

적단심계 무궁화 품종간 교배차대묘의 엽 특성 변이

박형순*, 조윤진, 정현관, 김세현, 정동준¹

국립산림과학원 산림유전자원부, ¹경희대학교 생태시스템공학과

Variation in Leaf Characteristics among Hybrids of Jeoktanshim *Hibiscus syriacus* L.

Hyung-Soon Park*, Yoon-Jin Cho, Hun-Gwan Chung, Sea-Hyun Kim and Dong-Jun Chung¹

Department of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

¹Institute of Life Sciences & Resources Kyunghee University, Suwon 449-701, Korea

Abstract - This study was performed to provide basic information of the development and breeding of new cultivars of *Hibiscus syriacus* L., which have more beautiful and diverse flowers. Morphological characteristics of the leaves and genetic variation of the leaves of two Jeoktanshim-line cultivars, Bulsae and Pyungsung, were crossed each other. The result of the cross between Bulsae and Pyungsung are as follows: Mean leaf length and width were 6.09cm and 3.36cm, respectively. Mean petiole length was 1.08cm, and mean shoulder width and incision depth were 1.50cm and 0.84cm, respectively. Mean leaf base angle was 98.56°. Leaf index and petiole length were the most important components of leaf characteristics. Two groups were clustered in distance level 5.4. The result of the cross between Pyungsung and Bulsae are as follows: Mean leaf length and width were 5.25cm and 3.10cm, respectively. Mean petiole length was 0.87cm, and mean shoulder width and incision depth were 1.50cm and 0.76cm, respectively. Mean leaf base angle was 107.87°, which was the widest among ten cross combinations. Two groups were clustered with seven leaf characteristics in distance level 4.2. Group I included two small groups, and group II included four small groups.

Key words - Breeding, *Hibiscus syriacus*, Jeoktanshim, Leaf characteristic, Cultivar

서 언

무궁화屬 식물들은 오랜 기간 교잡에 의해 수많은 품종들이 육성되어 세계적으로 약 200여 종이 분포하는 것으로 알려져 있으며, 다른 수목들이 꽃을 피우지 않는 여름철에 개화기간이 100여 일 동안 지속되어 조경수로서의 가치 또한 대단히 높은 것으로 인정받고 있다(류와 염, 1987; 무궁화도감 편찬위원회, 1993; Harris and Harris, 1994). 특히, 조선 초기 「養花小錄」이라는 문헌에는 무궁화를 주위에서 흔히 볼 수 있다는 기록과 함께 朱權花, 深紅色, 五出, 插枝節活淡紅色, 五葉成一花, 赤勤花有紫, 有白, 有粉紅, 千葉者 등으로 설명하고 있어 다양한 화형과 화색의 무궁화가 있었음을 짐작할 수 있게 해주고 있다(임, 1988).

이와 같이 오랜 세월 우리 민족의 생활 속에 자리매김 해왔던 무궁화는 國花로 지정된 지 100주년이 지난 현재 명명

된 품종들의 보존 작업이 제대로 이루어지지 않았을 뿐만 아니라 병충해와 품종의 개념 없이 상징적 의미 또는 생 울타리용으로 식재되어 방치된 상태로 효율적인 관리가 거의 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 무궁화가 진정한 나라꽃으로 자리매김 하기 위해서는 그 동안 추구하였던 양적 성장에서 벗어나 질적인 성장으로의 전환이 필요하고 이를 위해서는 먼저 무궁화 품종의 생장 및 생육 특성들에 대한 체계적인 정립과 계통별, 화형별, 품종별 특성 구명이 수행되어야만 한다. 또한, 무궁화 품종에 대한 母樹 지정이 부정확하여 보유자 또는 기관에 따라 품종별 花形이 약간씩 차이를 나타내기도 하고 때로는 他種同名 및 同名異種인 경우가 많이 발생하므로 이에 대한 통일화 작업과 DB화 작업이 필수적이라 할 수 있다.

지금까지 수행된 무궁화에 대한 많은 연구들은 주로 花色 특성을 위주로 자생종에서 선발을 하거나 외국으로부터의 도입 및 교잡육종 등의 방법을 통하여 다양한 품종을 육성하려는 경향으로 진행되어 왔으나(강, 1986; 류와 염, 1987; 심

* 교신저자(E-mail) : parkh@foa.go.kr

등, 1993) 이것은 차대(F1)에서 여러 가지 화형, 화색 및 엽형과 수형 등의 특성들이 발현된다는 점을 고려할 때 기존 무궁화에 대한 분류체계의 교란과 함께 새롭게 육성된 무궁화의 분류체계를 확립하는데 있어서 많은 제약을 주고 있다고 판단된다. 그러므로 무궁화의 여러 형태적 특성들을 종합적으로 조사하여 수리분류학적(Numerical taxonomy)인 여러 접근 방법들 중 多變量分析法(Multivariate method)에서 가장 널리 이용하고 있는 주성분 분석(Principal component analysis)과 유집분석(Cluster analysis)을 통해 동일한 특성을 나타내는 품종들을 한 계통으로 분류하는 것이 새로운 품종과 교잡종 등의 분류를 체계화 할 수 있을 것으로 생각된다.

일반적으로 무궁화는 재배하기는 쉽지만 관목성이기 때문에 가로수로 이용할 수 있는 교목성으로는 부적합하다고 알려져 있으나, 최근 들어 가로수로 이용하기 위한 일련의 연구가 수행되고 있고(심, 1994, 1996), 이미 외국에서는 무궁화가 지닌 독특한 특성을 이용하여 가로수로 식재하여 시민들로부터 많은 사랑을 받고 있다. 한편, 국내에서는 왜성형 백단심계 홑꽃 무궁화인 경북 1호가 발견되어 이미 그 접목 변이에 의해 안동 품종이 육성되어 분화용으로서의 개발 가능성이 제시되었으며, 최대거목으로 보고된 교목성 홍단심계 홑꽃 무궁화인 남원 품종을 이용하여 교목성 품종을 육성하려는 일련의 연구들이 활발히 진행되고 있다(전국 무궁화 실태조사단, 1993; 심 등, 1999).

