

논 雜草 가막사리(*Bidens tripartita* L.) 生態種의 分化에 關한 研究

金明顯 · 盧泳德*

Studies on Differentiation of a Paddy Weed,
Bur Beggarticks(*Bidens tripartita* L.)

Kim, Myung-Hyun, Yeong Deok Rho*

ABSTRACT

Variation of morphological and physiological traits of 50 *Bidens tripartita* accessions were studied and the accessions were grouped through cluster analysis based on four major characters; plant type, leaf partition, achene length, days to flowering. *Bidens tripartita* accessions have shown significant variations in plant type, stem length, days to flowering, leaf shape, leaf partition, chlorophyll content, leaf color, stem color, achene color, achene length and achene shape. Most of *Bidens tripartita* accessions appeared to have strong dormancy and also photodormancy with some exceptions. Plants could be classified into 5 types from straight(I) to triangle(V), and intermediate diamond type(III) was prevalent. The plant type score has negative correlation with the stem length. None, three, and five part leaved plants were observed and most of them were three or five parted. Leaf partition had negative correlation with achene length and chlorophyll content. Average days to flowering was 108 days in the range of 94~141 days. It had positive correlation with achene length and leaf shape and negative correlation with achene color. Average achene length was 10.0mm and it had positive correlation with achene shape, stem length, days to flowering and leaf shape. It also had negative correlation with leaf color, stem color, achene color, leaf partition. *Bidens tripartita* accessions could be divided into identifiable six groups from the cluster analysis at the distance 0.06 using Ward's minimum-variance method.

Key words : *Bidens tripartita*, morphology, dormancy, photodormancy, plant type, leaf partition, acheneshape, correlation, cluster analysis

緒 言

과거의 손제초 대신 제초제에만 의존하는
잡초방제 방식으로 인해⁸⁾ 쉽게 제초되던 直立

形 雜草가 오히려 증가하게 되었으며, 또한 直
播栽培의 확대로 이앙 전에 쉽게 제거되던 초
종이 벼 立苗와 더불어 함께 자라게 되었다²⁾.
또한, 가막사리는 최근 널리 사용되고 있는
sulfonyleurea계 除草劑에 대해 상당한 抵抗性을

* 경희대학교 산업대학 농학과 Kyunghee University, Yongin, Korea

〈1997. 8. 19 접수〉

갖고 있어⁵⁾ 가막사리의 제초를 더욱 어렵게 하는 요인이 되고 있다. 가막사리의 경우 해독능력 이외의 다른 과정이 관여할 것으로 생각되며 가막사리와 미국 가막사리에 대한 bensulfuron-methyl의 吸收·移行 실험 결과 식물체 표면의 흡수차이에 의해 내성이 다르게 나타날 수 있다는 가능성이 제시되었다⁹⁾.

*Bidens*屬 식물은 세계적으로 약 280종이 보고되어 있는데⁶⁾, 우리 나라의 경우 7종이 보고되어 있으며⁴⁾ 잡초로서 문제가 되고 있는 *Bidens*屬 식물은 전 세계적으로 23종이 있다¹⁾. 최근 가막사리가 중부지방과 직파재배 논에서 발생이 증가하여 곳에 따라 심각한 잡초문제를 일으키고 있는데, 이들은 최근 확대 사용되었던 Sulfonylurea계 제초제에 대하여 상당한 저항성을 갖고 있는 것으로 보고되어 있다⁵⁾.

