

# 한국산 *Drosophila melanogaster* species group 8종의 형태 및 수리학적 분석

이 택 준\*  
김 남 우\*\*

## 목 차

- I. 서론
- II. 재료 및 방법
- III. 결과
- IV. 논의
- V. 적요

## I. 서 론

*Drosophila melanogaster* species group은 *Drosophila*속중 *Sophophora*아속에 속하며, 전세계에 11개 species subgroup, 150종이 알려져있다(Lemeunier *et al.*, 1986). 한국에 분포하고 있는 *melanogaster* species group은 12종으로 *D. melanogaster*, *D. simulans*, *D. lutescens*, *D. suzukii*, *D. rufa*, *D. auraria*, *D. bauraria*, *D. triauraria*, *D. takahashii*, *D. ficusphila*, *D. kikawai*, *D. unipunctinata*이다(Lee and Kim., 1987).

자연집단을 구성하는 생물은 주변의 환경변화에 따라 가변적이거나 고정적인 다형현상이 유지될수 있으며, 집단을 구성하는 개체에서는 시간적 공간적 차이에 의하여 적응과 선택현상이 나타나게 된다(Dobzhansky, 1970). 이러한 현상으로 집단에 따라 변이를 나타내게 되고, 초파리 종분화 과정의 연구에 있어서 상세한 형태적 비교연구가 요망되고 있으며, 세계 여러나라에서는 그 지역에 분포하는 초파리의 형태에 대하여 세밀한 연구를 통한 계통연구를 하고 있다. *D. melanogaster* species group에 대한 형태학적 연구로는 Okada(1

\* 이과대학 생물학과 교수

\*\* 이과대학 생물학과 강사

954, 1956), Bock와 Wheeler(1972) 등의 보고가 있다. 국내의 경우는 Kim(1962), Lee(1967)에 의하여 수종의 periphallid organ이 보고되었고, *D. auraria* complex 3종을 대상으로 genitalia, 6복절 강모, 시맥등에 대한 연구가 있다(Chung, *et al.*, 1959; Lee and Choo, 1970; Lee and Song, 1971; Lee and Kim, 1972). 그러나 국내에 보고된 초파리의 대부분은 분포상으로 보고되어 있을뿐 초파리의 형태에 대한 상세한 연구는 없어 보다 정밀한 검토가 요구되어 왔으며, 이러한 견지에서 *melanogaster* species group에 대한 종합적인 형태학적 연구는 중요하다.

근래에는 생물을 단순히 형태적으로 분류하는 단계에서 벗어나 형태분석의 결과를 진화적 관점에서 논의하고자 하는 연구가 있어왔으며 이러한 연구는 수리학적 분석으로 행하여지고 있다. 초파리를 대상으로 수리학적 분석 방법인 cluster analysis로 분석한 경우는 Okada (1982, 1984, 1986)가 보고한 *Stegana*속, *Lordiphosa*속, *Mycodrosophila*속 등이 있다.

본 연구는 한국산 *melanogaster* species group의 계통학적 연구의 일단으로 한국에 널리 분포되어 있는 8종(*D. melanogaster*, *D. simulans*, *D. lutescens*, *D. suzukii*, *D. rufa*, *D. auraria*, *D. biauraria*, *D. triauraria*)을 대상으로 생식기를 포함한 형태적 구조를 비교하고 형태적 특징을 수리적분석에 의하여 이들 종간의 계통관계를 알아보려고 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 연구에 사용된 한국산 *melanogaster* species group 8종은 trap과 sweeping법으로 채집하였으며 채집지역은 다음과 같다.

1. *D. melanogaster* Meigen, 1930 경기도 김포
2. *D. simulans* Sturtevant, 1919 경상남도 김해
3. *D. lutescens* Okada, 1975 경기도 소리산
4. *D. suzukii*(Matsumura), 1931 경기도 소리산
5. *D. rufa* Kikkawa & Peng, 1938 전라남도 완도
6. *D. auraria* Peng, 1937 경기도 김포
7. *D. biauraria* Bock & Wheeler, 1972 경기도 소리산
8. *D. triauraria* Bock & Wheeler, 1972 경기도 소리산

Phallic organ, periphallallic organ, egg guide, decasternum, ejaculatory apodemes 등은 영구표본을 만들어 관찰하였으며, spermatheca, puparial anterior spiracles, male reproductive organ은 대상기관을 추출 즉시 관찰하였다. 영구표본은 0.7% 생리적식염수에서 미부를 자른 후 10% KOH용액에서 alcohol lamp로 끓이고 xylol에 약5분간 침전시킨 후 canada balsam으로 봉하여 제작하였다.

