

水稻 濃綠色葉과 淡綠色葉 Near-isogenic 系統의 生長特性 및 收量形質 比較

朴 淳 直* · 林 炳 琦** · 李 濟 雨***

Comparisons of Growth and Yield Characters between Near-isogenic Lines with Dark and Pale Green Leaves in Rice

Sun Zik Park*, Byeung Gi Im** and Byun Woo Lee***

ABSTRACT

Two near-isogenic lines with dark and pale green leaves, derived from the F₇ generation of wx126 cross were compared on photosynthetic capacity, growth parameters, grain yield and yield-related characters.

Dark green-leaved lines contained much greater content of chlorophyll a and b than pale green-leaved ones, but chlorophyll a to b ratio showed no difference between them. The photosynthetic rate per unit leaf area was higher in dark green-leaved lines than in pale green-leaved ones in the flag leaves at heading stage, but that per unit chlorophyll content showed reversed result. The crop growth rate from transplanting to heading was consistently higher in the dark green-leaved lines, resulting from their greater net assimilation rate. Dark green-leaved lines produced greater number of panicles and spikelets per hill, outyielding pale green-leaved lines, but ripened grain ratio and 1000-grain weight showed no differences between those lines.

緒 言

葉色の濃淡程度는 葉中에 존재하는 色素, 특히 葉綠素와 카로티노이드함량의 차이에 의해서 주로 표현된다. 葉色이 淡綠色인 Viridis變異系統은 定常의 綠葉系統에 비하여 엽록소a의 함량이 높고 엽록소b의 함량은 낮아서 엽록소a/b의 비율이 높으며 Carotenoid의 함량도 많은 것으로 알려져 있다.⁹⁾

일반적으로 엽록소함량이 많으며 동화 생산량이 증대되는 것으로 인정되고 있지만 엽록소함량과 광합성량이 반드시 일치하지는 않는다. 예컨대 완두의 黃色變異系統, 담배의 淡黃綠葉種¹⁰⁾ 및 목화의 Virescent

系統²⁾은 엽록소함량이 定常 綠葉系統의 반정도 밖에는 안되면서도 정상의 綠葉系統과 같은 정도의 광합성을 한다. 벼에 있어서 Viridis변이계통은 엽록소함량은 정상계통에 비하여 현저히 낮지만 單位葉綠素當 同化量(同化指數)은 월등히 높기 때문에 엽록소함량이 낮은 만큼 광합성량이 낮지는 않다는 보고⁹⁾가 있다.

벼에 있어서 淡綠 葉色(Viridis)은 遺傳形質로서^{8,11)} 淡綠葉의 葉中色素組成, 光合成, 呼吸 등 生理的인 特性에 대해서는 일부 연구가 이루어졌으나^{2,9,10)} 葉색의 遺傳的인 差異에 따른 生長 및 收量 關聯形質의 變異에 대해서는 許等(1980)의 보고가 있을 뿐이다.

本 報告는 同一 組合으로부터 분리된 葉색에 관한

* 한국방송통신대학(Korea Air and Correspondence University)

** 서울여자대학(Seoul Women's College)

*** 수원측후소(Suwon Weather Forecasting Office) <1986. 4. 8 接受>

near-isogenic 系統인 濃綠色葉系統과 淡綠色葉系統의 광합성 정도와 생장특성 및 수량형질들의 差異를 비교 검토한 것이다.

材料 및 方法

wx 126 組合(IR 1317/IR 833//IR 667-98²)의 F₇세대에서 分離된 濃綠色葉과 淡綠色葉 near-isogenic 系統 그리고 이들 두 near-isogenic 系統을 交配하여 얻은 濃綠色葉과 淡綠色葉의 F₃ 系統群을 供試 하였다.

供試材料는 4月 20日 播種하여 6月 1日 30×15cm에 1株 3本植으로 移秧하였다. 질소, 인산, 가리는 각각 15, 10, 10kg ai/10a로 하여 질소는 5:3:2로 分施하였으며 인산과 가리는 全量을 基肥로 施用하였다.