따라서, 본 연구에서는 적단심계 홑꽃인 불새와 평성 품종간의 정역교잡을 통하여 육성된 교배묘를 대상으로 잎과 같은 양적·질적 형질들을 종합적으로 고찰하여 좀 더 아름답고 다양한 무궁화 품종의 육성과 개발에 필요한 기초 자료를 제공하고 신품종 무궁화의 육성 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

1) 품종육성 경위 및 특성

본 연구에서 교배를 통하여 무궁화의 잎의 특성들을 종합적으로 고찰하고자 선정한 각 계통별 품종의 육성 경위와 특

성은 다음과 같다.

가) 불새(Bulsae)

본 품종은 1984년에 산림청 임목육종연구소 구내의 품종보존원에서 영광 외 11품종으로부터 채종·육묘한 품매차대묘에서 1985년도에 33개체를 선발한 후 1990년에 한국 무궁화연구회에서 재 선발하여 명명된 것이다. 잎의 크기는 보통이며 엽저(葉底)는 좁은 원저형(圓底形)에 가깝고 엽선(葉先)은 긴 점첨두(漸尖頭)이다. 결각은 심한 편이며 거치 상태는 보통이다. 수형지수는 40내외로 다소 좁고 직립하는 형이다.

나) 평성(PS80-1, Pyungsung)

본 품종은 일본의 Tachibana(立花吉茂)가 노산부용(H. paramutabilis)과 무궁화의 중간교잡으로 육성하여 선발 0104명명한 품종이다. 잎은 큰 편으로 엽저(葉底)는 원저형(圓底形)이고 엽선(葉先)은 피침형이다. 결각이 아주 심하고 거치 상태는 다소 크며 뚜렷하지만 둔한 편이다. 수형지수는 36내외로 좁게 직립하는 형이며 가지는 신장생장이 좋고 측지(側枝)가 잘 발달하는 편으로 유연성이 좋고 강한 수세를 나타내는 특성이 있다.

2) 품종간 교배

본 교배조합에서는 진한 적단심계 무궁화 품종으로 널리 알려져 있는 불새(Bulsae)와 평성(Pyungsung)품종을 공시재료로 1997년 정역교배를 실시하여 육성된 교잡실생묘들을 대상으로 하였다(Table 1).

3) 인공교배

인공교배는 1997년 7월부터 8월에 걸쳐 다음날 개화할 꽃봉오리의 꽃잎과 수술을 모두 제거한 후 교배봉투를 씌워 다음날 아침 일찍 이것을 벗겨 내고 목적하는 품종의 화분을 암술머리에 묻혀준 후 다시 교배봉투를 씌우고 표찰을 달아 2~3일 후 교배봉투를 제거하는 방법으로 실시하였고 그해 가을 교배 종자를 수확하여 1998년 파종하였다. 인공교배에 의한 교배조합별 교배대수와 결실률 및 종자립수와 발아율 등은 Table 2에 나타낸 것과 같다.

본 연구에서는 수확된 교배 종자를 각 교배조합별로 파종하여 얻은 교잡실생묘들 중 건전한 실생묘들을 대상으로 다음과 같은 조사방법에 의하여 잎의 형태적 특성 및 유전적 변이 등을 조사하였다.

Table 1. Design of Jeoktanshim kind cross combination.

	Cross combination	Abbreviation	Replication of tree(flower)
Jeoktanshim's	Bulsae × Pyungsung	BP	10(30)
hybridization	Pyungsung × Bulsae	PB	15(45)

조사방법

무궁화 교배 조합별로 엽 특성을 조사하기 위하여 2002년 7월에 일년생 가지의 중간부위에서 형태와 상태가 양호한 10개씩 잎을 채취하여 엽장(LL: Leaf Length), 엽폭(LW: Leaf Width), 엽병길이(PL: Petiole Length), 어깨폭(SW: Shoulder Width), 결각깊이(ID:Inch), 엽저각도(BA: Leaf Base Angle) 등의 6가지 형태적 특성들에 대하여 디지털캘리퍼스(Digital calipers, CD-20CP, Mitutoyo Co., Japan)와 눈금자 등을 이용하여 측정을 실시하였다. 또한, 무궁화 엽의 형태적 특성을 고찰하기 위하여 엽장에 대한 엽폭의 비인 엽형지수(LI: Leaf Index, LL/LW)를 추정하였다. 추정된 엽형지수는 1.67 이하인 경우는 I형, 1.68~2.00인 경우는 II형, 2.01 이상인 경우는 III형으로 구분하고, 동시에 엽저각도의 측정치와 함께 고찰을 실시하여 엽저각 90° 미만인 경우를 좁은형(N: Narrow type), 90° 이상인 경우는 넓은형(W: Widetype)으로 구분하여 엽형(Leaf form)을 각각 N-I, II, III과 W-I, I II, III으로 구분하였다.

조사된 모든 자료는 SAS통계 패키지(Ver. 6.12)를 이용하여 기본통계량을 분석하였고, 교배조합 내 유의적 차이를 고찰하기 위하여 Duncan의 다중검정을 실시하였으며, 주성분 분석 및 유집분석 등과 같은 다변량 분석법을 활용하여 교배 조합 내 형태적 특성에 대한 유연관계를 고찰하였다.

결과 및 고찰

불새 × 평성 교배조합

1) 엽의 형태적 특성

불새 × 평성 교배조합의 10개체에 대하여 엽 특성을 조사하고 이것을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 평균엽장은 6.09cm였으며 전체 10개체들 중 7개체가 5.20~5.99cm의 범위로 평균엽장보다 짧았으며 특히, 2번 개체가 5.20cm를 나타내어 전체 평균에 비하여 0.89cm(14.6%) 짧은 경향을 보였다. 한편, 6.77~7.49cm의 범위를 나타낸 3개체들이 평

균엽장 보다도 긴 특성을 보였으며 7번 개체는 7.49cm의 엽장을 나타내어 전체 평균에 비하여 1.40cm(23.0%) 정도 긴 경향을 나타내었다. 평균엽폭은 3.36cm였으며 2, 3, 4, 9, 10번 개체가 2.89~3.31cm의 범위로 전체 평균에 비하여 0.05~0.47cm(1.5~14.0%) 좁은 경향을 나타내었다. 그러나 7번 개체는 엽장특성에서와 동일하게 4.26cm의 엽폭을 나타내어 전체 10개체들 중 가장 넓은 특성을 나타내었으며 평균 엽폭인 3.36cm에 비하여 0.9cm(27.0%) 정도 넓은 특성을 보인 것으로 분석되었다.

