

수집 유색미 계통의 형질특성 변이 및 주성분 분석

김창영, 변종영¹⁾, 이종철²⁾

농촌진흥청, ¹⁾충남대학교 농과대학, ²⁾한국인삼연초연구원

Variation of Characteristics and Principal Component Analysis of Collected Colored Rice Cultivars

Chang Yung Kim, Jong Yeong Pyon¹⁾ and Jong Chul Lee²⁾

Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

¹⁾College of Agriculture, Choongnam Nat' l University, Taejon 305-7644, Korea.

²⁾Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Teajon 305-343, Korea.

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the growth characteristics and grain component of 10 collected colored rice cultivars to find out the possibilities of using the agronomically usefull characters to provide information for colored rice breeding and cultivation. The coefficients of variation of culm length, grains number, ripening rate, maturity time, and coat color of grain and seed were higher than those of other characters. The positive correlations were observed among heading dates, grain numbers per panicle, and 1000 grain weight, as well as between culm length and panicle length, panicle length and grain numbers per panicle, 1000 grain weight and darkness of seed coat color, while negative correlations were observed between heading dates and panicle numbers per hill, grain yield and seed coat color as well as among culm length, panicle number per hill and seed coat color of brown rice, respectively. The first component of principal component analysis was consist of panicle numbers per hill, 1000 grain weight, and grain yield showing higher correlations among them which explained the variance of the sink size of respective cultivars. The second component of principal component analysis was consist of heading date, grain numbers per panicle and maturing date showing higher correlations among them which explained the variance of maturity of respective cultivars.

Key words : Correlation coefficient, eigen vector, principal component analysis, colored-rice

서 언

우리나라에서 재배되고 있는 벼 품종들은 거의

대부분 현미의 색깔이 옅은 황백색을 띠고 있으나 재배벼의 조상이라고 추정되는 야생벼의 대부분은 적미이며(原史, 1942) 아직도 우리나라 일부지역에서 자연적으로 종자가 떨어져 문제가 되고 있는 잡

Corresponding author: 김창영, 우.441-707, 경기도 수원시 권선구 서둔동 250, 농촌진흥청

초성벼 중에는 적미가 많다(김, 1989). 중국남부나 동남아시아 지역에는 자색미나 흑자미가 재배되고 있으며(原史, 1942), 현재 세계적으로 수집 보존되고 있는 유색미 품종들은 담적색~농적색~농자갈색~흑색에 이르는 다양한 변이를 나타내고 있다(최와 오, 1996; 박 등, 1993). 유색미는 일반미에 비해 단백질, 칼슘, 비타민B2 함량이 높고(농진청, 1997), 색소가 쌀겨층에 분포되어 천연색소원으로 활용할 가치가 높으며(최, 1995; 名和와 大谷, 1991; 윤 등, 1995), 유색미를 소량 첨가하여 지은밥은 소비자들의 기호가 높아 유색미의 소비량은 증가될 전망이다. 그러나 우리나라의 유색미(흑자색) 품종 개발은 최근 몇 년동안 적극적으로 추진되고 있으나 아직은 초보단계로서 유색미 품종들에 대한 작물학적 또는 영양학적 특성구명 등이 미진한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 국내 육성품종 및 국내외 수집종에 대한 형질특성을 조사하여 양질, 다수성을 지닌 유색미 품종육성을 위한 기초자료를 제공코자 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 1997년 충남농업기술원 벼 재배포장에서 유색미 수집계통 및 품종의 농업적 특성을 조사, 분류하여 재배적 이용성 및 유전자원으로서의 정보 자료를 얻기 위하여 표 1과 같이 10개의 수집계통 및 품종을 공시하여 연구를 실시하였다.

