 檢討하기 爲하여, 벼 生態型이 다른 品種을 供試하여, 施肥水準別로 可視部の 吸光度와 構成光合成色素의 組成으로 解析하였다.

材料 및 方法

供試品種은 多收系인 密陽 23號外 4品種과 一般系인 洛東벼外 4品種을 供試하였고, 施肥條件은 無

*慶尙南道 農村振興院(Gyeongnam Provincial Rural Development Administration, Jinju 620, Korea)

**作物試驗場(Crop Experiment Station, Suwon 170, Korea) <'86. 7. 7 接受>

肥(N-P₂O₅-K₂O=0-0-0 kg/10a), 普肥(15-11-13), 多肥(25-15-18)의 3水準으로 하고 4月 21日 播種, 5月 30日 本畝에 移秧하였다. 本畝管理 및 施肥法은 嶺南作物試驗場 標準栽培法에 準하였다. 葉色度는 벼 施肥診斷用인 “벼 葉色圖”를 使用하여 判定하였다. 葉綠素含量 및 光合成色素 組成은 上位 完全 展開葉을 使用하였으며, 生葉重 0.5 g을 採取하여 80% acetone으로 48時間 暗條件에서 浸出하여 濾過한 後에 分液濾斗를 使用하여 ethyl ether로 光合成色素와 水溶性色素를 分離하였다. Ethyl ether 溶解液의 一部는 葉色을 可視部 領域에서 解析하기 爲하여 吸光度를 recording spectrophotometer (Hitachi EP-5-3T)로써 測定하였으며, 나머지 一部는 光合成色素를 分離하기 爲하여 ethyl ether 溶解液을 5~6回 水洗한 後 濃縮시켜 1ml 石油 ether로 再次 溶解시킨 後 展開溶媒 tert-butanol : n-pentane : acetone = 0.5 : 9 : 0.5 (V/V/V)에서 T. L. C. 方法으로 構成 光合成色素를 分離하였다.^{7,8)} 分離된 光合成色素의 吸光度는 Toyo Digital Densitrol - DMU-33C型으로 測定하였다.

結果 및 考察

1. 벼 葉色

벼 品種 및 肥料水準別 葉色은 벼 葉色圖에 基準

하여 調査한 結果 表 1에서 보는 바와 같이 葉色度는 無肥水準에서 2.5~3.9, 普肥水準에서 3.9~5.0, 多肥水準에서는 4.4~6.5의 範圍內에 있어, 肥料水準이 增加됨에 따라 葉色度는 커지는 傾向이었다.

葉身의 葉綠素含量은 無肥水準에서 1.51~2.23 mg/F. w. g, 普肥水準에서 2.03~2.78, 多肥水準에서 2.44~3.17로써 葉色도와 같이 肥料水準이 增加될 수록 葉綠素含量은 增加되었다. 벼 生態型間에는 多收系品種이 一般系品種보다 肥料水準에 關係없이 葉色度는 큰 편이었고, 葉綠素含量도 많은 傾向이었다.

벼 葉色은 可視部(350~700 nm) 領域에서 青色

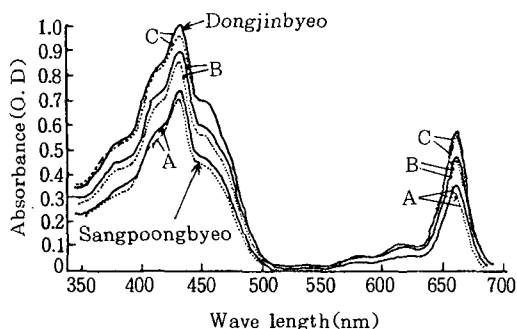


Fig. 1. Absorption spectra of ethyl ether extracts of rice leaf blades.

A : N-P₂O₅-K₂O=0-0-0 (kg/10a),
B : N-P₂O₅-K₂O=15-11-13,
C : N-P₂O₅-K₂O=25-15-18.

Table 1. Values of color chart and content of total chlorophyll of rice leaf blades at maximum tiller number stage.