한국산 *melanogaster* species group 8종의 형태적 계통관계를 수리학적으로 밝히기 위하여 phallic organ에서 9개, periphallallic organ과 날개에서 각각 5개, 머리에서 6개, 흉부와 다리에서 각각 2개, 복부, egg, pupa, female reproductive organ에서 각각 1개씩 모두 33개의 형질을 0 또는 1의 binary character로 조사하여 cluster analysis를 수행하였다.

### Ⅲ. 결과

한국산 *melanogaster* species group 8종의 phallic organs의 형태는 Fig.1과 같다.

*D. melanogaster*는 aedeagus가 융합되어 있으며 subapical branch가 특히 길다. Anterior paramere가 짧으며 몇개의 sensilla가 있고, posterior paramere의 basal branch가 잘 발달되어 있다. Novasternum에 median notch가 약하게 형성되었으며 비교적 작은 submedian spine이 한쌍 존재하고 있다. *D. simulans*는 aedeagus가 심하게 부풀어 있으며 빗살모양이 크게 되어 있다. posterior paramere가 깃발모양이며 aedeagus 끝을 감싸고 있다. median notch가 비교적 깊으며, ventral fragma는 세로길이 보다 가로길이가 길다. *D. lutescens*는 aedeagus 끝이 둥글고 posterior paramere의 길이와 aedeagus의 길이가 거의 같다. Posterior paramere의 basal branch가 잘 발달되어 있으며 novasternum의 submedian spine이 매우 길다. *D. suzukii*는 aedeagus가 두 갈래이고, anterior paramere가 넓으며 몇개의 subapical sensilla가 있다. Ventral fragma는 삼각형이며 novasternum에는 1쌍의 spine이 있다. *D. rufa*는 aedeagus 끝이 융합되어 있으며 중간부분이 claw처럼 되어 있다. Anterior paramere는 크고 둥근모양이며, 여러개의 sensilla가 있고, posterior paramere는 짧다. Novasternum은 사각형 모양이며 median notch가 깊게 발달되어 있다. *D. auraria*, *D. biauraria*, *D. triauraria*의 phallic organ은 aedeagus가 융합되어 있으며, anterior paramere가 넓고 posterior paramere가 간단하다. 그러나 *D. auraria*는 aedeagus의 lateral claw가 없고 끝이 둥글며 submedian spine이 없는 반면, *D. biauraria*