가막사리는 습지에 많은 1년초로, 초장은 20~100cm, 식물체 전체에 털이 없고 잎은 대생하며 줄기 밑부분은 피침형을, 중앙은 긴 타원형의 피침형을 나타내며 셋 내지 다섯 裂葉片으로 나뉜다. 꽃은 兩性花로, 頭花의 지름은 25~35mm이며 8~10월 사이에 개화하는데, 舌狀花가 없고 끝이 넷으로 갈라진 筒狀花를 갖고 있다. 瘦果는 길이 7~11mm, 幅 2~2.5mm로 가장자리 稜線 위에 逆刺가 있는데, 완전한 경우 2개, 불완전한 경우 1~2개로 약 3~4mm의 逆刺가 있다³⁾. 가막사리 瘦果는 휴면성이 있으며 휴면 타파된 瘦果라도 암조건에서는 전혀 발아하지 않았다고 한다⁷⁾. 본 대학에서 한국과 일본 여러 지역에서 분포하는 다양한 가막사리 지역종을 수집하여 연구한 바, 특히 草形, 裂葉片數 등의 形態的 特性에서 다른 樣相을 나타냈고 開花所要日數나 發芽特性과 같은

生理的 特性에서도 多樣性을 보였기에, 본 논문에서는 가막사리 수집종의 다양한 형태적·생리적 특성을 조사·정리하였다.

材料 및 方法

본 실험은 경희대학교에서 수집한 국내 20개, 일본 동북지방 30개 가막사리 수집종을 재료로 하여 1995년에 수행했다. 발아시켜 자엽이 전개된 모를 6월 13일에 1/5000a pot로 이식하여 재배했다. Pot에 이식한 다섯개의 모중, 제 1본엽이 나올 때 생육이 균일한 1개체를 두고 나머지는 속아냈고, 담수상태로 관수했다. 각 식물체를 대상으로 草形, 莖長, 開花所要日數, 葉長幅比, 裂葉片數, 葉綠素含量, 葉色, 莖色, 瘦果色, 瘦果길이, 瘦果長幅比, 休眠性, 光發芽性과 같은 特性을 調査하였는데, 초형은 직립형(I)부터 삼각형(V)까지 다섯 가지로 분류했고(Table 1), 경장은 수과 채종시를 기준으로 줄기 하단부터 꽃이 피는 마디까지를 측정했으며, 개화소요일수는 파종부터 전체 두화의 10% 정도가 개화한 때까지를 기준으로 보았다.

엽장폭비는 8월 22일에 상위 3~4엽을 대상으로 길이와 폭을 측정하여 길이를 폭으로 나눈 비율로 수치화 했고, 엽면편수는 단일 엽을 1, 세 부분으로 쪼개진 것을 3, 다섯 부분으로 쪼개진 것을 5로 보았다. 엽록소함량은 8월 22일에 완전 전개한 상위 3~4엽의 잎맥을 피한 중간부분을 엽록소 측정기(Minolta Chlorophyll Meter SPAD-502)로 측정했다. 엽색과 경색은 8월 21일에 조사하였는데, 紫色의 濃淡에 따라 흐린 것을 0으로 보고 각각 4단계와 6단계로

Table 1. Characteristics of 5 plant types adopted for identification of 50 *Bidens tripartita* accessions.

Type	Shape	Angle of primary branches	Development of the vigorous primary branches	Development of the secondary branch
TYPE I	straight	60 70°	undeveloped	few
TYPE II	upper diamond	20 30°	8-10 branches at low node	many developed strong
TYPE III	diamond	60°	4-6 branches at middle-low node	few
TYPE IV	lower diamond	70°	4-6 branches at low node	midium
TYPE V	triangle	80°	2-3 branches at low node	many

나누었다. 수과의 특성은 수과색과 수과길이, 수과장폭비 등을 보았는데, 수과색은 黃褐色을 1로 보고 津褐色인 5까지 6단계로 달관 조사했으며 수과길이는 수과의 밑부터 逆刺의 끝까지를 측정했다. 수과장폭비는 수과길이를 수과폭으로 나눈 비율로 하였다.

발아와 관련된 특성으로 휴면성과 광발아성을 조사하였는데, 휴면성에 관한 실험은 1995년에 수확하여 10℃ 저장고에 보관해 오던 乾燥瘦果를 재료로 30/20℃(day/night, 각기 12시간), 상대습도 90%, 광도 300 μmol · m⁻² · s⁻¹의 성장상에서 1996년 9월에 실시했다. 광요구도 검정은 1994년에 채종하여 4℃에서 6개월 이상 저온습윤처리로 완전 휴면 타파된 수과를 재료로 30/20℃(각기 12시간), 상대습도 90%인 성장상에서 광과 암조건에서의 발아율을 1주 동안 조사한 결과를 기준으로 하였다.