Cultivars	Value of color chart (1-7)			Content of total chlorophyll (mg/F. w. g.)		
	A	B	C	A	B	C
Milyang 23	3.5	5.0	6.5	1.51	2.50	3.10
Gayabyeo	3.0	4.8	5.8	2.05	2.73	3.17
Samgangbyeo	3.9	4.9	5.9	2.23	2.57	2.99
Taebaegbyeo	3.6	4.8	5.6	2.02	2.78	2.99
Singwangbyeo	2.9	4.6	5.1	1.70	2.21	2.46
Mean	3.4	4.8	5.8	1.90	2.56	2.94
Sangpoongbyeo	2.8	4.0	4.5	1.75	2.19	2.97
Dongjinbyeo	2.8	3.9	4.4	1.55	2.23	3.15
Nagdongbyeo	2.5	4.4	4.5	1.78	2.18	2.58
Seomjinbyeo	3.0	4.5	4.5	1.69	2.26	2.44
Samnambyeo	3.3	4.4	4.6	1.74	2.03	2.33
Mean	2.9	4.2	4.5	1.70	2.18	2.69

A : N-P₂O₅-K₂O=0-0-0(kg/10a), B : N-P₂O₅-K₂O=15-11-13

C : N-P₂O₅-K₂O=25-15-18

Table 2. Absorbance ratio of blue to red regions of ethyl ether extracts of rice leaf blades at maximum tiller number stage.

Cultivars	432/662nm			453/662nm			413/662nm		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Milyang 23	1.91	1.83	1.64	1.29	1.25	1.22	1.55	1.47	1.39
Gayabyeo	2.07	1.79	1.73	1.38	1.30	1.27	1.55	1.46	1.43
Samgangbyeo	1.89	1.79	1.57	1.29	1.28	1.22	1.53	1.48	1.38
Taebaegbyeo	1.94	1.86	1.78	1.29	1.24	1.25	1.52	1.53	1.46
Singwangbyeo	2.26	2.16	2.05	1.40	1.29	1.28	1.66	1.50	1.52
Mean	2.01	1.89	1.75	1.33	1.27	1.25	1.56	1.49	1.44
Sangpoongbyeo	2.20	1.94	1.68	1.37	1.27	1.23	1.67	1.53	1.43
Dongjinbyeo	2.10	1.90	1.75	1.32	1.26	1.23	1.63	1.52	1.44
Nagdongbyeo	2.27	2.11	1.84	1.43	1.29	1.28	1.63	1.48	1.46
Seomjinbyeo	1.90	1.88	1.84	1.31	1.20	1.24	1.55	1.51	1.50
Samnambyeo	2.13	2.01	1.90	1.33	1.25	1.24	1.64	1.55	1.52
Mean	2.12	1.97	1.80	1.35	1.25	1.24	1.62	1.52	1.47

A : N-P₂O₅-K₂O = 0-0-0 (kg/10 a)

B : N-P₂O₅-K₂O = 15-11-13

C : N-P₂O₅-K₂O = 25-15-18

部和赤色部の吸光度比에 의하여支配되고 있으며, 9) 벼生態型別 및 肥料水準別로 可視部의 全吸光度를 測定하였던 바, 그림 1에서와 같이 靑色部에서는 413, 432, 453nm의 세곳과 赤色部에서는 662nm의 한곳에서 吸光되었다.

靑色部和 赤色部の 兩吸光度比는 表 2와 같이 最大吸光度比인 432/662nm에서 벼生態型과 肥料水準에 關係없이 가장 컸으며, 453/662nm에서 가장 적었다. 또한, 兩吸光度比는 全供試品種에서 肥料水準이 增加할수록 적어졌으며, 生態型間에는 最大吸光度比에서 比較해 보면 無肥水準에서 多收系品種은 平均 2.01, 一般系品種은 2.12로서 多收系品種이 0.11程度 적은 편이었고, 普肥水準에서는 0.08, 多肥水準에서는 0.05程度 적어 肥料水準이 增加할수록 벼生態型間의 兩吸光度比의 差異는 적어지는 傾向이었다.

以上 結果에서 兩吸光度比가 多收系品種이 一般系品種보다 적고 肥料水準이 增加할수록 적어지는 原因은 靑色部の 吸光度에 比하여 赤色部の 吸光度가 큰 것에 起因되든지, 그렇지 않으면, 赤色部の 吸光度에 比하여 靑色部の 吸光度가 적은데 起因된 것으로 推定되나, 이 點에 關해서는 今後 더욱 研究 究明되어야 할 것으로 생각된다.

