

## 在來種마늘의 量的形質에 대한 遺傳變異와 相關

김정선, 최재을  
충남대학교 농학과

### Genetic Variability and Correlation of Quantitative Characters in Local Garlic Cultivars

Jung Sun Kim and Jae Eul Choi

Department of Agronomy, Chungnam Nat'l University, Taejeon, 305-764 Korea

#### ABSTRACT

This study was conducted to investigate morphological characteristics of Korean local garlic varieties and to define the genetic variability and the correlations among the characters associated with yield. The plant height, the leaf sheath diameter, the number of leaves, and bulb weight were significantly increased in the garlic plants from heavier seed bulbs. The proportion of six clove bulbs was more than 60% in Seosan variety and this was not related with the number of cloves in seed bulb. While more than 70% bulbs in Jeoksung and Danyang varieties cultivated in paddy field were composed of 6 or 7 cloves, majority of the bulbs of Euisung and Danyang varieties cultivated in upland were composed of bulbs with 7 cloves or more. The highest genotypic coefficient of variation (GCV) and phenotypic coefficient of variation (PCV) were observed in bulb weight. GCV and PCV also showed high value in leaf sheath diameter. Thus, there is a greater scope for selection of these characters. The small difference between PCV and GCV values in plant height indicates that the environmental influence would be limited in this character. High heritability was observed for plant height (56.76%) and bulb weight (45.95%). And the weight per bulb (34.24%) exhibited highest genetic advance followed by leaf sheath diameter (18.8%) and plant height (9.61%), and those would be the ideal characters for selection.

**Key words:** genetic variability, garlics, genotypic coefficient of variation (GCV), phenotypic coefficient of variation (PCV), heritability, genetic advance

#### 서 언

마늘의 유전육종에 관한 연구는 Mann 등(1958)이 구의 형성비대에 관한 해부학적 관찰과 이에 관련된 요인과 생리 현상에 대하여 보고하였고, Mehta 와 Patel(1985)은 수량구성요소들의 유전적 변이성과 경로계수를 구하여 마늘육종에 있어 선발의 지표가 되는 형질에 관하여 보고되었다. 우리 나라에서는李(1967)가 마늘의 품종선발, 재배 및 생리에 관한 연구는 물론 지방종을 수집하여 생리 생태적 연구를

통하여 생태형을 난지형과 한지형으로 구분하였으며, 김(1977)은 생태형 별로 유전적 변이를 측정 비교하였고,李 등(1977)은 품종특성과 표현형상관, 유전상관, 환경상관을 산출하여 품종선발에 대한 자료를 보고하였다.

Burton(1952)은 작물의 효과적인 개량을 위해서는 유전력과 함께 유전적 변이성이 정확하게 평가되어야 한다고 하였으며, 또한 유전형과 환경적 성분으로 분류할 때 다양한 특성들 간의 상관계수에 대한 평가가 육종 program에서 중요한 가치가 있다고 강조하였다(Burton, 1951). 국내에서는 최 등(1997)은 태

안, 서산, 의성, 단양, 적성마늘을 수집하여 구와 인편에 관한 특성을 조사하여 우량한 마늘 품종육성을 시도한바 있으며, Lee 등(1977)에 의해서 마늘 생태형별 품종 특성과 유전상관 시험에서 난지계와 한지계 사이에서 뿐만 아니라 동일 생태계 내에서도 각 형질변이가 크다는 보고가 있으나, 마늘 특성들간의 유전변이성과 상관에 대한 정보 등이 거의 없어 이에 대한 연구가 절실히 요구된다.

Singh(1981)은 선발효율은 집단 내에서 유전적 변이성에 의해 좌우되고, 수량구성요인은 여러 가지 특성에 의해 좌우되며, 이들은 서로 관련이 있다고 하였다. 즉 수량구성요인의 유전변이에 관한 연구에서 인편중과 구중이 양적요인에 직접적인 정의 상관이 있다고 보고하였다.

이와 같이 마늘에 있어서 수량은 그 지역간의 생태적 요인과 생육특성들이 관여하는 바가 매우 크므로, 마늘 수량을 증가하기 위해서는 유전적 특성분석 등의 연구와 동시에 품종육성이 시급하나 이에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내 재래종마늘을 수집하여 이들간 유전변이성과 수량기여 특성과 수량사이의 상관관계를 규명하고, 국내재래종의 유전특성을 분석하여 마늘의 품종육성을 위한 기초적인 자료를 제공하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시마늘

1996년 6-7월에 마늘의 주요 산지인 충남 서산, 충북 적성, 단양, 경북 의성 지역에서 오랫동안 재배되어 그 지역의 특성을 가지고 있는 마늘을 수집하여 공시하였다.