4월21일 파종하여 5월31일에 재식거리 30×14cm로 주당 4본씩 이앙하였으며, 시비량은 질소-인산-칼리를 11-7-8kg/10a로 사용하였고, 기타 재배관리는 벼 표준재배법에 준하였다. 형태적 특성조사는 3개의 고유형질과 9개의 가변형질을 대상으로 하였으며, 가변형질은 가능한 많은 개체를 조사하여 평균치를 구하였고, 고유형질은 수치화하여 통계분석에 사용하였다. 공시된 10계통 및 품종에 대하여 조사된 12개 형질을 대상으로 주성분 분석은 PC-SAS의 PRINCOMP procedure를 이용하였 조사하였으며, 각 변량의 측정단위의 차이에서 오는 오류를 피하고 변량을 표준화하는 효과를 얻기위해 상관행렬에 의거 주성분을 구하고, 제1 - 제5 주성분과 수집계통 및 품종의 조사형질과의 관계를 검토하였다.

Table 1. List of colored rice cultivars and lines tested in this experiment.

Entry	Varieties or lines	Origin
1	Heukjinjubyeo	Suweon
2	Akamai	Japan
3	Jakwangdo	China
4	Sanghaehyanghyeolna	China
5	Sinuchinu	Japan
6	Tohoku #149	Japan
7	Okdae	China
8	Heuknambyeo	Iksan
9	Iksan #428	Iksan
10	Jindojaerae	Jindo

Table 2. Mean, maximum and minimum values, range, standard deviation(SD) and coefficient of variation(CV) of 12 characteristics among 10 colored rice cultivars.

Items	Heading date	Clum length (cm)	Panicle length (cm)	Panicles /hill (ea)	Spikelets /panicle (ea)	1000 grain weight (g)	Ripening rate (%)	Yield (t/ha)	Yield index	Maturity time (1-3)	Seed coat color (1-6)	Grain coat color (1-4)
Mean	7.31	86.0	21.3	13.3	107.0	21.1	71.0	4.15	134	2.17	4.89	1.5
Maximum	8.31	117.1	26.5	16.1	148.4	23.2	95.9	5.51	177	3	6	4
Minimum	7.28	69.2	17.7	9.6	73.9	17.1	46.4	2.21	71	1	2	2
Range	1.03	47.9	8.8	6.5	74.5	6.1	49.5	3.30	106	2	4	3
S.D	0.396	13.8	2.19	1.77	20.2	1.66	16.0	0.86	27.7	0.79	1.60	1.15
C.V	4.95	16.1	10.3	13.3	18.9	7.85	22.6	20.8	20.8	36.3	32.8	76.7

결과 및 고찰

형질특성 비교

본 시험에 공시된 10개의 다양한 유색미 품종 및 계통 등에 대하여 조사된 12개 형질의 평균, 최대치, 최소치, 범위, 표준편차 및 변이계수는 표 2와 같이 대부분의 특성들이 품종간에 폭넓은 변이를 보여 유전적으로 매우 다양하다는 것을 나타내고 있다. 특히 간장, 수당 영화수, 등숙율, 수량, 숙기, 현미 종피 및 정조 종피색의 변이계수가 높아 이들 변이폭이 다른 특성에 비하여 큰 것으로 나타났다.

조사된 12개 주요특성의 상관관계는 표 3과 같다. 출수기는 수량구성요소와 밀접한 관계가 있어 수당 영화수와 천립중과는 정(+)의 유의상관을 보여 출수기가 낮은 계통일수록 수당영화수와 천립중은 증가하였고, 주당수수와는 부의 유의상관을 보였다. Source형인 간장은 수장과는 정의 상관을 보여 간장이 큰 계통일수록 수장이 컸으며 주당수수 및 종피색과는 부(-)의 상관을 나타내어 간장이 클수록 주당수수는 적고 종피색도 연한 계통이 많았다. 수장과는 수당영화수, 천립중과 종피색은 정의 유의상관을 보였고, 수량과 현미 종피색과는 유의한 부의 상관을 나타내어 본 시험에 공시된 계통과 품종의 범위내에

서 보면 색이 짙은 유색미 계통이 수량성이 낮음을 알 수 있다.