벼 生態型別 및 肥料水準別의 葉色도와 兩吸光度比와의 關係는 그림 2에서 처럼 負의 有意相關이 認定되었으며, 葉身의 葉綠素含量과 兩吸光度比와도

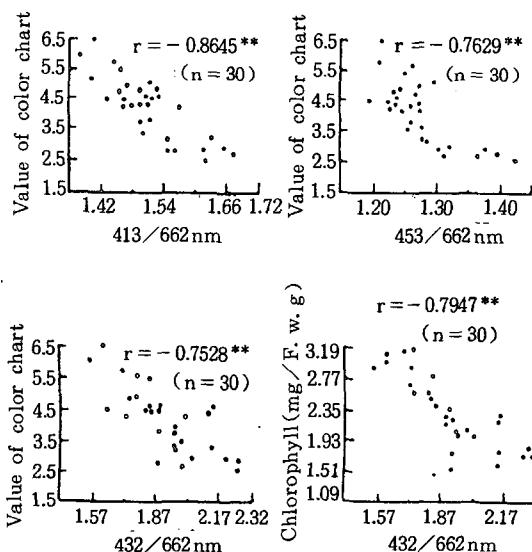


Fig. 2. Correlation between the both light absorption ratios and the values of color chart, and the content of chlorophyll of rice leaf blades at maximum tiller number stage.

負의 有意相關이 認定되어 葉色 解析으로 可視部領域에서 兩吸光度比의 活用可能性이 示唆되었다.

2. 벼 잎의 光合成色素 組成

벼 잎의 構成 光合成色素는 ethyl ether 油出液으

로부터 T. L. C. 를 사용하여分離하였던結果 그림 3에서처럼黃色系統色素인 carotene, lutein, xanthophyll (violaxanthin + neoxanthin)과綠色系統色素인 Chlorophyll a, b, b', pheophytin으로構成되어 있었다.⁴⁾

벼生態型別 벼 잎의 光合成色素 組成比率는 表 3에서 보는 바와 같이 正常的인 葉色을 띄고 있는 出穗期에 있어서 全品種 綠色系統色素인 葉綠素類의 組成比率는 黃色系統色素인 carotene 類보다 큰 傾向이었고, 이들의 比率는 約 3 : 1 이었으며, 벼生態型別 光合成色素間의 組成比率의 順位는 多收系品種은 Chl. a > Pheo. > Chl. b의 順이었으나, 一般系品種은 Pheo. > Chl. b > Chl. a의 順으로 Pheophytin의 組成比率가 큰 것이 特徵이었다. 高等植物에 있어서 Chl. a와 Chl. b의 含量比는 約 3 : 1로¹⁾ 본 研究에 있어서 多收系 및 一般系品種 다같이 Chl. a + Pheo.

과 Chl. b의 比率가 約 3 : 1 이었고, Chl. b + Pheo.

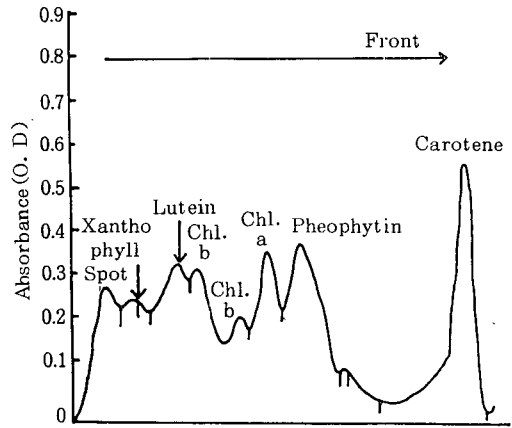


Fig. 3. Absorbance curves by densitometer on silica gel plate of rice leaf blade extracts.

Table 3. The composition ratio of photosynthetic pigments at heading stage and 30 days after heading.

Stage	Cultivars	430 nm						625 nm		
		Xan.	Lu.	Chl. b	Chl. a	Pheo.	Car.	Chl. b	Chl. a	Pheo.
Heading stage	Milyang 23	9	12	19	26	26	8	26	31	43
	Gayabyeo	4	11	20	29	27	9	24	33	43
	Samgangbyeo	12	16	17	26	26	3	24	34	42
	Taebaegbyeo	11	15	15	26	25	8	27	34	39
	Singwangbyeo	6	12	19	30	28	5	25	35	40
	Mean	8	13	18	28	26	7	25	33	42
	Sangpoongbyeo	8	12	19	18	36	7	23	28	49
	Dongjinbyeo	11	14	15	11	41	8	25	26	49
	Nagdongbyeo	6	9	17	17	37	14	22	32	46
	Seomjinbyeo	6	14	22	19	33	6	27	24	49
30 days after heading	Samnambyeo	10	10	17	18	35	10	26	23	51
	Mean	8	12	18	17	36	9	25	26	49
	Milyang 23	7	28	13	12	21	19	35	15	50
	Gayabyeo	7	32	14	8	23	16	31	4	65
	Samgangbyeo	6	30	8	11	25	20	27	11	62
	Taebaegbyeo	6	35	12	8	23	16	35	7	58
	Singwangbyeo	7	27	13	10	25	18	34	15	51
	Mean	7	30	12	10	23	18	33	10	57
	Sangpoongbyeo	17	20	16	17	17	13	33	33	34
	Dongjinbyeo	13	25	9	14	24	15	30	25	45
Nagdongbyeo	13	25	9	12	28	13	26	22	52	
Seomjinbyeo	13	18	13	15	26	15	33	27	40	
Samnambyeo	13	24	13	15	23	12	29	29	42	
Mean	14	22	12	15	24	13	30	27	43	