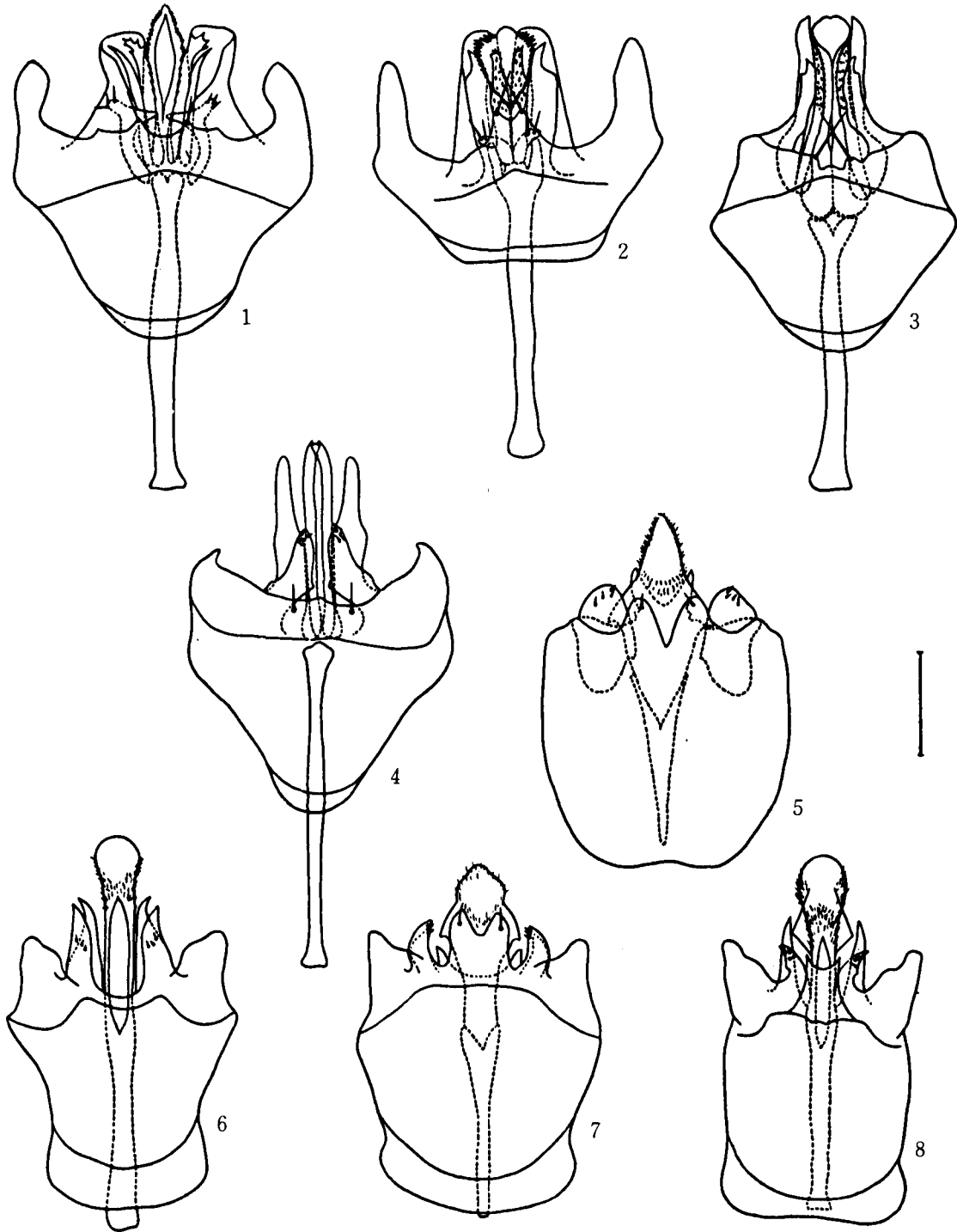


Fig.1. Phallic organs on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea.

1 : *D. melanogaster* 2 : *D. simulans* 3 : *D. lutescens* 4 : *D. suzukii*  
 5 : *D. rufa* 6 : *D. auraria* 7 : *D. biauraria* 8 : *D. triauraria*