### 2. 재배방법

공시한 마늘은 구중을 20~30g, 40~50g 으로 구분하고, 각 구(bulb)에서 크고 건전한 6개의 인편을 선별하여 1996년 10월 29일 충남 태안군 근흥면 수룡리 농가 포장에 재식밀도 20×10cm으로 파종하였고, 파종면적은 서산, 적성, 단양 논, 단양 밭, 의성마

늘 각각 24㎡로 하였다. 시비량은 N—P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>—K<sub>2</sub>O=22-20-20kg/10a 로 기비로는 질소는 40%, 인산은 전량, 가리는 50%를 주었고, 석회 150kg/10a, 완숙퇴비 3,000kg/10a 전량 시용하였다. 추비는 질소 전량의 60%와 가리 전량의 50%를 11월 상순, 12월 상순, 2월 중순 3회에 걸쳐 나누어 실시하였다. 멀칭은 11월 중순에 투명 P. E. 필름을 이용하여 피복하였고, 그 외 일반관리는 재배농가의 관행을 준하였으며, 마늘 수확은 6월 14일에 실시하였다.

### 3. 특성조사

파종전 각 지역에서 수집한 마늘의 인편수, 인편중, 구중을 개체별로 조사하였고, 파종후 4월 상순과 5월 중순에 초장, 엽초경, 엽수 등을 조사하였다. 구중은 수확후 지상부와 뿌리를 제거하고 표면의 흙을 완전히 제거한 다음에 측정하였고, 인편수는 1차 인편만을 조사하였다.

### 4. 유전변이 분석 및 상관

#### 1) 유전분석

분산 추정방법은 REML(Restricted Maximum Likelihood Method)을 이용하였고(SAS, 1988), 다음 model에 따라 분산을 추정하였다.  $Y_{ijk} = V_i + C_j + e_{ijk}$  로 V는 variety effects, C는 effect for clove id,  $e_{ijk}$ 는 residual effect 이다.

#### 2) 변이계수와 유전력

PCV (phenotypic coefficient of variation)는  $\sigma_{ph} / \bar{X}$  로 표현형 분산을 평균으로 나눈 값이며, GCV(genotypic coefficient of variation)는  $\sigma_G / \bar{X}$ 로 유전형 분산을 평균으로 나눈 값이고(Burton, 1951), H(heritability) 는  $\sigma_G^2 / \sigma_{ph}^2$ 로 평가하였으며,  $\sigma_G^2$ 는 유전분산이고  $\sigma_{ph}^2$ 는 표현형분산이다. Genetic advance(유전적 진전)는  $k \cdot \sigma_{ph} \cdot (\sigma_G^2 / \sigma_{ph}^2)$ 로 GCV와 유전력과의 관계를 나타내기 위하여 genetic advance값을 평균의 %로 나타내었다(Hanson 등, 1956). 즉,  $\frac{GA}{\bar{X}} \times 100 = k \cdot (GCV) \cdot (\sqrt{H})$ 이다. 이때 genetic advance의 선발강도 k는 5% 수준의 2.06을 적용하였다(Allard, 1960).

## 결과 및 고찰

### 1. 종구크기가 마늘의 생육에 미치는 영향

종구를 20~30g과 40~50g으로 구분하여 파종한 후, 최대 생육기인 5월 중순에 초장, 엽초경, 엽수를 조사하고, 수확 후 인편수와 구중을 조사한 결과는 표1과 같다. 서산마늘에 있어서 20~30g의 종구의 초장은 63.0cm, 경직경은 9.8mm, 엽수 6.8개, 인편수 5.9개, 구중은 27.0g이었으며 40~50g인 종구에서는 초장 67.2cm, 경직경 6mm, 엽수 7.7개, 인편수 6.3개, 구중은 55.0g으로 종구가 큰 것이 일반 형질과 수량구중에서 우수하였다. 한편, 적성마늘은 종구의 무게가 40~50g인 것과 20~30g인 것의 초장, 엽초경, 엽수, 인편수에 있어서 차이가 거의 없었다. 구중은 종구무게가 20~30g인 것이 35.3g, 종구무게가 40~50g인 것의 구중이 29.1g으로 종구무게가 생육에 거의 영향을 미치지 않았다. 단양 논 마늘은 40~50g 종구의 초장, 엽초경, 인편수가 20~30g 종구보다 월등히 컸으며, 엽수는 종구무게에 상관없이 동일했다. 구중은 종구가 20~30g인 것은 25.9g이고, 종구가 40~50g인 것은 구중이 36.7g으로 30%나 차이가 있었다. 단양 논 마늘에서 종구무게의 차이에 따른 수량의 폭이 공시된 마늘 중에서 가장 컸다. 단양 밭 마늘의 경우에도 종구가 40~50g인 것의 초장, 엽초경이 20~30g 종구보다 컸으며, 엽수와 인편수는 큰 차이가 없었다. 구중도 종구가 40~50g인 것이 34.6g, 20~30g인 것의 구중이 29.1g으로 무거운 종구가 16% 더 무거웠