과 Chl. a의 比率은 多收系品種은 約 1.6 : 1, 一般系品種은 約 3.2 : 1로써 Chl. a 또는 Chl. b 에서 Mg 가 2原子 H로부터 置換된 形態인 Pheophytin 은 大部分 Chl. a로부터 形成된 것으로 推定되며, 特別히 Pheophytin의 組成比率이 他光合成色素의 組成比率에 比하여 큰 것에 對하여 今後 研究檢討되어야 할 課題로 생각한다.

벼 生育後期の 葉色은 黃綠色 乃至 淡綠色을 띠게 되며, 各 光合成色素의 組成比率은 正常的인 벼 葉色의 組成比率에 比하여(出穗期) 黃色系統色素인 carotene類의 組成比率이 綠色系統色素인 葉綠素類의 組成比率보다 커지는 傾向이었다(出穗後 30日째).

이러한 傾向은 벼 生態型間에 있어서 多收系品種이 一般系品種보다 甚한 程度로, 登熟後期 벼 잎의 老化速度와 密接한 關聯性이 있는 것으로 推定된다. 金·權³⁾은 各 構成色素들 比率의 經時的 變化에 있어서 Chl. b는 出穗後 20日까지 比率의 變化가 매우 적고, Pheo.는 減少되는 傾向이라고 報告한 바 있으며, 本 研究에서는 出穗後 30日째에 出穗期에 比하여 Chl. b 및 Pheo. 다같이 減少되는 傾向이었다.

摘 要

벼의 葉色은 施肥時期를 決定하는데 主要한 因子로써 可視部 領域에서 解析하고, 이들 葉色을 支配하는 光合成色素는 T. L. C. 로 分離하여 檢討하였다.

1. 벼의 葉色은 413, 432, 453nm(靑色部)와 662nm(赤色部)에서 吸光되었고, 그 중에서 最大吸光은 432, 662nm이었다.

2. 兩吸光度比(靑色部/赤色部)는 벼 生態型間에 큰 差異는 없었으나, 肥料間에는 肥料量이 增加할수록 적었다.

3. 兩吸光度比와 葉色度 및 葉綠素含量과는 負의 有意相關이 認定되었다.

4. 光合成色素 組成比率은 出穗期에서는 綠色系統色素, 出穗後 30日에는 黃色系統色素의 組成比率이 각각 컸다.

5. 벼 生態型別 光合成色素中 Chl. a의 組成比率은 出穗期에는 多收系品種이 一般系品種보다 컸고, 出穗後 30日에는 一般系品種이 多收系品種보다 컸으나, carotene는 그 反對이었다.

引 用 文 獻

1. 全學濟·成百能·金基秀·趙炳夏. 1980. 理化學大辭典, 信一出版社, 서울, 1194 p.
2. Giese, A. C. 1973. Cell Physiology. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 470 p.
3. 金柱憲·權容雄. 1977. 水稻 遠綠品種들의 葉綠體 色素系 組成 및 그와 花青素含量의 登熟期間中 變化.
4. 林孝三. 1980. 植物色素. 養賢堂. 東京. 222 p.
5. Mickney, G. 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. J. Biol. Chem. 140 : 315-322.
6. Noggle, G. R. and J. F. George. 1983. Introductory Plant Physiology. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. 180 p.
7. 朴慶培·佐藤庚. 1981. 水稻幼植物의 葉身의 色素 分離法について. 日作紀 50(2) : 239-240.
8. 清水碩. 1971. 生物科學 23 : 31-42.
9. 佐藤庚·朴慶培. 1981. 水稻幼植物의 低溫障害에 關する研究. 第2報. 葉色の 低溫による 變色, 常溫における 回復と 色素組成との 關係, ならびに 其의 品種間差. 日作紀 50(3) : 401-406.