葉綠素含量은 出穗期에 止葉을 채취하여 세질한 후 0.5g을 취하여 미량의 MgCO₃를 加한 80%(v/v) Acetone 10ml에 침지시켜 4°C에서 1주일간 추출

한 후 McKinney Arnon 方法으로 定量하였다. 한편 出穗期에 止葉의 光合成을 Ishi et al(1977)의 方法¹⁾에 따라 산소전극(Rank Brothers Engineering, 영국)에 의한 光合成時 酸素發生量으로 측정하였다. 측정시 光은 反應CUP 前面에서의 照度가 50Klux가 되도록 조명하였으며, 直徑 3mm의 葉圓板 10 개를 0.5mM CaSO₄를 포함하는 HEPES완충액(50mM, pH 7.2) 3ml에 넣고, CO₂의 공급원으로 0.625M NaHCO₃ 100μl를 加하였다. 收量關聯形質의 調査는 農村振興廳 農事試驗研究調查基準에 따랐다.

實驗 結果

1. 葉綠素含量 및 光合成

表 1에서 보는 바와 같이 出穗期 止葉의 總葉綠素含量과 葉綠素a, b의 含量 모두 濃綠色葉系統이 淡綠色葉系統에 比하여 월등히 높았으나, 엽록소 a/b의 比率는 淡綠色系統에서 다소 높았다.

한편 이들의 光合成能率은 單位葉面積當으로 보면

Table 1. Chlorophyll content and photosynthetic characteristics in two near-isogenic lines with dark green and pale green leaves.

	Chlorophyll				Photosynthesis	
	a	b	a+b	a/b	A	B
Dark green	1.91	0.78	2.69	2.45	136.0	202.0
Pale green	1.41	0.50	1.91	2.82	112.0	231.0

A: Photosynthesis per unit leaf area ($\times 10^{-9}$ mol O₂/dm²/hr)

B: Photosynthesis per unit chlorophyll ($\times 10^{-9}$ mol O₂/mg/hr)

濃綠色葉系統에서 높았으나 葉綠素當 光合成量(同化指數)은 오히려 담록색葉계통에서 더 높았다.

2. 生長特性

농록색葉 및 담록색葉계통의 乾物生産과 주요 生長指標의 경시적인 변화는 그림 1과 2에 나타내었고 이양~출수기간중에 있어서의 주요 生長지표는 그 평균치를 表 2에 표시하였다.

단위면적당 葉重, 葉稍+稈 乾物重, 地上部 全體 乾物重 모두 농록색葉 계통에서 높았으며, 兩系統間 건물중의 차이는 생육이 진전됨에 따라 커졌는데 이는 엽신건물중보다는 엽초+간의 건물중 차가 커지는 데서 기인되었다.

純同化率(NAR)은 그림 2에서 보는 바와 같이 생육시기가 진전됨에 따라 감소되었으며 조사기간을 통하여 계속 농록색葉계통이 높았다.

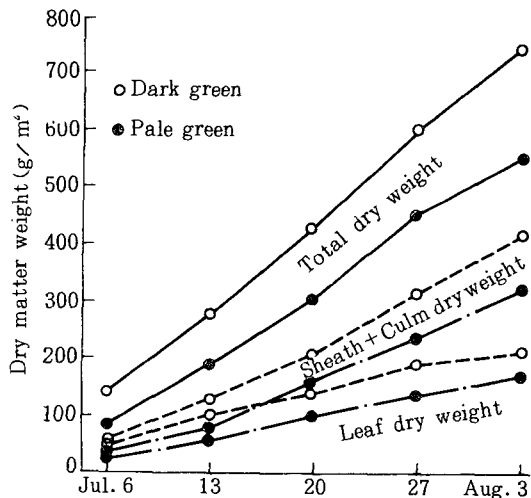


Fig. 1. Seasonal changes in dry matter weight of pale and dark green lines.