다.

이상과 같이 적성마늘을 제외하고는 종구가 큰 것이 작은 것에 비하여 초장과 엽초경이 크고, 엽수, 인편수가 많았으며, 구중도 무거웠다. 이러한 결과는 平尾와 横井(1963), 李(1967), 申 등(1988), 반 등(1980)이 종구크기의 대소에 대한 연구에서도 파종시 인편무게가 무거울수록 생육이 양호하며 인편크기와 평균구중간에 정의 상관관을 보였다는 보고와 일치하였다.

### 2. 종구크기가 자구무게에 미치는 영향

마늘의 종구무게가 자구의 무게에 미치는 영향을 조사한 결과는 그림1과 같다. 서산마늘의 경우 종구크기가 20~30g인 마늘에서는 30g이하 마늘이 65%이고 종구의 무게보다 무거운 마늘도 35%나 되었다. 종구크기가 40~50g인 마늘에서는 30~40g이 마늘이 41%, 종구무게와 같은 40~50g마늘이 19%, 50~60g이 7%로 파종당시의 종구무게와 같거나 무거운 마늘이 26%밖에 되지 않았으나 20~30g의 종구를 파종했을 경우보다는 30g이하의 마늘비율이 약 50% 감소하였다(그림1 A).

적성마늘에서는 종구 무게가 20~30g인 마늘이나 40~50g인 마늘이 비슷한 분포를 나타냈다(그림1 B). 단양 논마늘은 서산마늘에서와 비슷한 경향이 나타났다. 즉, 종구가 20~30g인 것은 종구무게와 같은 20~30g마늘이 35%생산되었고, 종구무게보다 무거운 마늘도 40%로 높은 비율을 나타냈으며, 종구가 40~50g인 마늘에서는 종구무게와 같은 40~50g이 31%

Table 1. Effect of seed bulb weight on morphological characters and bulb weight in Korea local garlics

| Variety     | Seed bulb weight(g) | Plant height(cm) | Leaf sheath diameter(mm) | No. of leaves | No. of clove/bulb | Bulb weight(g) |
|-------------|---------------------|------------------|--------------------------|---------------|-------------------|----------------|
| Seosan      | 20~30               | 63.0             | 9.8                      | 6.8           | 5.9               | 27.0           |
|             | 40~50               | 67.2             | 11.6                     | 7.7           | 6.3               | 35.0           |
| Jeoksung    | 20~30               | 68.3             | 12.3                     | 6.0           | 6.4               | 35.3           |
|             | 40~50               | 68.0             | 12.9                     | 6.4           | 7.1               | 29.1           |
| Danyang A*  | 20~30               | 66.1             | 10.7                     | 6.6           | 6.4               | 25.9           |
|             | 40~50               | 84.8             | 15.6                     | 6.6           | 7.2               | 36.7           |
| Danyang B** | 20~30               | 65.7             | 11.8                     | 6.7           | 6.2               | 29.1           |
|             | 40~50               | 70.4             | 12.2                     | 6.6           | 6.4               | 34.6           |
| Euisung     | 40~50               | 75.7             | 13.3                     | 6.4           | 7.0               | 42.5           |