교배조합별 무궁화 엽의 형태적 특성을 고찰하기 위하여 측정된 엽장과 엽폭의 비로 엽형지수(Leaf index)를 산출한 결과, 평균 엽형지수는 1.83으로 나타났으며 전체 10개체들 중 6개체가 1.51~1.81의 범위로 평균 엽형지수 보다도 작은 경향을 보인 반면에 3, 4, 9, 10번 개체들은 1.84~2.20의 범위로 평균 엽형지수 보다도 큰 경향을 보였다. 따라서 본 교배조합은 엽장의 길이에 비하여 상대적으로 엽폭이 큰 광타원형의 엽 특성을 가지고 있음을 알 수 있었다. 추정된 엽형지수와 측정된 엽저각도를 종합적으로 고찰하여 엽의 형태적 특성을 분류한 결과, 엽저각도가 90° 미만인 개체는 3개체였으며 반대로 90° 이상으로 넓은 잎의 형태를 나타낸 개체는 모두 7개체로 나타나 본 교배조합은 넓은 잎과 같은 형태적 특성을 갖추고 있음을 알 수 있었다. 또한, 엽장이 엽폭 보다 상대적으로 큰 특성을 보이는 III형은 4, 9, 10번의 3개체가 출현하였고 I형의 특성을 보인 개체는 1, 6, 8번의 3개체인 것으로 분석되었다.

평균 엽병장은 1.08cm로 총 10개체들 중 6개체가 평균보다 짧은 경향을 보였으며 특히, 2번과 3번 개체는 각각 0.62cm와 0.82cm를 나타내어 전체 평균에 비하여 0.46cm(43.0%)와 0.26cm(24.1%) 정도 짧은 특성을 나타내었다. 반면에, 4, 7, 9번 개체들은 1.18~1.91cm의 범위를 나타내어 평균 엽병장에 비하여 0.10~0.83cm(9.3~76.9%) 정도 더 긴 엽병장 특성을 보였다. 평균 어깨폭과 결각 깊이는 각각 1.50cm와 0.84cm로 나타났고, 7번과 10번 개체가 넓은 어깨폭과 얇은 결각의 특성을 갖는 엽형을 나타낸 반면

Table 2. Summary of artificial crossing results by cross combinations.

Cross combination	No. of flowers pollinated (Ea)	No. of capsule (Ea)	No. of seed (Ea)	No. of seed germination (Ea)	Germination rate(%)	No. of Individual tree (Ea)	No. of Selection tree (Ea)
BP*	32	6	105	63	60.5	25	10
PB	33	8	153	87	56.9	20	15

*Abbreviations of cross combinations referred to Table 1.

에 3번 개체는 좁은 어깨폭의 특성과 함께 깊은 결각의 특성을 갖는 엽형을 나타내고 있었다. 평균 엽저각도는 98.56°로 1, 2, 3, 4, 10번 개체가 81~93°의 범위로 좁은형의 엽특성을 나타내었으며 4번 개체가 81°로 가장 좁은형의 엽특성을 보이고 있었다. 또한 90° 이상의 넓은형의 엽특성을 보인 개체는 5, 6, 7, 8, 9번 개체였으며 그 범위는 103~114°였다.

2) 주성분 분석

불새×평성 교배조합의 엽 특성에 대하여 주성분 분석을 실시하고 그 고유값 과 전체변동에 대한 각 주성분의 기여도를 나타낸 결과는 Table 4와 같다. 주성분 분석을 통하여 얻어진 각 형질에 대한 고유값을 분석한 결과, 제 1주성분의 고유값은 2.46으로 전체 분산의 35%, 제 2주성분은 고유값 2.03으로 전체 분산의 64%, 제 3주성분의 고유값은 1.64로 전체 분산의 88%를 설명하고 있었으며 제 4주성분은 0.49의 고유값으로 전체 분산에 대하여 94%의 높은 설명력을 나

타내고 있었다.

주성분 분석에 의해 고유값이 1.0이상이거나 기여율이 90% 이상인 것으로 나타난 제 1주성분부터 제 3주성분까지의 상관관계를 살펴보면, 먼저 제 1주성분의 경우 조사된 7개 엽 특성들 중 엽폭과 어깨폭 및 엽저각도 등의 특성이 음(-)의 값을 나타내었고, 다른 형질들은 모두 양(+)의 값을 나타내었으며 그 범위는 -0.3460~0.5621이었다. 특히, 엽형지수와 엽병장 및 엽장 등의 순으로 높은 상관관계를 나타내고 있었는데, 이것은 결국 불새×평성 교배조합의 엽특성을 해석하는데 있어서 위와 같은 특성들이 다른 형질들보다도 기여도가 높다는 것을 의미하는 것이다. 제 2주성분은 제 1주성분에서 음(-)의 값을 나타내었던 특성들이 모두 양(+)의 값을 나타내었고 이들 중 엽폭과 어깨폭 특성이 상관계수 0.6100과 0.4773으로 높은 상관을 나타내었고 제 1주성분에서 높은 상관관계를 나타내었던 엽장 특성이 상관계수 0.5168로 비교적 높은 상관관계를 나타내고 있었다. 한편,

Table 3. Leaf morphological characteristics of 10 seedlings in BP cross combination

No.	Characters	LL (cm)	LW (cm)	LI	PL (cm)	SW (cm)	ID (cm)	BA	Leaf form
BP-1		5.46cd*	3.61b	1.51f	0.98cde	1.56bc	0.71e	86cd	N- I
BP-2		5.20d	2.89e	1.81cd	0.62f	1.54bc	0.34f	83d	N- II
BP-3		5.91c	3.22cd	1.84c	0.82ef	1.16d	1.60a	93c	W- II
BP-4		6.77b	3.12cde	2.20a	1.91a	1.41c	0.90de	81d	N- III
BP-5		5.91c	3.45bc	1.71cde	1.13cd	1.36cd	1.12bc	114a	W- II
BP-6		5.69cd	3.45bc	1.65def	0.87def	1.57bc	0.94cd	114a	W- I
BP-7		7.49a	4.26a	1.77cde	1.18c	2.30a	0.48f	103b	W- II
BP-8		5.44cd	3.36bc	1.62ef	0.90cde	1.52bc	0.74de	114a	W- I
BP-9		7.04ab	3.31bc	2.13ab	1.44b	0.83e	1.21b	108ab	W- III
BP-10		5.99c	2.97de	2.03b	0.95cde	1.74b	0.34f	91c	W- III
Mean	6.09	3.36	1.83	1.08	1.50	0.84	98.56		
SE	0.09	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	1.51		

*Different letters indicate Duncan's multiple range tests(Significant at p<0.05).