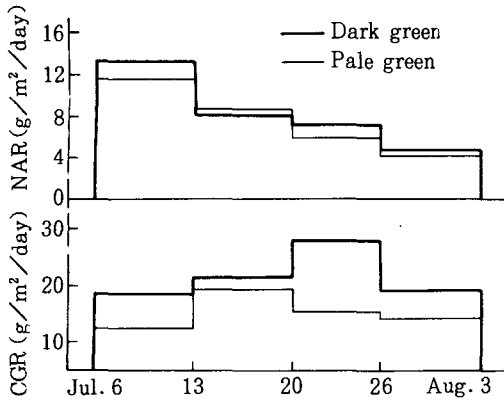


Fig. 2. Seasonal changes in CGR and NAR of dark and pale green leaved lines.

Table 2. Growth parameters of two near isogenic lines with dark green and pale green leaves.

Line	CGR (g/m ² /day)	RGR (g/g/day)	NAR (g/m ² /day)	LAR (cm ² /g)	LWR (g/g)	SLA (cm ² /g)
Dark green	21.3	0.059	8.4	72.3	0.35	205.5
Pale green	16.4	0.064	7.8	78.2	0.36	214.3

Note; Growth parameters were averaged over the period from transplanting to heading.

3. 收量 및 收量關聯形質

wx 126 組合에서 分離된 高世代 농녹색엽계통과 담녹색엽계통 및 이들을 交配하여 선발한 담록색엽 및 농녹색엽 F₃系統群의 收量形質들은 表 3에 표시한 바와 같다.

稈長은 高世대의 농녹색엽계통과 담록색엽계통간에는 차이가 없었으나 F₃계통군의 평균치에 있어서는 농녹색계통군에서 有意하게 컸는데 그 차이는 9.3cm 이었다.

穗長은 高世대의 兩系統間에는 차이가 없었으나 F₃계통군에 있어서는 농녹색엽계통군이 23.1cm, 담록색엽계통군이 20.0cm로 농녹색엽계통군이 컸으나 有

한편 群落生長率(CGR)을 보면 농녹색엽계통은 출수(8월 3일)전 1~2주 사이에서 최고에 달하고 그 이후 감소하는 경향이였으나 담록색계통은 이보다 빠른 출수(8월 3일)전 2~3주 사이에서 최고에 달하고 그 후 감소하는 경향이였으며 畝락생장율의 크기는 전생육 기간을 통하여 농녹색엽계통이 높았다.

이양후 30日에서 출수기까지의 전기간중의 兩系統의 生長指標 平均値(表 2)를 보면 농녹색엽계통이 담록색엽계통에 비해 NAR 0.6g/m²/日, CGR 4.9g/m²/日이 더 높았는데 乾物의 再生産能率을 나타내는 相對生長率(RGR)은 오히려 담록색엽계통이 농녹색엽계통에 비해서 5mg/g/日 더 높았다. 한편 葉面積比(LAR), 葉重比(LWR), 比葉面積은 담록색계통이 약간 높은 경향이였다.

意性이 인정되지는 않았다.

株當穗數는 공시계통의 世代에 관계없이 농녹색엽계통에서 담록색엽계통에 비하여 3~4개가 有意하게 더 많았다.

株當穎花數도 世代에 관계없이 농녹색엽계통에서 현저하게 더 많았는데 高世代系統에서는 184개, F₃계통군에서는 506개가 더 많았다.

登熟率 및 千粒重은 兩系統間에 차이가 인정되지 않았다.

株當收量은 高世代系統에서는 농녹색엽계통이 18.6g, 담록색엽계통이 13.1g으로 농녹색엽계통에서 5.5g이 높았으며 F₃계통군의 평균에 있어서도 농녹색엽

Table 3. Agronomic characters of and their differences between dark and pale green leaved lines in parents and F₃ families.