\* cultivated in paddy field

\*\* cultivated in upland

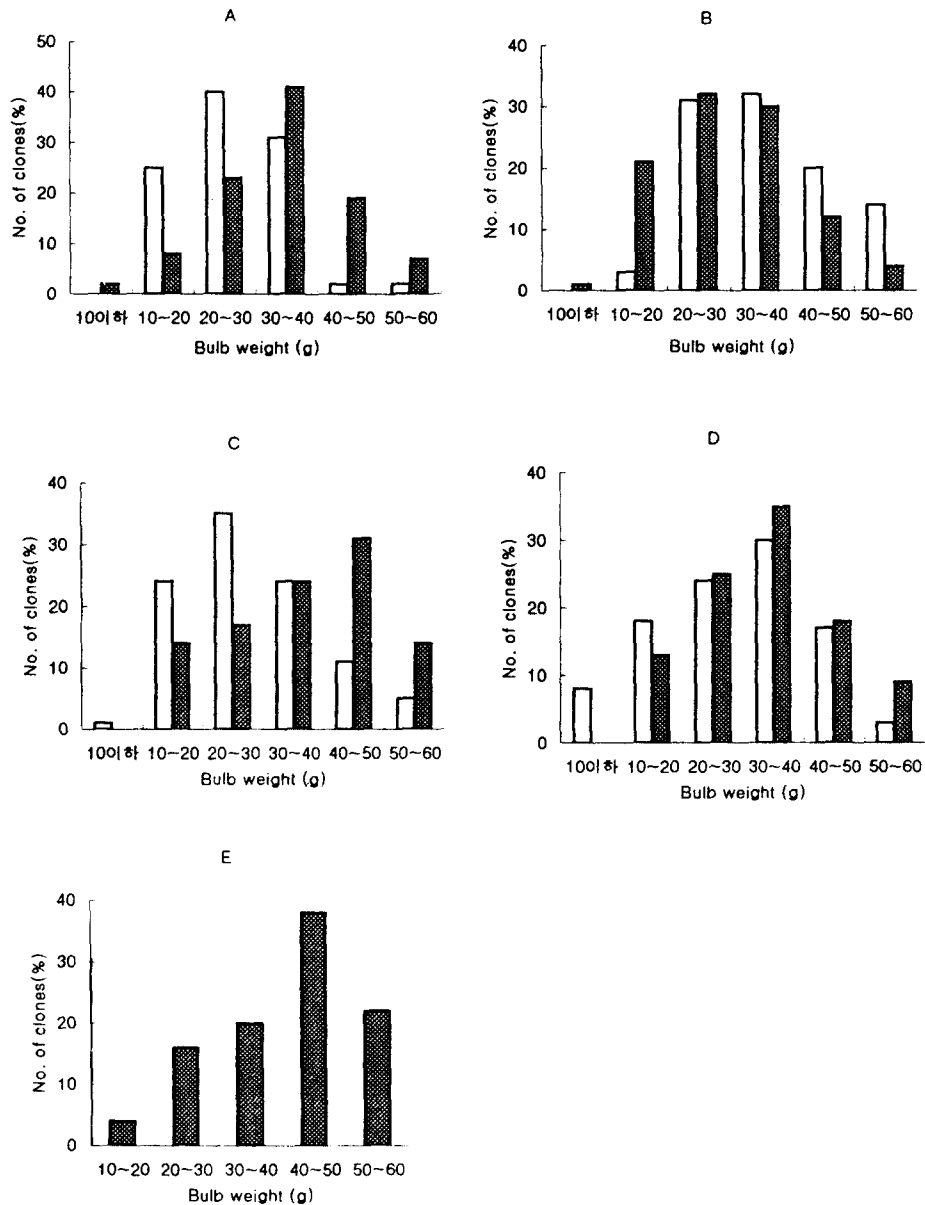


Fig. 1. Distribution of bulb weight in Local garlics.

A : Seosan variety B : Jeoksung variety C : Danyang paddy variety D : Danyang upland variety E : Euisung variety  
 □ seed bulb size 20-30g ■ seed bulb size 40-50g

이였으며 종구무게보다 가벼운 마늘도 55%나 생산되었으나, 30g이상마늘이 69%로 종구무게가 가벼운 마늘에서보다 대구를 생산하는 경향이였다(그림 1 C).

단양 발 마늘의 종구가 20~30g인 것에서는 자구무게가 종구무게와 같은 20~30g 마늘이 24%. 종구

무게보다 무거운 30g이상 마늘이 50%나 생산되었다. 종구가 40~50g인 마늘에서는 종구무게와 같은 40~50g마늘이 18%밖에 생산되지 않았으나, 30g이상 마늘이 62%로 20~30g의 종구무게에서 보다 자구가 무거운 마늘의 비율이 많았다(그림 1 D).