주성분 분석

변량과 상관계수로부터 12개의 주성분의 고유치를 얻었으며, 이 중에서 측정된 변량의 분산에 대한 기여도가 높은 제1~제8 주성분의 고유치를 표4에 나타내었다

제1~제5 주성분의 기여도는 각각 0.275, 0.225, 0.180, 0.096, 0.079으로 제5주성분까지의 누적기여도가 85.5%를 설명할 수 있으므로 제5주성분까지 취하여 공시품종들간의 관계를 설명하고자 하였다. 주성분분석은 많은 변량을 하나 혹은 소수의 총합적 지표로 설명하는 통계적 방법으로 각 주성분은 고유벡터의 요소를 계수로 하는 표준화된 변량의 선형결합으로 구성된다. 따라서 각각의 주성분은 조사한 모든 특성의 변동을 설명하는 지표가 될 수 있으며 실질적으로 이들 주성분과 형질과의 관계는 각 변량의 계수인 고유벡터와 측정치와의 상관계수(인자부하량)에 의해 설명될 수 있다(崔와李, 1979).

제1주성분은 간장, 수장, 수수, 천립중, 수량 및 현미종피색과 고도의 유의상관을 보였으며, 특히 수수, 천립중 및 수량과 높은 정의 상관을 보여 식물체의 sink 용량의 크기에 대한 변이를 주로 설명해 주

Table 3. Correlation coefficients of 12 agronomical characteristics of 10 colored rice varieties tested

Characteristics	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Heading date											
2. Clum length	-0.004										
3. Panicle length	0.030	0.536*									
4. Panicles/hill	-0.151*	-0.573*	-0.392								
5. Spikelets/panicle	0.496*	0.304	0.519*	-0.423							
6. 1000 grain weight	0.502*	-0.359	-0.127	0.211	0.178						
7. Ripening rate	-0.175	0.350	0.081	-0.211	0.011	-0.015					
8. Yield	0.158	-0.234	-0.418	0.325	0.107	0.399	0.270				
9. Yield index	0.155	-0.235	-0.418	0.324	0.105	0.397	0.272	0.999**			
10. Maturity time	0.889**	-0.191	0.067	-0.126	0.443	0.492	-0.216	0.038	-0.191		
11. Seed coat color	0.039	-0.539*	-0.114	0.276	-0.125	0.509*	-0.151	0.036	-0.530*	-0.114	
12. Grain coat color	-0.170	0.046	0.151	0.062	0.183	0.026	0.081	0.285	0.045	0.151	0.062

* and ** indicate significance at 5% and 1% level, respectively.

Table 4. Eigen values and its contribution to total variation

Principal component	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈
Eigen value	3.298	2.701	2.161	1.156	0.951	0.509	0.422	0.342
Contribution	0.275	0.225	0.180	0.096	0.079	0.042	0.035	0.029
Cumulative contribution	0.275	0.500	0.680	0.776	0.855	0.892	0.932	0.961

Table 5. Correlation coefficient between 12 agronomical characteristics and 5 eigen vectors

Characteristics	Principal components				
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅
1. Heading date	0.318	0.853**	-0.094	-0.218	-0.158
2. Clum length	-0.726**	0.235	0.435	-0.145	0.072
3. Panicle length	-0.613**	0.436	0.101	0.470*	0.138
4. Panicles/hill	0.609**	-0.463*	-0.166	0.158	-0.178
5. Spikelets per panicle	-0.120	0.782**	0.329	0.239	-0.146
6. 1000 grain weight	0.696**	0.427	-0.035	0.185	0.314
7. Ripening rate	-0.110	-0.076	0.638**	-0.241	0.639**
8. Yield	0.727**	-0.024	0.644**	-0.112	-0.073
9. Yield index	0.727**	-0.026	0.645**	-0.112	-0.070
10. Maturity time	0.329	0.829**	-0.297	-0.165	-0.041
11. Seed coat color	0.498*	0.016	-0.429	0.428	0.515*
12. Grain coat color	0.053	-0.116	0.550*	0.675**	-0.254

* and ** indicate significance at 5% and 1% level, respectively.