Table 4. Eigenvalue and its contribution obtained from principal component analysis of leaf morphological characteristics for BP combination

Principal component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative(%)
1	2.4602	0.4271	0.3515	35.15
2	2.0331	0.3945	0.2904	64.19
3	1.6386	1.1454	0.2341	87.60
4	0.4933	0.2258	0.0705	94.65
5	0.2675	0.1603	0.0382	98.47
6	0.1072	0.1070	0.0152	99.99
7	0.0001	-	0.0001	100.00

제 3주성분의 경우 결각깊이와 엽저각도 및 엽폭 등의 특성이 상관계수 0.2690~0.6254로 높은 상관을 나타낸 반면에 다른 특성들은 -0.3332~0.0158의 비교적 낮은 상관계수를 나타내었다. 이상의 결과들을 종합하여 볼 때, 불새×평성 교배조합의 엽 특성은 엽형지수와 엽병장 및 엽장 등의 기여도가 높음을 알 수 있었으며 제 4주성분 이하는 고유값이 1.0보다 작고 기여율 또한 10% 미만으로 자료 분석에 있어서 큰 의미가 없는 것으로 판단하여 분석에서 제외시켰다.

불새×평성 교배조합내의 10개 개체별로 얻어진 주성분 값을 나타낸 결과는 Table 6과 같으며, 제 1주성분과 제 2주성분 및 제 1주성분과 제 3주성분간의 관계를 2차원 공간에 배열시킨 결과는 Figure. 1, 2과 같다.

각 개체별로 얻어진 제 1주성분과 제 2주성분 값 및 제 3주성분 값을 각각 2차원 공간에 배열시켜본 결과, 10개 개체들은 크게 2분류군으로 구분되어졌는데, 제 1주성분 0.5를 기준으로 하였을 때 우측에는 3, 4, 9번 개체들이 분포하고 있었으며 좌측에는 1번 개체를 비롯한 7개 개체들이 분포하고 있었다. 특히, 4번과 9번 개체는 제 1주성분 값이 각각 2.8498과 2.5996으로 다른 개체들과는 확연히 구분되는 특

징을 나타내고 있었으며 7번 개체 또한 제 2주성분의 값이 3.6784로 나타나 다른 개체들과는 다른 특이성을 보이고 있었다.

3) 유집분석

불새×평성 교배조합내의 10개체들에 대하여 조사된 7가지 엽특성을 기초로 하여 Single linkage method 방법에 의하여 유집분석을 실시한 결과는 Figure. 3과 같다.

유집분석 결과 거리수준 5.4를 기준으로 크게 2개의 Group으로 구분되었으며, Group I은 5, 6, 8번 개체를 포함하는 小 Group과 7번과 9번 개체를 포함하는 小 Group 등 2개의 小 Group을 포함하고 있었다. 한편, Group II는 1, 2, 4번 개체를 포함하는 小 Group과 3번과 10번 개체를 포함하는 小 Group 등 2개의 小 Group을 포함하고 있는 것으로 나타났다.

평성×불새 교배조합

1) 엽의 형태적 특성

불새×평성 교배조합의 10개체에 대하여 엽특성을 조사하고 이것을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 평균엽장은

Table 5. Eigenvector associating to eigenvalue obtained from principal component.

Leaf characters	Prin 1	Prin 2	Prin 3
LL	0.4058	0.5168	0.0158
LW	-0.1484	0.6100	0.2690
LI	0.5621	-0.0286	-0.2765
PL	0.5296	0.2583	-0.0540
SW	-0.3460	0.4773	-0.3332
ID	0.2915	-0.1920	0.5881
BA	-0.1107	0.1691	0.6254

Table 6. Eigenvector associating to eigenvalue obtained from principal component for 7 leaf morphological characteristics by 10 seedlings in BP cross combination.

No.	Principal component	Prin 1	Prin 2	Prin 3
	BP-1	-1.4039	-0.0936	-0.2732
	BP-2	-1.2676	-1.5863	-1.7547
	BP-3	0.5228	-1.3952	1.0613
	BP-4	2.8498	0.2504	-1.3886
	BP-5	-0.1426	-0.0530	1.4377
	BP-6	-1.1052	-0.0288	1.0977
	BP-7	-0.6153	3.6784	-0.3157
	BP-8	-1.3345	-0.2841	0.8140
	BP-9	2.5996	-0.1228	1.1229
	BP-10	-0.1031	-0.3650	-1.8013

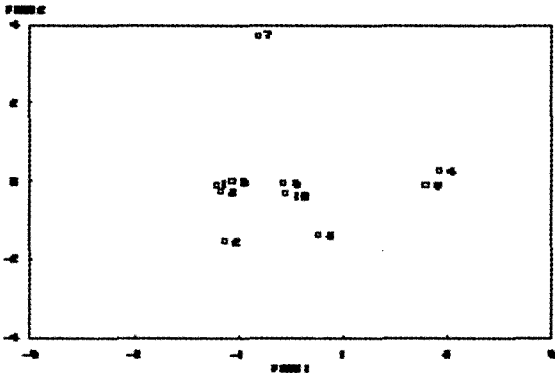


Fig. 1. Scatter diagram of 10 seedlings in BP combination based on principal component 1 and 2.