統計分析은 먼저 50개 수집종을 대상으로 발아특성을 제외한 11개의 형질에 대해 조사한 data의 변이를 파악하고, 평균, 표준편차, 최소값, 최대값, 변이계수를 계산했다. 다음, 자료를 평균 1, 표준편차 0으로 표준화했고 각 형질간의 상관계수(Pearson's correlation coefficients)를 구했다. 또한, 주요 형질인 草形, 裂葉片數, 瘦果길이, 開花所要日數를 대상으로 50개 수집종에 대하여 SAS/STAT[®] software의 cluster procedure로 群集分析을 수행했다. 군집분석법 중, Ward의 最小分散法(Ward's minimum-variance method)

를 사용했는데, 병합되는 두 군집 K, L간의 거리(D_{KL})는 다음과 같이 정의된다¹³⁾.

$$D_{KL} = \|\bar{X}_K - \bar{X}_L\|^2 / (1/N_K + 1/N_L)$$

(\bar{X}_K, \bar{X}_L : K, L의 중심(centroid) 벡터,
 N_K, N_L : K, L의 크기)

즉, 두 군집 K, L을 묶을 때 생기는 ESS(error sum of square)의 증가분을 뜻하며 이 값이 최소가 되도록 군집을 병합해 나가는 방법이다¹³⁾. 군집분석 후 그 결과를 주요 군집별로 정리하여 군집별 특성을 고찰했다.

結果 및 考察

1. 가막사리 蒐集種들의 形質變異

가막사리 50개 수집종에 대한 특성조사 결과 많은 형질에서 다양한 변이를 나타내었는데 주요 특성들에 대한 변이의 정도는 Table 2와 같다. 變異係數는 莖色 86.4%, 葉色 47.3%, 草形 36.2%, 裂葉片數 37.7%, 葉長幅比 34.5%, 瘦果色 22.9%, 瘦果길이 17.2%, 瘦果長幅比 17.1%, 莖長 12.7%, 開花所要日數 9.0%, 葉綠素含量 7.2%였다.

이들 조사형질들의 상호상관관계를 분석하여 본 결과(Table 3), 경색과 엽색은 1% 수준에서 正의 상관관계를 보여 잎과 줄기의 紫色 정도는 비슷하게 짙어지는 것으로 나타났다. 특히, 수과길이는 엽색, 경색, 수과색과 5% 수

Table 2. Variation of important characteristics among 50 *Bidens tripartita* accession.

Character	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum	C. V.*
Plant type	3.1	1.1	1.0	5.0	36.2
Stem length(cm)	65.9	8.4	48.0	84.0	12.7
Days to flowering(days)	108.8	9.9	94.0	141.0	9.0
Leaf shape(length/width)	1.9	0.6	1.2	4.1	34.5
Leaf partition	3.6	1.3	1.0	5.0	37.7
Chlorophyll content	47.4	3.4	38.3	52.7	7.2
Leaf color	1.6	0.7	0.0	3.0	47.3
Stem color	1.9	1.6	0.0	5.0	86.4
Achene color	3.3	0.7	1.0	4.0	22.9
Achene length(mm)	10.0	1.7	6.5	14.0	17.2
Achene shape(length/width)	48.9	8.3	32.5	70.0	17.1

* C.V.=standard deviation/mean × 100(%)

준에서 負의 상관관계를 보였고 엽장폭비와는 正의 상관관계를 나타냈다. 고로, 瘦果가 클수록 잎과 줄기, 瘦果色이 옅으며 잎이 긴 長方形으로 되어짐을 알 수 있었다. 또한, 수과길이는 수과장폭비, 경장, 개화소요일수와 고도의 正의 상관관계를 나타내어 수과길이가 큰 수집종의 경우 경장이 크고 개화에 이르는 기간이 많이 소요되는 것으로 보인다. 그러나 열엽편수와는 5% 수준의 負의 상관관계를 보여 수과길이가 클수록 잎의 쪼개짐은 적음을 알 수 있었다.