는 성분으로 생각된다 제2주성분은 출수기, 수수, 수당립수 및 숙기와 유의한 상관관계를 보였으며, 생육시기와 관련이 높은 형질과 고도의 정의 상관성이 인정되어 품종의 조만특성의 변이를 설명해 주는 성분으로 생각되었으며, 제3주성분은 등숙과 수량에 상관성이 높아 제1, 제2 주성분에서 설명하지 못한 부분을 보완하는 성분으로 판단되고, 제4성분은 정조의 종피색과 밀접한 관련이 있는 성분으로 생각되었다(표 5).

이상의 결과를 종합하여 각 주성분별로 유의한 상관성을 보인 특성을 토대로 각 주성분에 대한 벼의 농업적 특성과의 관계를 고찰해 보면 표 6과 같다. 제1주성분은 수량구성요소 관련 형질과 정의 상관성이 인정되어 sink의 크기에 관여하는 성분으로 추정되며, 제1주성분의 점수가 클수록 수량이 높아지는 반면, 식물체의 크기와 관련있는 간장과 수장에는 부의 상관성을 보였다. 제2주성분은 출수기와 성숙특

성에 유의한 정의 상관성을 보여 품종의 조만특성에 관여하는 형질로 점수가 클수록 만생중임을 시사해 준다. 제3, 4, 5주성분은 제1, 2 주성분에서 설명되지 않은 부분을 보완해주는 성분으로 추정된다. 이는 安, 蔡(1984)의 참깨, 崔와 李(1979)의 유채에 대한 주성분 분석에서 상위 주성분의 생물학적 의의를 분석한 연구와 비슷한 경향이였다

각 수집종들에 대한 제1주성분의 점수를 보면 표 7과 같이 정(+)의 방향으로 국내 육성품종인 흑남벼와 외국수집종인 자광도, 상해향혈나 등 4종이 편성되었고, 부(-)의 방향으로 국내 육성품종인 흑진주벼와 외국수집종인 Philippine #1, Sinuchinu 등 6종이 편성되었다. 제2주성분은 정의 방향으로 Philippine #1, Sinuchinu, 한산흑미 등 5종이, 부의 방향으로 국내육성품종인 흑진주벼와 외국수집종인 상해향혈나, Akamai 등 5종이 속하였고, 제3주성분은 정의 방향으로 흑남벼, Philippine #1, Tohoku #149 등 4종이

Table 6. Relationships between principal components and agronomic characteristics

Principal components	Sign of correlation coefficient	Agronomical characteristics
Z ₁	+	No. of panicles, 1000 grain weight, yield, seed coat color
	-	Clum length, panicle length,
Z ₂	+	Heading date, spikelets per panicle, maturity time
	-	No. of panicles,
Z ₃	+	Ripening rate, yield, yield index
	-	Grain coat color
Z ₄	+	Grain coat color, panicle length
Z ₅	+	Seed coat color, ripening rate

Table 7. The eigen vectors of colored rice varieties on the first five principal components

Entry	Varieties	Origin	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅
1	Heugjinjubyeo	Suweon	-1.102	-2.371	-1.827	0.603	0.428
2	Akamai	Japan	-1.014	-2.667	1.039	-0.502	0.799
3	Jakwangdo	China	0.012	1.016	-0.932	-0.171	-1.935
4	Sanghaehyanghyeolna	China	2.060	-0.220	-0.771	-1.335	1.423
5	Sinuchinu	Japan	-0.724	1.264	-2.142	0.790	0.691
6	Tohoku #149	Japan	-1.035	-1.722	0.137	3.045	0.125
7	Okdae	China	-3.795	0.265	-1.349	-0.954	-1.155
8	Heugnabyeo	Iksan	1.598	-0.797	0.900	1.092	-1.059
9	Iksan #428	Iksan	2.708	0.024	-0.664	-0.327	-0.276
10	Jindojaerae	Jindo	2.198	1.040	-1.259	0.124	-0.742

부의 방향으로 Okadae, 한산흑미 등 6종이 각각 속하였다.