Gen. line	Culm leng. (cm)	Pani. leng. (cm)	Pani. /hill	Spik. /hill	Ripe. ratio (%)	1,000-gr. weight (%)	Grain Yld/hill (g)	Straw wt. /hill
P Dark	61.5	23.0	19.8	1069	65.9	20.13	18.6	34.4
Pale	61.7	23.2	15.8	885	60.3	21.80	13.1	25.8
Difference	0.2 ^{NS}	0.2 ^{NS}	4.0*	184*	5.6 ^{NS}	1.67 ^{NS}	5.5**	8.6**
F ₃ Dark	69.6	23.1	15.6	1446	69.6	21.41	21.6	35.7
Pale	60.3	20.0	12.5	940	70.6	21.01	14.3	22.4
Difference	9.3**	3.1 ^{NS}	3.1*	506**	1.0 ^{NS}	0.40 ^{NS}	7.3**	3.3**

Gen. = Generation, P = Parent

계통군이 21.1g, 담록색엽계통군이 14.3g으로 역시 농녹색엽계통에서 6.8g이 더 높았다.

이와 같이 고세대와 F₃세대의 농녹색엽계통에서 주당수량이 더 많은 것은 수량구성요소 중 주당영화수가 많은데 기인하였다. 그런데 농녹색엽계통의 주당영화수가 많은 것은 담록색엽계통에 비하여 주당수수가 많은데서 비롯된 것이었다.

考 察

본 실험에 供試된 濃綠色葉系統과 淡綠色葉系統은 wx 126 組合으로부터 F₆까지는 葉색에 關하여 分離하는 單一系統을 유지한 후 F₇세대에서 分離하여 固定한 것으로서 두 계통간에 出수기, 稈長, 穗長, 1,000粒重 등 形질에는 차이가 없으나(表 3) 葉록소 함량에는 현저한 차이가 있는(表 2) 점으로 미루어 보아 이들은 葉色에 關聯된 遺傳因을 제외한 대부분의 遺傳적 배경은 유사한 near-isogenic line 으로 볼 수 있다.

葉綠素變異體는 變異한 葉色의 表現型에 따라서 Albina, Xantha, Viridis, Striata, Virescent 등으로 분류되는 데⁵⁾ Viridis는 定常綠葉에 대하여 單純劣性이고 定常綠葉보다 葉綠素 a, b 含量 특히 b의 含量이 낮아 葉록소 a/b의 比率이 크며 淡綠色葉의 光合成은 單位葉面積當으로 보았을 때에는 定常綠葉보다 낮으나 單位葉록소當 광합성량은 월등히 높다고 한다.⁹⁾

본 실험의 경우 공시재료인 담록색엽계통은 농녹색엽계통보다 葉록소 a, b의 함량은 낮으나 葉록소 a, b의 비율은 약간 높은 정도로서 坂(1975)가 보고한 農林 8 號에서 유기된 Viridis 系統 중 MGS-359(葉록소 a/b 비율, 8.9), MGS-859(葉록소 a/b 비율, 19.7)보다는 낮으나 農林 8 號(葉록소 a/b 비율, 2.6)와 유사한 값을 나타내었던 M-511(葉록소 a/b 비율, 2.9)와는 비슷하였다. 한편 담녹색엽계통은 농녹색엽계통에 비하여 단위면적당 광합성량이 낮아 乾物生産性은 낮으나 單位葉綠素當 光合成量(同化指數)은 높았다. 이와 같이 담록색엽계통이 同化指數가 큰 것은 본 실험에서는 측정되지 않았으나 坂(1975)의 報告로 미루어 보아 담록색엽계통은 Carotenoids 함량이 높아서 이것이 광을 흡수하여 광합성을 돕거나³⁾ 동시에 葉록소의 光酸化(photooxidation)에 의한 광합성 기능의 저하를 방지하기 때문일 것으로^{1,3)} 추측되나 이에 대하여는 앞으로 상세한 연구가 뒤따라야 할 것이다. 또한 농녹색엽계통의 경우 광합성 不活

性的 葉록소가 다량으로 존재¹⁰⁾하기 때문에 담녹색계통보다 동화지수가 낮은지에 대하여도 검토되어야 할 것이다.