한편, 경장은 엽색과 경색, 초형과 5% 수준에서 負의 상관관계를 나타냈는데 경장이 클수록 직립형에 가까운 초형으로 되어지며 잎과 줄기의 紫色도 옅어지는 것으로 생각된다. 개화소요일수는 엽장폭비와 5% 수준에서 正의 상관관계를, 수과길이는 1% 수준에서 正의 상관관계를 나타냈고 수과색과는 1% 수준에서 負의 상관관계를 나타냈다. 이는 개화에 이르는 기간이 길수록 잎이 길어지고 수과길이 역시 길어지며 수과색은 옅어짐을 의미한다. 열엽편수의 경우, 엽장폭비와 1% 수준에서 負의 상관관계를, 수과길이는 엽록소함량과는 5% 수준에서 負의 상관관계를 보여 裂葉片數가 많을수록 잎의 길이가 짧고 瘦果길이가 짧으며 葉綠素含量이 적은 것으로 나타났다.

또한, 수집종의 절대다수가 휴면성이 있는 것으로 나타났는데, 10℃에서 건조 저장했던 휴면타과처리를 하지 않은 종자들은 발아율이 50% 미만인 경우가 52개 수집종 중 46개 수집종으로 전체의 약 88.5%를 차지했다. 대부분 광발아성임이 밝혀졌는데, 휴면을 층적처리로 타파한 경우에도 암소에서의 발아율은 20% 미만인 것이 55개 수집종 중 46개 수집종으로 83.6%에 해당되었다(Fig. 1). 따라서 가막사리의 발아에는 수집종에 따라 약간의 변이가 있기는 하나 대부분에 있어 상당한 휴면성이 존재하며 광발아성 수과임이 밝혀졌다.

2. 群集分析에 의한 分類

草形, 裂葉片數, 瘦果길이, 開花所要日數의 네 가지 主要 特性을 이용하여 Ward의 最小分散法으로 50개 수집종의 군집분석을 한 결과,

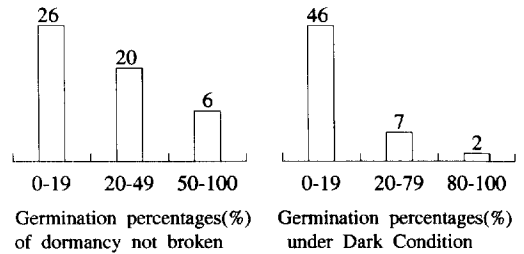


Fig. 1. Frequency distribution for germination percentage in *B. tripartita* accessions.

Table 3. Correlation of 11 characteristics in 50 *Bidens tripartita* accessions.

Characteristic	Stem color	Plant type	Leaf shape	Achene color	Achene length	Achene shape	Stem length	Days to flowering	Chlorophyll content	Leaf partition
Leaf color	0.77**	0.05	0.27	0.13	0.32*	0.30*	0.33*	0.08	0.17	0.15
Stem color		0.18	0.06	0.09	0.36*	0.35*	0.35*	0.19	0.01	0.17
Plant type			0.19	0.10	0.15	0.03	0.28*	0.19	0.18	0.17
Leaf shape***				0.03	0.31*	0.10	0.11	0.32*	0.09	0.62**
Achene color					0.34*	0.21	0.05	0.56**	0.03	0.06
Achene length						0.75**	0.44**	0.44**	0.07	0.29*
Achene shape****							0.42**	0.13	0.01	0.16
Stem length								0.01	0.22	0.11
Days to flowering									0.14	0.22
Chlorophyll content										0.30*