의성마늘에서는 종구가 40~50g 마늘을 파종했을 때 다른 마늘에서보다 구종이 무거운 마늘의 생산이 많았다. 종구무게와 같은 40~50g마늘이 38%로 공시 마늘 중에서 가장 높은 비율이었고, 종구보다 무거운 마늘도 22%나 생산되었다(그림 1 E).

이상의 결과로 종합하면 종구가 무거운 것을 파종하는 것이 우량한 자구를 생산할 수 있는 방법이었으며 이러한 결과는 *이(1967)*, *비 등(1988)*, *반 등(1980)*의 결과와 일치하였다.

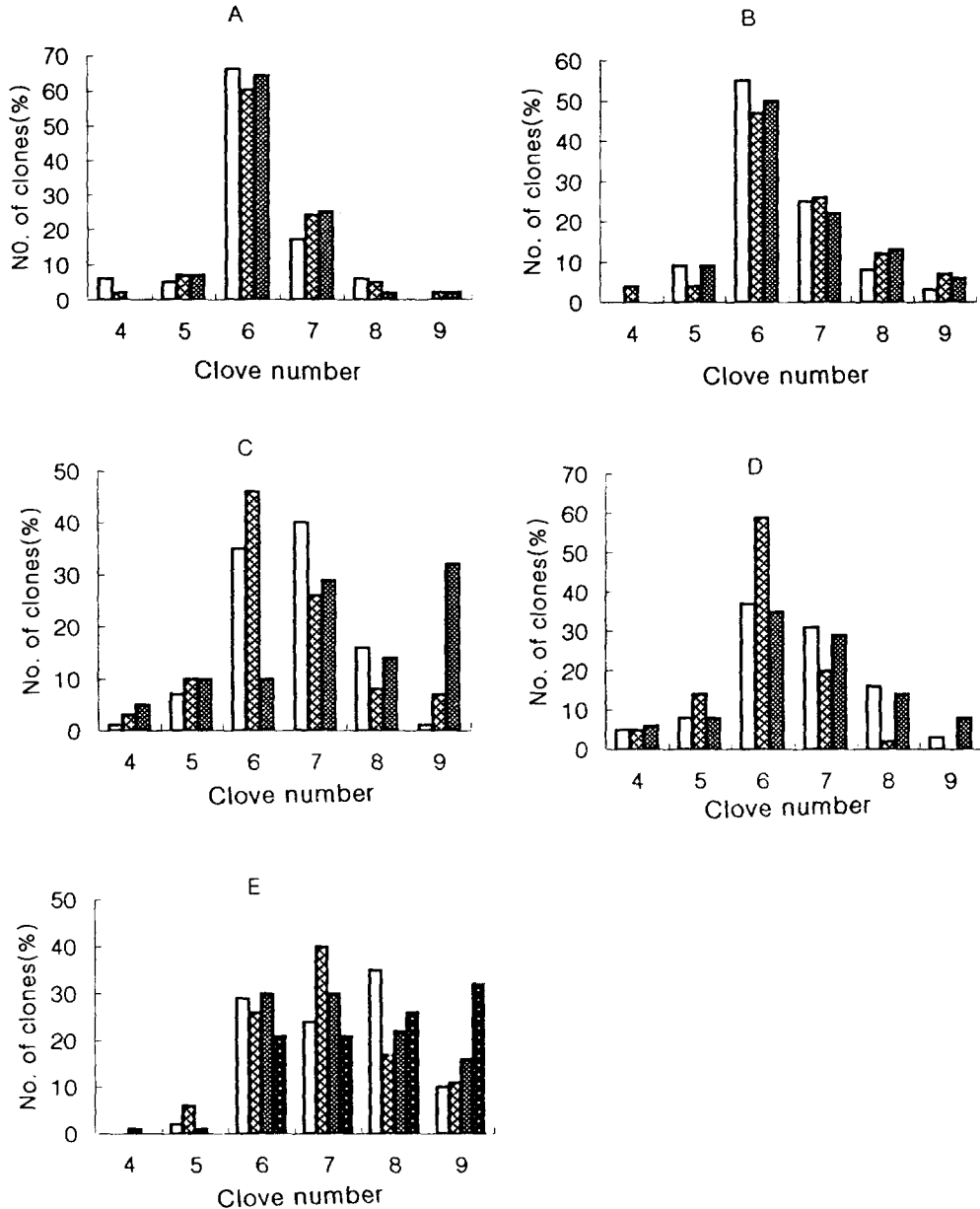


Fig. 2. Distribution of clove number in local garlics.