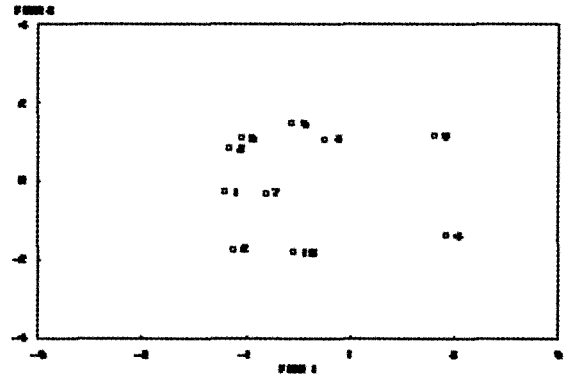


Fig. 2. Scatter diagram of 10 seedlings in BP combination based on principal component 1 and 3.

5.25cm 엽폭이었으며 전체 15개체들 중 8개체가 3.82~5.10cm의 범위로 평균엽장보다 짧았으며 특히, 8번과 13번 및 10번 개체가 3.82~3.99cm의 범위로 전체 평균에 비하여 1.26~1.43cm(24.0~27.2%) 짧은 경향을 보였다. 한편, 5.44~7.36cm의 범위를 나타낸 7개체들이 평균엽장 보다도 긴 특성을 보였으며 4번 개체는 7.36cm의 엽장을 나타내어 전체 평균에 비하여 2.11cm(40.2%) 정도 긴 경향을 나타내었다.

평균엽폭은 3.10cm였으며 1번 개체를 포함하여 모두 9개체들이 2.29~3.08cm의 범위로 전체 평균에 비하여 0.02~0.81cm(0.7~26.1%) 더 좁은 경향을 나타내었다. 그러나 4번 개체는 엽장특성에서와 동일하게 4.69cm의 엽폭을 나타내어 전체 15개체들 중 가장 넓은 특성을 나타내었으며 평균엽폭인 3.10cm에 비하여 1.59cm(51.3%) 정도 넓은 특성을 보인 것으로 분석되었다.

교배조합별 무궁화 엽의 형태적 특성을 고찰하기 위하여

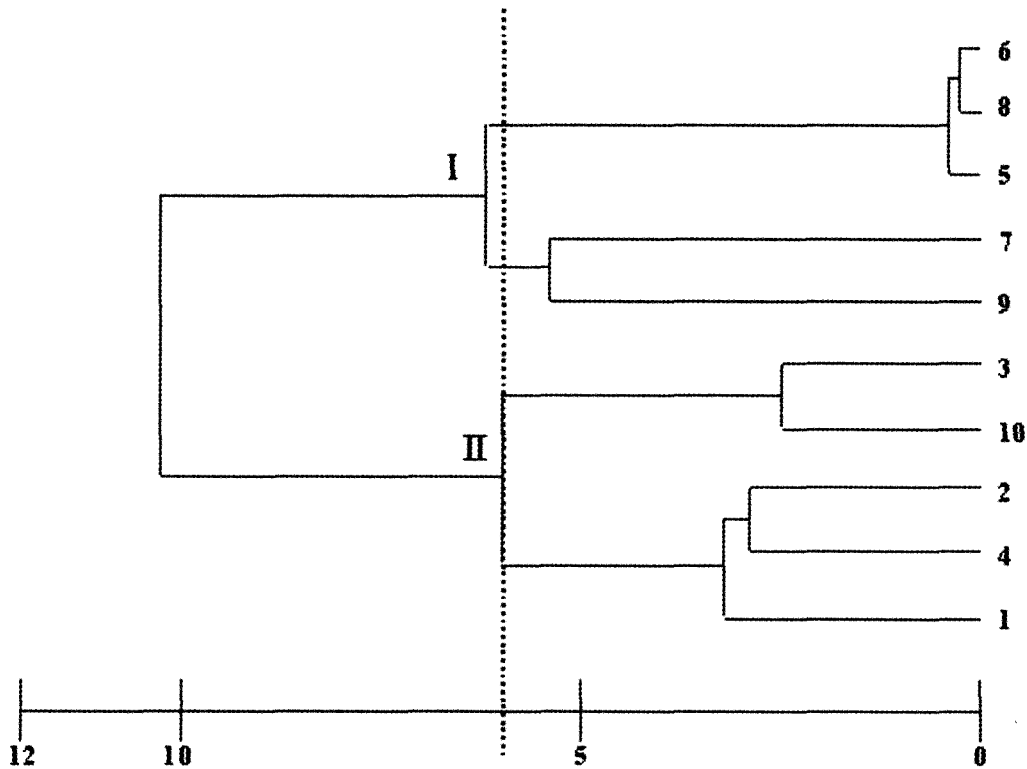


Fig. 3. Cluster dendrogram of 10 seedlings in BP combination based on 7 leaf morphological characteristics.

측정된 엽장과 엽폭의 비로 엽형지수(Leaf index)를 산출한 결과, 평균 엽형지수는 1.73으로 나타났으며 전체 15개체들 중 8개체가 1.17~1.72의 범위로 평균 엽형지수보다도 작은 경향을 보인 반면에 6번 개체를 비롯한 7개 개체들은 1.74~2.32의 범위로 평균 엽형지수보다도 큰 경향을 보였다. 따라서 본 교배조합은 엽장의 길이에 비하여 상대적으로 엽폭이 큰 광타원형의 엽 특성과 엽장의 길이에 비하여 상대적으로 엽폭이 작은 장타원형의 엽 특성들이 혼재되어 있는 경향을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 추정된 엽형지수와 측정된 엽저각도를 종합적으로 고찰하여 엽의 형태적 특성을 분류한 결과, 엽저각도가 90° 미만인 개체는 6번 개체 하나 밖에 출현하지 않았고 나머지 14개 개체들은 모두 90° 이상의 넓은 잎의 형태를 나타내는 특징을 보여 본 교배조합은 넓은 잎과 같은 형태적 특성을 갖고 있는 것으로 판단할 수 있었다. 또한, 엽장이 엽폭보다 상대적으로 큰 특성을 보이는 Ⅲ형은 6번과 14번의 2개체가 출현하였고 I형의 특성을 보인 개체는 1번 개체를 비롯하여 모두 7개체가 출현하는 것으로 분석되었다.