† Pearson's Correlation Coefficients

*, ** significant at the $\alpha=0.05$ and 0.01 levels, respectively

*** Leaf shape=leaf length/leaf width

**** Achene shape=achene length/achene width

거리 0.31에서 1군과 2군의 2개군으로 나눌 수 있었는데, 개화소요일수와 수과길이에서 큰 차이가 있었다. 2군은 분지가 거의 발달하지 않은 직립형 초형이며 수과길이가 길고 개화소요일수가 오래 소요되는 특징을 나타낸다. 거리 0.22에서는 3개의 군으로 나뉘는데, 1군이 초형에 따라 다시 A군과 B군으로 나뉘었다. 또한, 거리 0.09에서는 4개의 군으로 나눌 수 있었으며 B군이 b군과 c군으로 나뉘었다. 0.06에서는 a군이 I군과 II군으로, c군이 IV군과 V군으로 나뉘어 I군부터 VI군까지 총 6개의 군이 되었으며 이는 크게 열엽편수에 따라 분류되었다(Table 4).

군집분석 결과, 거리에 따라 다양한 군으로 분류할 수 있었으나 식물학적 및 실용상 합리적 기준으로 판단되는 거리 0.06을 기준으로 분류된 6개 군의 특성은 다음과 같이 나타났다(Table 5).

I군에는 13개 수집종이 해당되었는데, 초형은 분지가 많은 하위 마름모형(IV)과 삼각형(V)으로 구성되어 있다. 평균 경장은 66.6cm로 전체 평균인 65.9와 유사했고, 개화소요일수는 평균 약 108일이 소요되어 역시 수집종 전체의 평균과 유사했다. 열엽편수 평균은 5로, I군에 속한 모든 수집종들이 다섯으로 나뉜 엽형을 보였으며 수과길이 평균은 9.5mm로 역시 평균인 10.0과 비슷했다. 따라서 I군이 본 대학에서 수집된 가막사리 수집종의 평균적 특성을 가진 열엽편수 5로 빈도수가 가장 높았던 집단이다.

II군은 7개 수집종으로 분지가 가장 많은 삼각형(V) 초형으로 단일하게 구성되어 있다. 평균 경장은 57.3cm로 전체 수집종 평균보다 낮게 나타났고 개화소요일수는 평균 111일이었다. 열엽편수는 평균 3으로 셋으로 쪼개진

Table 4. Groups in 50 *Bidens tripartita* accessions clustered by Ward's minimum-variance method.

	Group				Accession number
	distance=0.31	distance=0.22	distance=0.09	distance=0.06	
1	A	a	I	1, 26, 27, 40, 48, 49, 54, 55 2, 12, 13 4, 6	
			II	19, 21, 25, 31, 52, 53, 50	
	B	b	III	33, 35, 37, 51 3, 30, 36, 38	
			IV	32, 42, 45, 46, 8, 43 7, 11, 17, 28	
			V	22, 24, 44, 10, 29, 39, 41, 47	
			VI	14, 15, 16 23	
2	C	d			

Table 5. Biological characteristics of *Bidens tripartita* when differentiated into 6 groups by Ward's minimum-variance method at the distance of 0.06.

Group number*	Plant type	Stem length (cm)	Days to flowering (days)	Leaf shape**	Leaf partition	Chlorophyll content	Leaf color	Stem color	Achene color	Achene length (mm)	Achene shape***
I	4.3	66.6	108.6	1.6	5.0	45.6	1.7	2.4	3.3	9.5	48.9
II	5.0	57.3	111.0	1.9	3.0	47.4	1.8	2.4	3.7	9.1	45.7
III	2.6	72.7	101.8	2.3	2.0	48.6	1.3	0.7	3.3	11.3	58.7
IV	2.9	65.5	105.4	2.1	3.0	48.9	1.9	2.2	3.7	8.6	40.5
V	2.6	64.1	104.6	1.8	5.0	46.2	1.5	1.5	3.2	10.0	48.7
VI	3.5	70.5	137.2	2.9	2.0	49.0	1.2	1.7	2.0	13.7	56.3