Scale 0.1mm

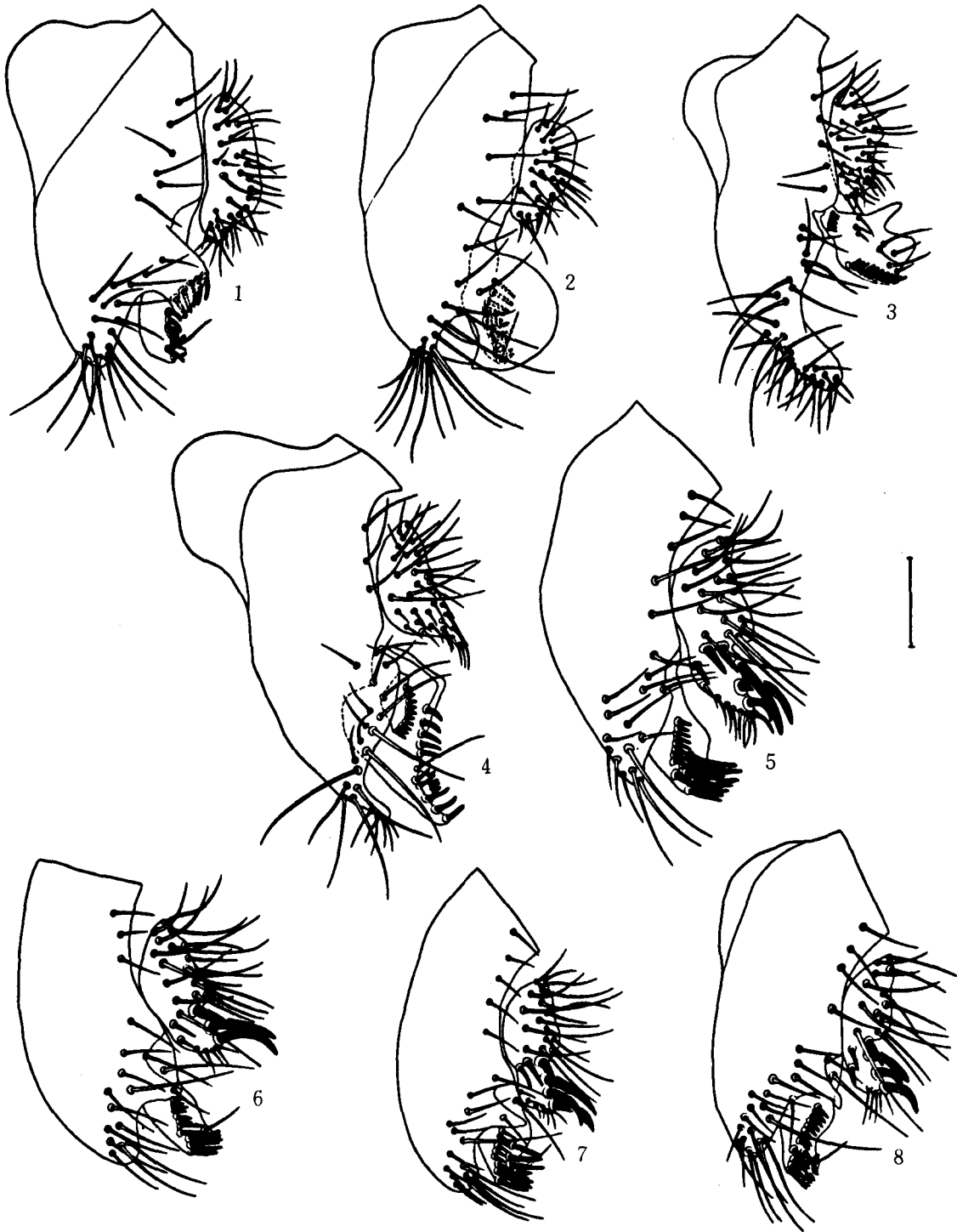


Fig.2. Peripheral organs on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea.

1 : *D. melanogaster* 2 : *D. simulans* 3 : *D. lutescens* 4 : *D. suzukii*  
5 : *D. rufa* 6 : *D. auraria* 7 : *D. bauraria* 8 : *D. triauraria*

Scale 0.1mm

는 aedeagus에 한쌍의 lateral claw가 있으며 끝이 약간 뾰족하다. 또한 novasternum에 median notch가 깊게 형성되어 있으며 한쌍의 submedian spine이 있다. *D. triauraria*는 aedeagus에 한쌍의 lateral claw가 형성 되었으나 *D. biauraria*보다는 작으며 끝이 둥글고, novasternum에 median notch가 형성되었으나 submedian spine이 없다.

한국산 *melanogaster* species group 8종의 periphalllic organs의 형태는 Fig.2와 같다.

*D. melanogaster*는 genital arch의 끝부분에 삼각형모양의 flap이 발달되어 있으며, *D. simulans*는 반원모양으로 되어 있다. *D. lutescens*는 clasper에 secondary teeth가 있으며 genital arch의 끝부분이 길게 형성되어 있다. *D. suzukii*는 anal plate의 끝에 강모들이 밀집하여 있으며, genital arch의 끝이 길게 되어있다. *D. rufa*는 anal plate에 검고 큰 강모가 있으며, genital arch의 flap 중간이 불룩하게 되어 있다. *D. auraria*, *D. biauraria*, *D. triauraria*의 periphalllic organ은 유사한 형태이나, 끝의 모양이 *D. biauraria*는 뿔뿔하고, *D. triauraria*는 아주 뾰족하다. 그리고 이 3종은 anal plate에 검고 큰 강모가 있다.