A : Seosan variety B : Jeoksung variety C : Danyang paddy variety D : Danyang upland variety E : Euisung variety  
 □ six clove seed    ▨ seven clove seed    ▩ eight clove seed    ■ nine clove seed

### 3. 종구 인편수가 자구 인편수에 미치는 영향

마늘은 개체에 따라 인편수가 다르므로 종구의 인편수가 자구의 인편수에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 조사한 결과 그림2와 같다.

서산마늘 인편이 6개인 것을 파종하였을 경우에는 자구인편이 6쪽인 개체가 66%를 차지하였고, 종구의 인편이 7쪽인 것을 파종하였을 경우는 종구 인편수와 동일한 자구 7쪽이 24%로 자구 6쪽마늘 60%에 비해 매우 낮은 비율로 분포하였다. 종구 인편수가 8쪽인 경우는 종구 인편수와 동일한 8쪽이 2%이었고, 6쪽이 64%이었다(그림2 A). 적성마늘의 경우 종구 6,7,8쪽을 파종하였을 경우 자구의 6쪽마늘이 47~55%를 차지하였고, 7쪽이 25%내외, 8쪽이 10%내외로 종구 인편수와 관계없이 유사한 분포를 나타냈다(그림2 B). 단양 논 마늘의 자구 인편수의 분포를 보면, 종구 인편 6쪽에서는 7쪽마늘이 40%로 가장 많았고, 종구 7쪽에서는 6쪽이 46%, 7쪽이 26%이었으며, 종구 8쪽에서는 9쪽이 32%로 가장 많았다. 이와 같이 단양 논 마늘에서는 종구와 인편수가 많은 것이 자구수도 많은 경향이었으나 예외인 경우도 있었다(그림2 C). 단양 밭 마늘의 종구가 6,7,8쪽인 경우 자구인편수가 6,7쪽인 마늘이 대부분으로 종구가 6쪽인 경우는 68%, 종구 7쪽에서는 79%, 종구 8쪽에서는 64%이었다(그림2 D). 의성마늘에서는 7,8,9쪽의 분포가 70%내외로 다른 마늘에 비해 자구의 인편수가 많았다(그림2 E).

이상과 같이 종구의 인편수가 자구의 인편수에 크게 영향을 미쳤으나 종구인편수보다 폭넓게 분포하였다.

### 4. 유전분석

유전분산과 환경분산을 추정한 결과 표2에서 보는 바와 같이 구중에서 환경분산과 유전분산이 각각 137.54, 63.19로 가장 높게 나타났고, 초장의 환경분산도 99.94, 유전분산은 56.73으로 높게 나타났다. 표현형 변이계수는 모든 특성에서 유전형 변이계수보다 높은 값을 나타냈고, 표현형 변이계수와 유전변이계수가 구중에서 36.17%와 24.52%로 가장 높았으며, 이러한 결과는 구중의 GCV와 PCV가 가장 높았다는 Vijay(1990)의 보고와 일치하였다. 엽초경에서도 표현형 변이계수가 23.16, 유전변이계수가 14.54으로 높은 값을 나타냈는데, 이는 이 특성들이 넓은 범위의 변이성을 가진다는 것을 의미한다. 초장은 표현형 변이계수가 엽수, 인편수보다 낮았으나 유전형 변이계수는 높아 초장이 엽수나 인편수에 비해 환경의 영향을 적게 받는다는 것을 알 수 있다.

일반적으로 유전변이계수(GCV)와 환경변이계수(PCV)의 값이 유사하다는 것은 이러한 특성들은 환경의 영향이 적다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 일찍이 Singh(1981)와 Mehta(1956)이 마늘에서, Maity 등(1989)가 생강에서 그리고 Paramasivan 와 Rajasekaran (1980)이 green gram (*Vigna radiata* L)에서 보고한 바 있다. 유전력은 초장에서 56.76%로 가장 높았고 환경 변이계수와 유전변이계수값이 높았던 구중과 엽초경의 유전력이 45.95%와 39.4%로 높았으며 엽수의 유전력은 27.74%, 인편수는 20.13%로 약간 낮았다. Lerner(1958), Nandpuri 등(1973), Vijay(1990), Johnson 등(1955a)에 의하면 유전력이 높은 특성들은 선발에 효과적이며 유전적 진보와 함께 고려한다면 더욱 유용한 선발방법이 될 것이라고 하였다.