** Leaf shape=leaf length/leaf width

*** Achene shape=achene length/achene width

열형이었고, 수과길이 평균은 9.1mm로 나타났다. Ⅲ군은 초형 평균 2.6으로 직립형(I), 상위 마름모형(Ⅱ), 마름모형(Ⅲ), 하위 마름모형(Ⅳ)이 모두 포함된 8개 수집종이 있다. 평균 경장 72.7cm, 개화소요일수 평균은 약 101일이었고, 열엽편수 1과 3으로 구성되며 수과길이는 평균 11.3mm이었다. Ⅲ군은 여러 가지 특성에 있어 상당한 변이가 있으나 생육기간이 짧은 특징이 있다.

Ⅳ군은 초형 평균 2.9로 상위 마름모형(Ⅱ), 마름모형(Ⅲ), 하위 마름모형(Ⅳ)으로 구성된 10개 수집종이 있다. 평균 경장 65.5cm, 개화소요일수 평균 약 105일, 열엽편수 3, 수과길이 평균 8.6mm로 나타났다. Ⅴ군에는 8개 수집종이 해당되는데, 상위 마름모형(Ⅱ)과 마름모형(Ⅲ)의 초형으로 구성되어 있다. 평균 경장 64.1cm, 개화소요일수 평균 약 104일, 열엽편수 5, 수과길이 평균 10.0mm로 나타났다. Ⅵ군의 초형은 마름모형(Ⅲ)과 삼각형(Ⅴ)으로 구성되어 있고 평균 경장 70.5cm, 개화소요일수 평균 약 137일이었다. 열엽편수의 평균은 2로 단일엽 또는 셋으로 쪼개진 잎으로 되어 있다. 수과길이 평균은 13.7mm이었다. Ⅵ군은 거리 0.31에서부터 독립된 군으로 존재하며 4개 수집종 중, 제주도 수집종이 3종 포함되어 있는데 모두 마름모형(Ⅲ)의 초형이다. 개화소요일수가 길며 수과길이 긴 특징을 보인다.

이상에서 볼 때, 초형과 수과길이, 열엽편수에서 군간에 뚜렷한 차이가 나타났으며 특히 초형과 열엽편수가 가막사리의 분류에 있어서 크게 작용하고 있는 것으로 나타났다. 각 형질별 특성을 보면, 초형의 평균은 Ⅲ군과 Ⅴ군이 2.6, Ⅳ군 2.9, Ⅵ군 3.5, Ⅰ군 4.3, Ⅱ군 5.0이었다. 수과길이의 경우 Ⅵ군이 평균 13.7mm로 가장 길었고, Ⅲ군 평균 11.3mm, Ⅴ군 평균 10.0mm, Ⅰ군 평균 9.5mm, Ⅱ군 평균 9.1mm, Ⅳ군 평균 8.6mm의 순으로 나타났다. 개화소요일수는 Ⅵ군이 평균 약 137일로 가장 길었는데, 이 중 제주도 수집종만을 고려한다면 140일 정도에 해당된다. 다음 Ⅱ군이 평균 약 111일, Ⅰ군이 평균 약 108일의 순이었고, Ⅳ

군과 Ⅴ군, Ⅲ군은 평균 101일에서 105일 사이에 있었다. 경장은 Ⅲ군이 평균 72.7cm로 가장 컸으며 그 다음 Ⅵ군이 평균 70.5cm이었고, Ⅰ군 평균 66.6cm, Ⅳ군 평균 65.5cm, Ⅴ군 평균 64.1cm, Ⅱ군이 가장 작은 57.3cm였다.

이와 같이 가막사리는 다양한 변이를 가진 변이종들이 분포하고 있는 것으로 나타났는데, 이는 이 종이 한반도에 오래전부터 정착하여 진화해 왔기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 다양한 생태종의 변이는 잡초방제상 어려움을 야기시킬 수 있을 것이며 특히 제초제에 대한 저항성에 있어서도 변이가 존재한다면 더욱 심각한 문제가 아닐 수 없다. 그러므로 국내 지역에 분포하고 있는 생태종의 수집조사와 함께 실제 방제에 대한 생태적 특성의 탐구와 제초제에 대한 저항성 변이에 관한 연구가 크게 기대된다고 하겠다.