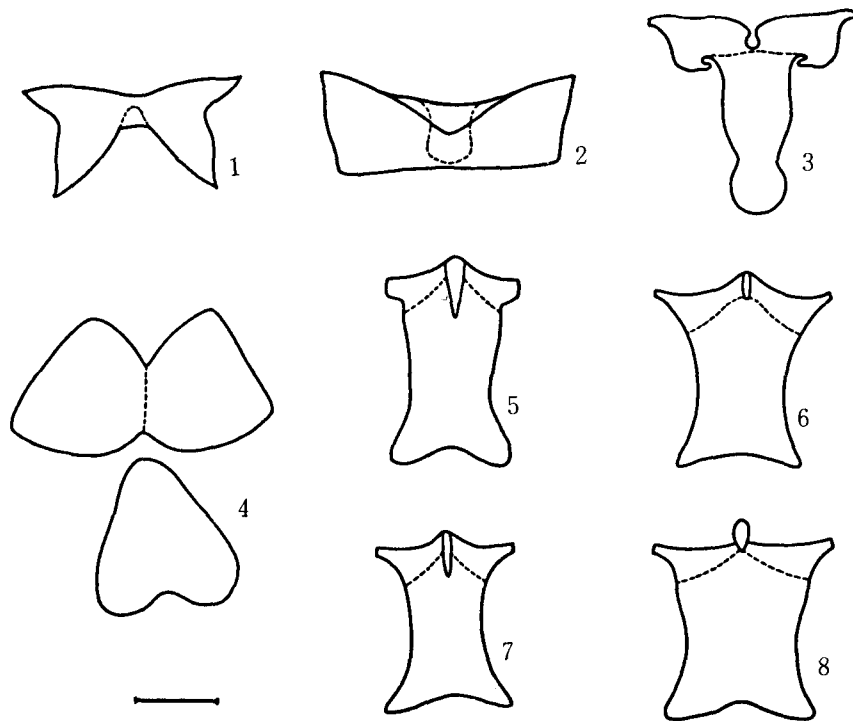


Fig.3. Decasternumes on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea.

1 : *D. melanogaster* 2 : *D. simulans* 3 : *D. lutescens* 4 : *D. suzukii*  
5 : *D. rufa* 6 : *D. auraria* 7 : *D. biauraria* 8 : *D. triauraria*

Scale 0.05mm

한국산 *melanogaster* species group 8종의 decastrum과 ejaculatory apodemes은 Fig.3, Fig.4와 같다.

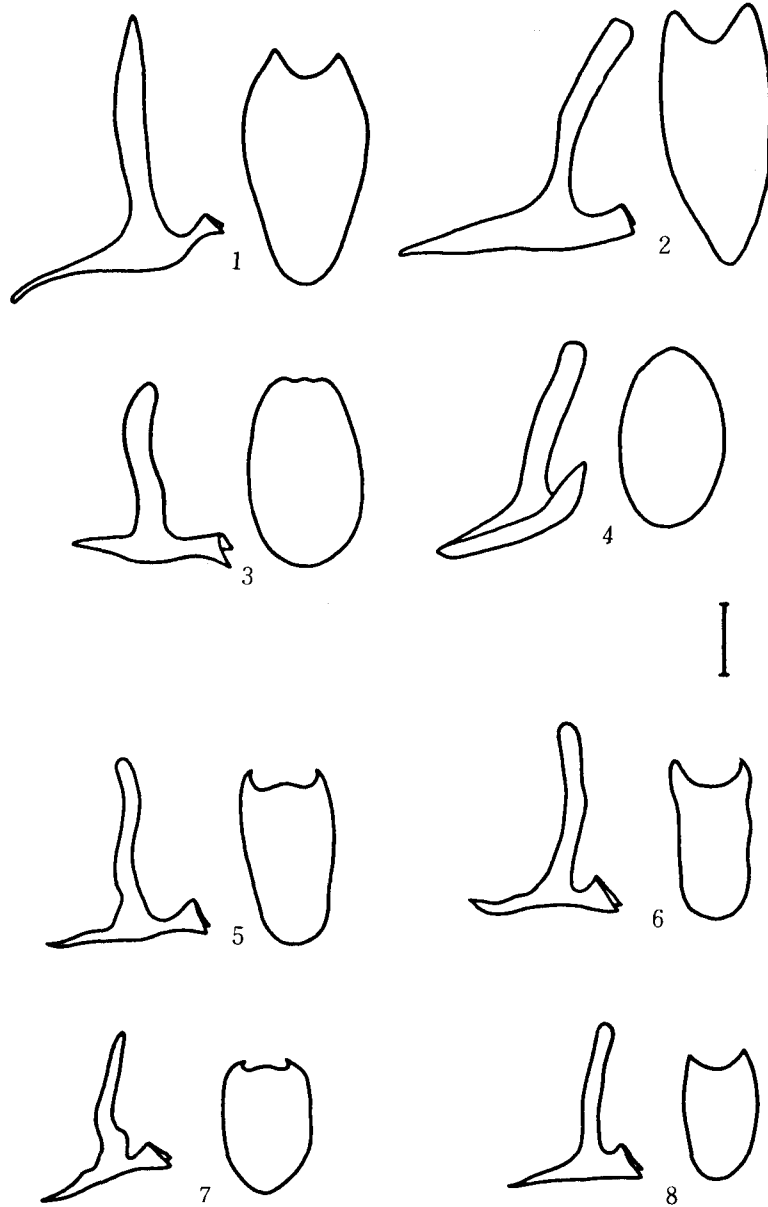


Fig.4. Ejaculatory apodemes(ventral and lateral aspect) on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea.