평균 엽병장은 0.87cm로 총 15개체들 중 9개체가 평균보다 짧은 경향을 보였으며 특히, 1번과 13번 개체는 각각 0.40cm와 0.35cm를 나타내어 전체 평균에 비하여

0.47cm(54.0%)와 0.52cm(59.8%) 정도 짧은 특성을 나타내었다. 반면에, 2번과 4번 개체는 1.58cm와 1.40cm를 나타내어 전체 15개체들 중 가장 긴 엽병장 특성을 보였으며 평균 엽병장에 비하여 0.53~0.71cm(60.9~81.6%) 정도 더 긴 엽병장 특성을 나타내었다.

평균 어깨폭과 결각깊이는 각각 1.50cm와 0.76cm로 나타났고, 2번 개체가 넓은 어깨폭과 얇은 결각의 특성을 갖는 엽형을 나타낸 반면에 9번과 10번 개체는 각각 깊은 결각과 좁은 어깨폭의 특성을 갖는 엽형을 나타내고 있었다. 평균 엽저각도는 107.87°로 10개 교배조합들 중 가장 넓은 엽저각도를 나타내고 있었으며 15개체들 중 10개체가 108~120.8°의 범위로 평균 엽저각도 보다도 큰 경향을 나타내어 전반적으로 넓은형의 엽특성을 나타내는 것으로 분석되었다. 또한 90° 미만의 엽저각도로 좁은형의 엽 특성을 보인 개체는 89°의 엽저각도를 보인 6번 개체인 것으로 나타났다.

2) 주성분 분석

평성×불새 교배조합의 엽 특성에 대하여 주성분 분석을 실시하고 그 고유값과 전체변동에 대한 각 주성분의 기여도를 나타낸 결과는 Table 8과 같다. 주성분 분석을 통하여 얻어진 각 형질에 대한 고유값을 분석한 결과, 제 1주성분의 고

Table 7. Leaf morphological characteristics of 15 seedlings in PB cross combination.

Characters* No.	LL (cm)	LW (cm)	LI	PL (cm)	SW (cm)	ID (cm)	BA	Leaf form
PB-1	4.98ef**	3.08cdef	1.62de	0.40h	1.37cde	1.16b	118.4a	W- I
PB-2	6.79ab	4.21b	1.61de	1.58a	2.74a	0.33f	119.6a	W- I
PB-3	4.43fg	2.95ef	1.53e	0.49gh	1.35de	1.01bc	119.8a	W- I
PB-4	7.36a	4.69a	1.59de	1.40ab	2.06b	0.96bc	120.8a	W- I
PB-5	5.78cd	3.33cde	1.74cde	0.80defg	1.64c	0.63de	114ab	W- II
PB-6	5.46de	2.38h	2.32a	1.24bc	1.14ef	1.08bc	89c	N- III
PB-7	6.30bc	3.48c	1.81cd	1.07cd	2.02b	0.86cd	108b	W- II
PB-8	3.82g	2.30h	1.66de	0.55fgh	1.10ef	0.62de	111ab	W- I
PB-9	5.70cd	3.10cdef	1.84cd	0.85def	1.33de	1.49a	117ab	W- II
PB-10	3.99g	2.29h	1.75cde	0.56fgh	0.88f	0.90bc	94c	W- II
PB-11	4.82ef	3.04def	1.59de	1.18bc	1.55cd	0.31f	107b	W- I
PB-12	4.90ef	2.86fg	1.72cde	0.74efg	1.47cd	0.36f	98c	W- II
PB-13	3.93g	3.38cd	1.17f	0.35h	1.10ef	0.82cd	112ab	W- I
PB-14	5.10def	2.51gh	2.12ab	0.82def	1.34de	0.34f	92c	W- III
PB-15	5.44de	2.88fg	1.94bc	0.97cde	1.48cd	0.52ef	97c	W- II
Mean	5.25	3.10	1.73	0.87	1.50	0.76	107.87	
SE	0.10	0.06	0.03	0.04	0.04	0.03	1.18	

**Different letters indicate Duncan's multiple range tests (Significant at p<0.05).

유값은 3.51로 전체 분산의 50%, 제 2주성분은 고유값 1.99로 전체 분산의 79%, 제 3주성분의 고유값은 1.11로 전체 분산의 94%를 설명하고 있었으며 제 4주성분은 0.20의 고유값으로 전체 분산에 대하여 97%의 높은 설명력을 나타내고 있었다.

Table 9은 각 주성분에 대한 각 형질의 고유값을 분석한 결과로, 가상적인 개개의 주성분이 7가지 엽의 형태적 특성들 중 어떤 특성을 포함하고 있는가를 추정할 수 있도록 개개의 주성분과 엽의 형태적 특성들 사이의 상관계수를 나타낸 것이다. 주성분 분석에 의해 고유값이 1.0이상이거나 기여율이 90% 이상인 것으로 나타난 제 1주성분부터 제 3주성분까지의 상관관계를 살펴보면, 먼저 제 1주성분의 경우 조사된 7개 엽 특성들 중 엽형지수와 결각깊이 등의 특성이 음(-)의 값을 나타내었고, 다른 형질들은 모두 양(+)의 값을 나타내었으며 그 범위는 -0.0969~0.5066이었다.

특히, 어깨폭과 엽폭 및 엽장과 엽저각도 등의 순으로 높은 상관관계를 나타내고 있었는데, 이것은 결국 평성 × 불새 교배조합의 엽 특성을 해석하는데 있어서 위와 같은 특성들이 다른 형질들보다도 기여도가 높다는 것을 의미하는 것이다. 제 2주성분은 제 1주성분에서 음(-)의 값을 나타내었던 엽형지수 특성이 상관계수 0.6226으로 가장 높은 상관관

계를 나타내었으며 다음으로 엽병장 특성이 상관계수 0.4061로 높은 상관을 나타내었다. 한편, 제 3주성분의 경우 어깨폭이 음(-)의 값을 나타내었으며 결각 깊이와 엽형 지수 및 엽장 등의 특성이 상관계수 0.2696~0.8676으로 높은 상관을 나타낸 반면에 다른 특성들은 -0.1624~0.1037의 비교적 낮은 상관계수를 나타내었다. 이상의 결과들을 종합하여 볼 때, 평성×불새 교배조합의 엽특성은 어깨폭과 엽폭 및 엽장과 엽저각도 등의 기여도가 높음을 알 수 있었으며 제 4주성분 이하는 고유값이 1.0보다 작고 기여율 또한 10% 미만으로 자료 분석에 있어서 큰 의미가 없는 것으로 판단하여 분석에서 제외시켰다.