구중은 유전적 진보 값이 34.24로 가장 높고, 유전

Table 2. Variance components, phenotypic coefficient of variation (PCV), genotypic coefficient of variation (GCV) and heritability (H) and genetic advance expressed as per cent of mean (GA%) in garlic

| Characters           | Variance components |           | PCV(%) | GCV(%) | H(%)  | GA<br>(% of $\bar{X}$ ) |
|----------------------|---------------------|-----------|--------|--------|-------|-------------------------|
|                      | Phenotypic          | Genotypic |        |        |       |                         |
| Plant height         | 99.94               | 56.73     | 14.52  | 10.94  | 56.76 | 16.98                   |
| Leaf sheath diameter | 7.59                | 2.99      | 23.16  | 14.54  | 39.40 | 18.80                   |
| No. of leaves        | 1.30                | 0.36      | 16.82  | 8.86   | 27.74 | 9.61                    |
| No. of clove/bulb    | 1.00                | 0.20      | 15.55  | 6.98   | 20.13 | 6.45                    |
| Bulb weight          | 137.54              | 63.19     | 36.17  | 24.52  | 45.95 | 34.24                   |

Table 3. Estimates of simple correlation coefficients among five characters in garlic

| Characters           | Leaf sheath diameter | No. of leaves | No. of clove/bulb | Bulb weight |
|----------------------|----------------------|---------------|-------------------|-------------|
| Plant height         | 0.667**              | 0.293**       | 0.335**           | 0.589**     |
| Leaf sheath diameter |                      | 0.359**       | 0.335**           | 0.631**     |
| No. of leaves        |                      |               | 0.189ns           | 0.250*      |
| No. of clove/bulb    |                      |               |                   | 0.387**     |

\*,\*\* Significant at the 5% and 1% level, respectively.

력도 45.95로 비교적 높은 값을 나타냈는데, 이는 구중의 유전력과 유전적 진보가 높다는 김(1977)의 보고와 일치하였다. 유전적 진보와 유전력이 높은 값을 나타내는 것은 상가적 유전자에 의해 지배되는 형질들의 특성으로 알려져 있다(Panse, 1957). 또한 초장의 유전력은 56.76으로 가장 높았으나, 유전적 진보 값은 16.98로 구중과 엽초경에 비하여 낮은 값을 나타냈다. 이와 같이 높은 유전력이 항상 높은 유전적 진보 값을 나타내는 것은 아니며, 이러한 현상은 Johnson 등(1955a)의 결과와도 같다. 이와 같은 특성들은 비상가적인 유전자에 의하여 지배되는 것으로 여겨진다.

따라서 본 연구결과에서 수량과 직접적인 관계가 있는 구중의 유전력이 45.95이고 유전적 진보가 34.24이므로 구중이 무거운 것을 직접 선발한다면 선발효과가 높을 것으로 사료된다.

### 5. 상관계수 분석

구중과 초장, 엽초경, 엽수, 인편수와의 상관관계를 보면 표 3과 같다. 초장, 엽초경은 구중과 고도의 유의한 정의 상관을 보였고, 엽초경과 구중간에는  $r=0.631$ 으로 가장 높은 상관을 나타냈고, 초장과 구중간에는  $r=0.589$  이었으며, 구중과 인편수간에는  $r=0.387$ , 구중과 엽수간에는  $r=0.250$ 으로 5%에서 정의 상관을 보였다. 이러한 결과는 平尾 와 横井(1963), 李(1967), 金과 李(1977)의 마늘의 지상부 생육량이 양호한 것이 평균구중이 높다는 보고와 일치하였다.