제4성분은 정의 방향으로 흑진주벼, Philippine #1, Sinuchinu 등 6종, 부의 방향으로 자광도 등 4종이 편성되었고, 제5성분은 정의 방향으로 흑진주벼, Philippine #1 등 5종, 부의 방향으로 한산흑미, Okadae 등 5종이 각각 속했다.

적 요

유색미 수집계통의 농업적 특성을 조사, 분류하여 재배적 이용성 및 품종육성 재료로서의 정보자료를 얻기 위하여 2종의 국내 육성품종과 8종의 국내의 수집계통을 공시하여 이들 계통의 형질특성 및

형질특성간의 상호관계를 조사하고, 주성분의 고유치를 계산하고 각 주성분과 형질간의 상관관계를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 각 형질의 계통간 변이계수는 간장, 수당영화수, 등숙율, 수량, 숙기, 현미 종피 및 정조 종피색에서 다른 특성에 비하여 큰 것으로 나타났다.
2. 주요 특성중에서 출수기와 수당 영화수 및 현미 1000립중, 간장과 수장, 수장과 수당 영화수, 현미 1000립중과 종피색간에는 각각 정(+)의 상관이 인정되었고, 출수기와 주당 수수, 간장과 주당 수수 및 현미종피색, 수량과 현미 종피색 사이에는 각각 부(-)의 상관이 인정되었다.
3. 주성분 분석결과 변량과 상관계수로 부터 12개의 주성분의 고유치를 얻었으며, 제1, 제2, 제3주

성분의 기여도는 0.275, 0.225, 0.180이었다. 제1 주성분은 수수, 현미 1000립중 및 수량과 높은 정의 상관을 보여 식물체의 sink용량의 크기에 대한 변이를 설명해 주는 성분이었다. 그리고 제2주성분은 출수기 및 등숙기와 유의한 상관을 보여 품종의 조만성을 설명해 주는 성분이었다.

인 용 문 헌

安相洛, 蔡永岩, 1984. 多量解析法에 의한 참깨의 品 種群分類, 韓育誌 16(3): 340-348.
 崔海春, 李正日, 1979. 主成分分析 및 Cluster 分析을 利用한 油菜品種分類, 韓育誌 11(3): 179-195.
 최해춘, 오세관. 1996. 유색미 색소의 종류와 기능. 한작지 41(별호): 1-9.
 趙東三. 1975. 水稻의 葉身別 生産效果에 關한 研究.

韓作誌 18: 1-27.
 原史六. 1942. 朝鮮に於ける-印度型 稻の殘存. 農業 及園藝 17(6): 21-28.
 김재철. 1989. 우리나라에 자생하는 赤米種(샤레벼) 의 생리생태적 특성 및 재배도와의 경합. 농시논 문집(수도편) 31(3): 34-5.
 농촌진흥청. 1997. '97 주요농작물 종자협의회 결과: 126-139.
 오세관, 최해춘, 조미영, 김수언. 1996. 유색미 안토 시아닌계 및 색소의 추출법. 한국농화학회지 39(4) : 327-331.
 박순직, 최해춘, 허문희, 고희중. 1993. 쌀 소비확대 를 위한 식미향상과 신소재개발. 농촌진흥청 특정 연구보고서: p88-143.

(접수일 1999. 5. 10)

(수리일 1999. 10. 20)