평성×불새 교배조합내의 15개 개체별로 얻어진 주성분 값을 나타낸 결과는 Table 10과 같으며, 제 1주성분과 제 2주성분 및 제 1주성분과 제 3주성분간의 관계를 2차원 공간에 배열시킨 결과는 Figure. 4, 5와 같다.

각 개체별로 얻어진 제 1주성분과 제 2주성분 값 및 제 3주성분 값을 각각 2차원 공간에 배열시켜본 결과, 10개 개체들은 크게 2분류군으로 구분되어졌는데, 제 1주성분 1.5를 기준으로 하였을 때 우측에는 2, 4, 7번 개체들이 분포하고 있었으며 좌측에는 1번 개체를 비롯한 12개 개체들이 분포하고 있었다. 특히, 2번과 4번 개체는 제 1주성분 값이 각각

Table 8. Eigenvalue and its contribution obtained from principal component analysis of leaf morphological characteristics for PB combination

Principal component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative (%)
1	3.5098	1.5198	0.5014	50.14
2	1.9900	0.8826	0.2843	78.57
3	1.1075	0.9130	0.1582	94.39
4	0.1945	0.0552	0.0278	97.17
5	0.1393	0.0851	0.0199	99.16
6	0.0543	0.0496	0.0078	99.94
7	0.0046	-	0.0006	100.00

Table 9. Eigenvector associating to eigenvalue obtained from principal component

Leaf characters	Prin 1	Prin 2	Prin 3
LL	0.4779	0.2107	0.2696
LW	0.4965	-0.1965	0.0024
LI	-0.0969	0.6226	0.3700
PL	0.4046	0.4061	0.0253
SW	0.5066	0.0776	-0.1624
ID	-0.0616	-0.2635	0.8676
BA	0.3027	-0.5376	0.1037

4.0862와 3.7029로 다른 개체들과는 확연히 구분되는 특징을 나타내고 있었다.

3) 유집분석

평성×불새 교배조합내의 15개체들에 대하여 조사된 7가지 엽특성을 기초로 하여 Single linkage method 방법에 의하여 유집분석을 실시한 결과는 Figure. 6과 같다. 유집분석 결과 거리수준 4.2를 기준으로 크게 2개의 Group으로 구분되었으며, Group I은 6, 10, 14번 개체를 포함하는 소

Group과 12번과 15번 개체를 포함하는 소 Group 등 2개의 소 Group을 포함하고 있었다. 한편, Group II는 4개의 소 Group으로 구분할 수 있었으며 각 소 Group은 각각 7번과 11번, 2번과 4번 및 5, 8, 13번 개체와 1, 3, 9번 개체 등을 포함하고 있는 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 적단심계 홑꽃인 불새와 평성 품종간의 정역교

Table 10. Eigenvector associating to eigenvalue obtained from principal component for 7 leaf morphologica l characteristics by 15 seedlings in PB cross combination.

No.	Principal component		
	Prin 1	Prin 2	Prin 3
PB-1	-0.5349	1.6613	0.8669
PB-2	4.0862	0.4339	-1.0915
PB-3	-0.7116	-1.8073	0.2555
PB-4	3.7029	-0.4746	0.8122
PB-5	0.6765	-0.1988	-0.1648
PB-6	-1.2060	2.6482	1.6307
PB-7	1.5038	0.5055	0.4642
PB-8	-1.8982	-0.6956	-0.6737
PB-9	0.0844	-0.6967	2.2028
PB-10	-2.5994	0.1427	0.1014
PB-11	0.2550	0.3174	-1.4191
PB-12	-0.7091	0.5950	-1.1814
PB-13	-1.0968	-2.5539	-0.8372
PB-14	-1.2345	2.0476	-0.6279
PB-15	-0.3183	1.3977	-0.3383

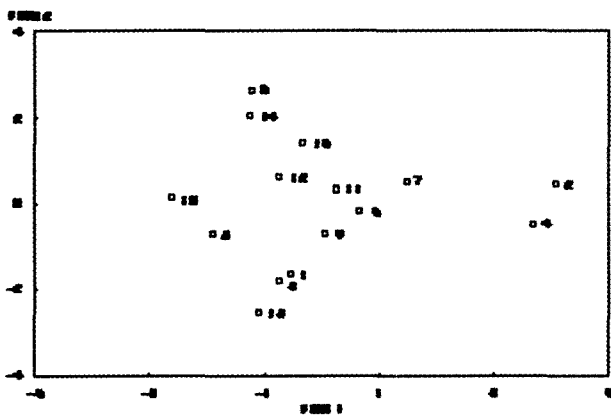


Fig. 4. Scatter diagram of 15 seedlings in PB combination based on principal component 1 and 2.

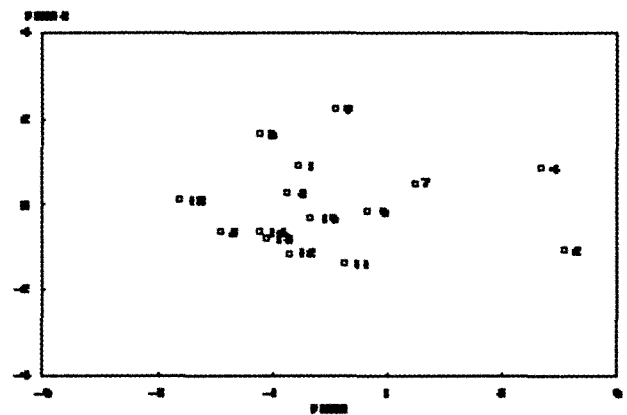


Fig. 5. Scatter diagram of 15 seedlings in PB combination based on principal component 1 and 3.