短稈系統에 있어서 遺傳적으로 葉色이 다른 near-isogenic 계통 즉 농녹색엽계통과 담록색엽계통에 대하여 收量性을 檢討한 결과 수량성은 농녹색엽계통에서 유의하게 높았는데 이것은 서로 다른 葉色系統間에 1,000粒重과 등숙률에는 差異가 없었으나 株當穗數와 株當穎花數가 濃綠色葉系統에서 유의하게 높았는데 연유한 것이었다. 두 계통간에 1,000粒重과 登熟率에 차이가 있었는데, 그 이유는 이들 形질이 주로 出穗以後의 Source와 Sink의 균형에 의하여 결정되는 形質들로서, 담록색엽의 경우 葉록소함량이 적어서 NAR이 낮고 따라서 CGR도 낮아서 Source가 작지만, 出수이전에 形성되는 英華수 즉 Sink의 크기도 작기 때문에 결과적으로 Source와 Sink의 균형에 있어서는 양 異葉色系統間에 큰 차이가 없기 때문인 것으로 생각된다.

摘 要

wx 126 組合으로부터 분리된 濃綠色葉과 淡綠色葉 near-isogenic 系統의 광합성 정도와 生長특성 및 수량관련형질들을 비교 검토한 결과를 要約하면 다음과 같다.

1. 농녹색엽계통이 담녹색엽계통보다 葉록소 a, b 및 總葉綠素 함량은 현저히 높았으나 葉록소 a, b의 비율은 큰 차이가 없었다.
2. 出수기 止葉에 있어서 單位葉面積當 光合成量은 농녹색엽계통이 더 높았으나 單位葉綠素當 光合成量은 담녹색엽계통이 더 높았다.
3. 移秧부터 出穗期까지의 CGR은 농녹색엽계통이 더 높았으며 이는 NAR이 높은 데서 기인된 것으로 해석되었다.
4. 농녹색엽계통의 株當穗數, 株當穎花數 및 株當收量은 담녹색엽계통에 비해 각각 높았으나 1,000粒重과 登熟率은 두 系統間에 차이가 없었다.

引 用 文 獻

1. Anderson, I.C. and D.S. Robertson. 1960. Role of carotenoids in protecting chlorophyll from photoreduction. *Plant physiol.* 35 : 968-971.
2. Benedict, C.R., K.J. Mc Cree and R.J. Kohel.

1972. High photosynthetic rate of a chlorophyll mutant of cotton. *Plant physiol.* 49: 968 - 971.
3. Develin, R.M. 1975. *Plant physiology*, 3rd ed: 227-232.
4. 許文會・朴淳直・李暎泰. 1980. 水稻葉色에 관한 Near-Isogenic系統間 收量形質 比較. 楠石洪基稔 博士 回甲記念論文集: 16-22.
5. Holm, G. 1954. Chlorophyll mutations in barley. *Acta Agric. Scand.* 4: 457-471.
6. Inada, K. 1977. Effects of leaf color and light quality applied to leaf developing period on the photosynthetic response spectra in crop plant. *Jap. Jour. Crop Sci.* 46(1): 37-44.
7. Ishi, R., T. Yamagishi and Y. Murata. 1977. On a method for measuring photosynthesis and respiration of leaf slices with oxygen electrode. *Jap. Jour. Crop Sci.* 46(1): 53-57.
8. Iwata, N. and T. Omura. 1975. Studies on the trisomics in rice plants (*Oryza sativa* L.). III. Relation between trisomics and genetic linkage group. *Jap. Jour. Breed.* 25(6): 363-368.
9. 坂齊・松中昭一. 1975. 稻の葉綠素 突然變異體における生長および光合成の特性について. *日作紀* 44(1): 54-60.
10. 和田喜徳・渡邊誠子・黒田昭太郎. 1967. タバコ葉の生育にともなう光合成態力とクロロフィル量の消長. *植物學雜誌(東京)* 80: 123-129.
11. Yoshimura, A., N. Iwata and T. Omura. 1982. Linkage analysis by reciprocal translocation method in rice plants (*Oryza sativa* L.) III. Marker genes Located on chromosomes 2, 3, 4 and 7, *Jap. Jour. Breed.* 32(4): 323-332.