### 적 요

본 실험은 국내 재래종마늘의 종구에 따른 형태적

특성을 조사하고 이들간의 유전변이성과 수량기여특성들의 상관관계를 규명하기 위하여 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 서산, 단양 논, 단양 밭 마늘의 경우에는 종구무게가 무거운 것이 초장이 길고, 엽초경이 컸으며, 엽수도 많았고, 구중도 무거운 경향이었으나, 적성마늘에서는 종구무게와 관련이 없었다.
2. 서산마늘의 자구인편수는 종구인편수에 상관없이 6쪽마늘이 60%이상을 차지하였고, 적성마늘과 단양 논에서는 6,7쪽이 70%이상이었고, 단양 밭 마늘과 의성마늘은 7쪽이상 마늘이 70%이상을 차지하였다.
3. 표현형 변이계수와 유전변이계수는 구중에서 가장 높았으며, 엽초경에서도 높은 수치를 나타냈다. 이러한 결과는 구중과 엽초경에서 선발의 범위가 넓다는 것을 의미하며, 초장에서는 표현형 변이계수와 유전형 변이계수의 차가 적어 환경의 영향이 적었다는 것을 알 수 있다.
4. 초장과 구중의 유전력이 각각 56.76%, 45.95%로 높았으며, 유전적 진보는 구중이 34.24%로 제일 높았고, 엽초경과 초장의 유전적 진보는 18.8%, 9.61%이므로 구중과 초장의 선발이 가장 효과적일 것이다.

### 인 용 문 헌

- Allard, R. W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons Inc., New York. pp 92-94.
- 반채돈, 황재문, 이우승. 1980. 마늘품종 및 인편크기별 재식거리 시험. 원시연보 : 211-218.
- Burton, G. W. 1951. Quantitative inheritance in grasses. Proc. 6th International Grassland Cong. 1. 277~283.

- Burton, G. W. 1952. The immediate effect of grametic relationship upon seed production in pearl millet(*Pennisetum glaucum*). Agron. J. 44 : 424-427.
- 최재을, 김정선, 장원석. 1997. 국내 재래종마늘의 인편특성. 충남대 농업과학연구 24(1) :1-5.
- Hanson, C. H., Robinson H. F., and Comstock R. E. 1956. Biometrical studies of yield in Segregating Populations of Korean Lespedeza. Agron. J. 44 : 424-427.
- Johnson, H. W., Robinson H. F., and Comstock R. E. 1955a. Estimates of genetic and enviromental variability in Soybean. Agron. J. 47 : 314-316.
- Johnson, H. W., Robinson H. F., and Comstock R. E. 1955b. Estimates of phenotypic and genotypic correlation in soybeans and their implication in selection. Agron. J. 42 : 477-482.
- 김양춘. 1977. 마늘의 유전적변이. 경북대논문집(자연과학편) 23 : 227-290.
- 김양춘, 이우승. 1977. 마늘 생태형의 농업적특성과 상관. 한원지 18(1) : 36-39.
- 이우승. 1967. 마늘종묘인편의 크기가 생육 및 수량에 미치는 영향. 경북대 논문집 11 : 99~ 104.
- 이우승, 김양춘, 이병창. 1977. 마늘의 생태형별 품종특성과 유전상관. 한국육종학회지 9(3) : 158-162.
- Lerner, I. M. 1958. The genetic basis for selection. John Wiley and Sons. New York pp 57-65.
- Maity, T. K., Sengupta D. K., and Som M. G. 1989. Genetic variability and correlation studies in ginger. Indian Agric. 33(1) : 31-38.
- Mann, L. K. and Minges P. A. 1958. Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) inresponse to storage temperature of palnting stocks, day length, and planting date. Hilgardia 27 : 385~419.
- Mehta, K. G. and Patel P. H. 1985. Genetic variability and path analysis in garlic. Madras Agric. J. 72(12) : 691-695.
- Nandpuri, K. S., Singh S., and Lal T. 1973. Studies on the genetic variability and correlation of some economic characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). PAU. J. Res. 10 : 316-321.
- Panse, V. G. 1957. Gerenetics of quantitative characters in relation to plant breeding. Indian J. Genet. 17 : 318-329.
- Paramasivan, J. and Rajasekaran S. 1980. Genetic vareiability in green gram (*Vigna radiata* L.) Wilczek. Madaras Agric. J. 67 : 421-424.
- 平尾陸郎, 横井正治. 1963. ニンニクの栽培に関する研究. I. 種球の大小について. 青森農試研報 8 : 118~122.
- SAS Institute. 1988. SAS/STAT users guide, release version 6.03. SAS Inst., Cary, N. C.
- Singh, R. P. 1981. Genetic evaluation and path analysis in garlic. Madras Agric. J. 68 : 618~622.
- 신기호, 박중춘, 이기성, 한길영, 이유식. 1988. 남도 마늘의 파종별 및 종구크기가 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시논문집 30(1) : 41~52.
- Vijay, O. P. 1990. Note on genetic variability in garlic (*Allium sativum* L.). Ind. J. Hort., 47(4) : 431-433.