잡을 통하여 육성된 교배묘를 대상으로 잎의 형태적 특성과 유전적 변이를 고찰하여 좀 더 아름답고 다양한 무궁화 품종의 육성과 개발에 필요한 기초 자료를 제공하고 신품종 무궁화의 육성 가능성을 제시하고자 하였다. 불새 × 평성 교배 조합의 평균엽장과 엽폭은 각각 6.09cm와 3.36cm였으며 평균 엽병장은 1.08cm, 평균 어깨폭과 결각 깊이는 각각 1.50cm와 0.84cm로 나타났고, 평균 엽저각도는 98.56°였다. 조사된 7가지 엽 특성을 기초로 유집분석을 실시한 결과, 거리수준 5.4를 기준으로 크게 2개의 Group으로 구분되었다. 평성×불새 교배조합의 조사된 7가지 엽 특성을 기초로 유집분석을 실시한 결과, 거리수준 4.2를 기준으로 크게 2개의 Group으로 구분되었으며, Group I은 2개의 소 Group을 포함하고, Group II는 4개의 소 Group을 포함하고 있는 것으로 나타났다.

인용문헌

Editorial Committee, Pictorial Record of *Hibiscus Syriacus* L. 1993. Pictorial Record of *Hibiscus Syriacus* L.. I~V. Yong Jin Publishing. Co. Seoul (in Korean).
 Harris, J. G. and M. W. Harris. 1994. Plant identification terminology. Spring Lake. pp. 188.
 Kang, S. C. 1986. Research on Characteristic Comparisons of *Hibiscus Syriacus* L. and Correlation Coefficients of Characters. Univ. Kyung Hee. Suwon. pp. 44 (in Korean).
 Korea Forest Service. 1991. Forestry Policy. 164-169 (in Korean).
 Research group of actual conditions. 1993. From Mara Island to Panmunjum. Daehan. Seoul. pp. 185 (in Korean).
 Shim, K. K., K. H. Kim and Y. M. Ha. 1993. Characteristics of Triploid

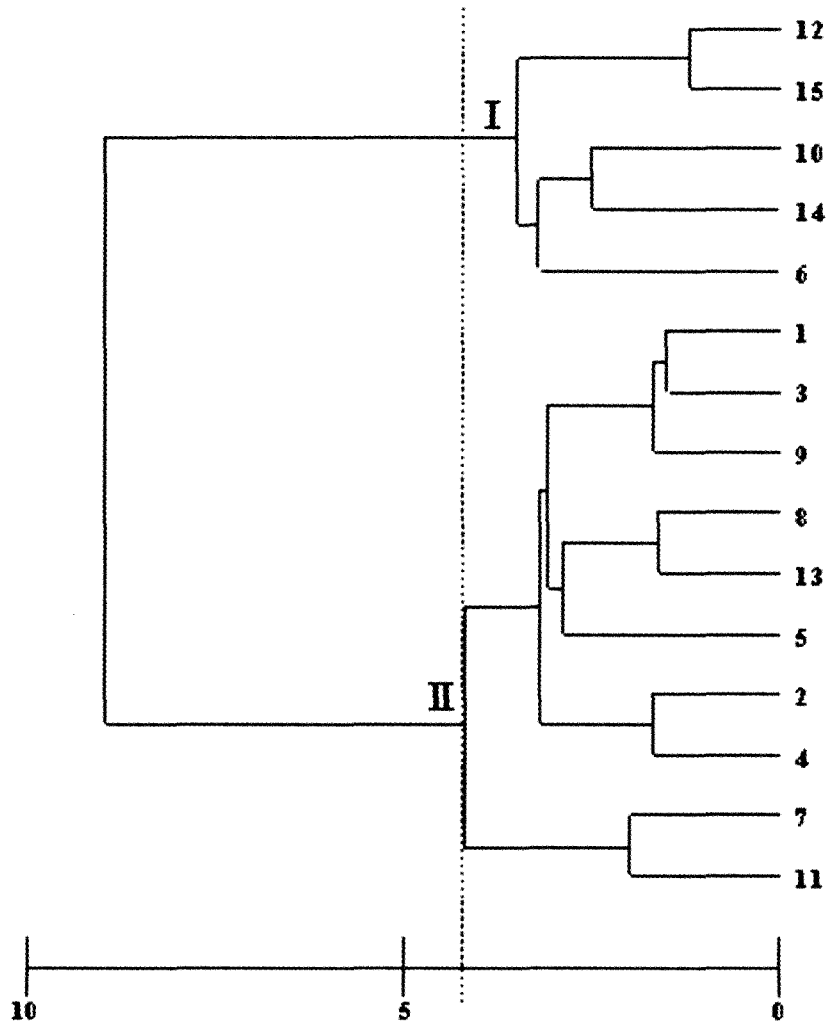


Fig. 6. Cluster dendrogram of 15 seedlings in PB combination based on 7 leafmorphological characteristics.

- cultivars 'Diana' and 'Helene' in *Hibiscus syriacus* L. Sor. Kor. J. Hort. Sci. 34(1): 54-67 (in Korean).
- Shim, K. K. 1994. *Hibiscus Syriacus* L. research and direction of 21st century. The 5th Country Flower *Hibiscus Syriacus* L. Symposium Announcement Paper. p. 5-40 (in Korean).
- Shim, K. K., Y. M. Ha and J. H. Ha. 1999. New Dwarf Cultivar, 'Andong', of *Hibiscus Syriacus* L. Sor. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 17(2): 698 (in Korean).
- Shim, K. K. and Y. M. Ha. 2002. New Cultivar, *Hibiscus Syriacus* 'Cheoyong' and 'Chungam', Which Have Aphid Resistance and Pink Flower with Red Eye Spot. Sor. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20(2): 126 (in Korean).
- Yim, K B., 1988. Encyclopedia of Trees(3). Ilgisa. 147-163 (in Korean).
- Yu, T. Y. and D. Y. Yeom. 1987. Country Flower *Hibiscus Syriacus* L. Hakwonsa. pp. 424 (in Korean).
- (접수일 2005. 9. 30 ; 수락일 2006. 2. 2)