摘 要

가막사리 50개 수집종을 대상으로 여러 가지 形態的, 生理的 특성의 변이를 조사하고, 草形, 裂葉片數, 瘦果길이, 開花所要日數를 基準으로 Ward의 最小分散法으로 群集分析을 한 결과는 다음과 같다. 가막사리 수집종은 초형, 경장, 개화소요일수, 엽장폭비, 열엽편수, 엽록소함량, 엽색, 경색, 수과색, 수과길이, 수과장폭비에서 다양한 변이를 보였으며, 수집종에 따라 약간의 변이가 있으나 대부분 상당한 휴면성과 광발아성이 있었다. 초형은 직립형(I)에서 삼각형(V)까지 다양했는데, 마름모형(Ⅲ)이 가장 많았고, 경장과는 5% 수준에서 負의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 열엽편수는 3개인 것이 가장 많았고 그 다음은 5개의 순으로 나타났는데 裂葉되지 않는 수집종도 있었다.

수과길이 및 엽록소함량과는 5% 수준에서 엽장폭비와는 1% 수준에서 負의 상관관계가 있었다. 개화소요일수는 94-141일 범위였다. 수과길이와는 1% 수준에서, 엽장폭비와는 5% 수준에서 正의 상관관계, 그리고 수과색과는 1%

수준에서 負의 상관관계를 보였다. 수과길이는 6.5-14.0mm의 범위로, 평균 10.0mm, 표준편차 1.7로 9.0-12.0mm 사이가 60%를 차지했다. 수과장폭비, 경장, 개화소요일수와는 1% 수준에서, 엽장폭비와는 5% 수준에서 正의 상관관계를, 그리고 엽색, 경색, 수과색, 열엽편수와는 5% 수준에서 負의 상관관계를 보였다. Ward의 최소분산법을 이용한 군집분석 결과 거리 0.06에서 식물학적으로 특성이 각기 다른 6개 군으로 분류할 수 있었다.

引用文獻

1. Holm, L., J.V. Pancho, J.P. Herberger, and D.L. Plucknett. 1979. A geographical atlas of world weeds. A Wiley-Interscience Publication. pp.45-46.
2. 許祥萬·趙利紀·權三烈. 1995. 벼 直播栽培 樣式에 따른 雜草發生樣相 및 競合特性. 第1報. 雜草의 發生分布와 生長. 韓國 雜草學會誌 15(4) : 278-288.
3. 李昌福. 1985. 大韓植物圖鑑. 鄉文社. p.765.
4. 李昌福·金潤植·金鼎錫·李偵錫. 1990. 植物分類學. 鄉文社. pp.324-325.
5. 李炅煥. 1996. Sulfonylurea계 除草劑에 대한 *Bidens*屬 雜草의 反應 研究. 慶熙大 農學科 碩士學位論文. pp.27-29.
6. Mitich, L.W. 1994. Intriguing world of weeds : Beggarticks. Weed Tech. 8 : 172-175.
7. 오명근·김길웅·신동현·홍봉희. 1995. 가막사리와 미국가막사리 種子의 休眠性에 關한 研究. 韓國雜草學會誌 15號 別紙 1 : 22-23.
8. 朴光鎬·吳潤鎮·具然忠·金熙東·史鍾九·朴栽成·金顯浩·權錫周·申海龍·金世鍾·李秉正·高茂樹. 1995. 韓國의 雜草分布 現況. 韓國雜草學會誌 15(4) : 254-261.
9. 盧泳德·李炅煥. 1994. 雜草 가막살이의 bensulfuron-methyl에 대한 反應差異에 關한 生理的 研究. 慶熙大 食糧資源開發研究所 研究論文集 第 15集 pp.16-21.
10. SAS Institute. 1994. SAS/STAT[®] User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 1. SAS Institute Inc. pp.519-614.