1 : *D. melanogaster* 2 : *D. simulans* 3 : *D. lutescens* 4 : *D. suzukii*  
 5 : *D. rufa* 6 : *D. auraria* 7 : *D. biauraria* 8 : *D. triauraria*  
 Scale 0.05mm

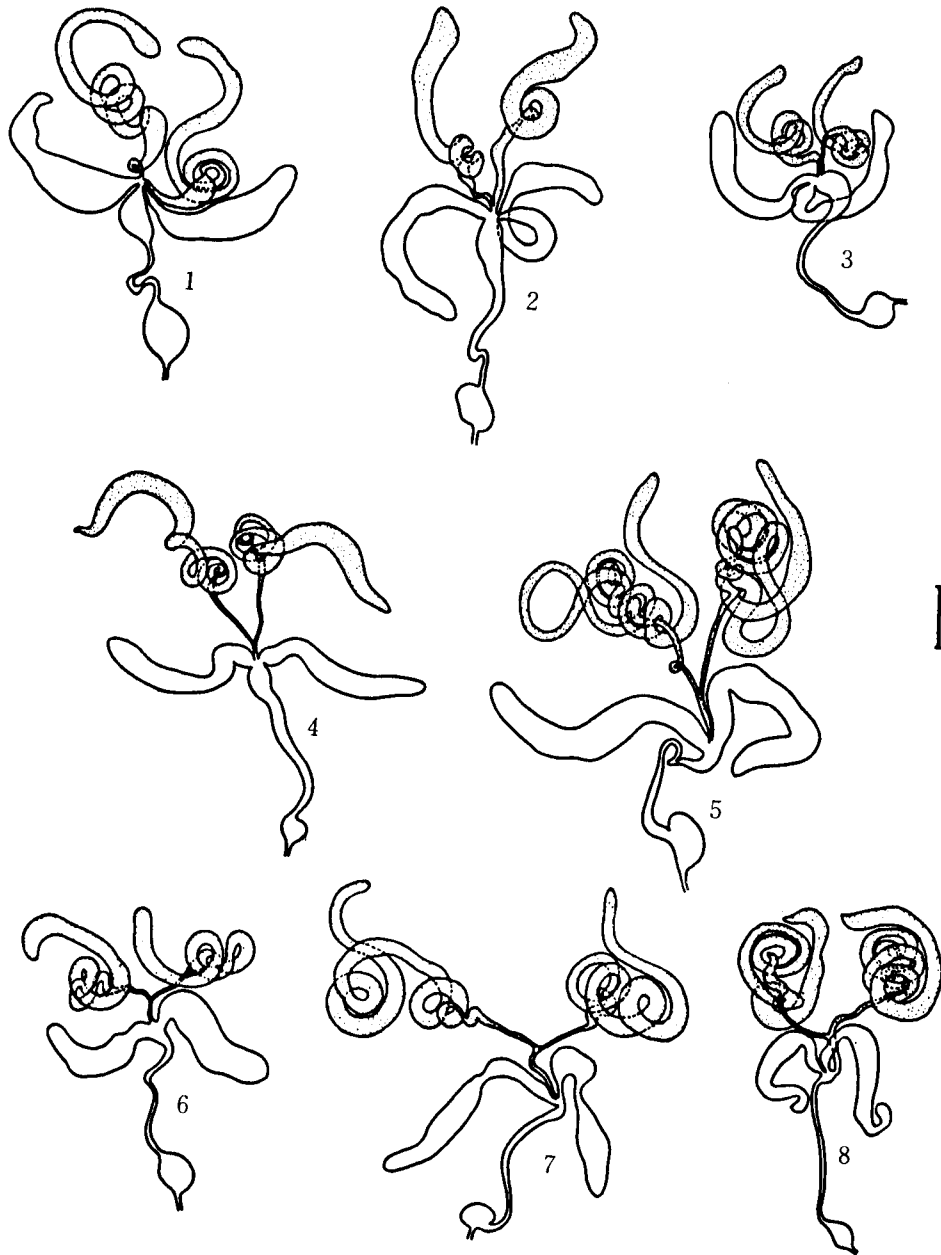


Fig.5. Male reproductive organs on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea.

1 : *D. melanogaster* 2 : *D. simulans* 3 : *D. lutescens* 4 : *D. suzukii*  
 5 : *D. rufa* 6 : *D. auraria* 7 : *D. biauraria* 8 : *D. triauraria*  
 Scale 0.2mm

Decasternum의 형태에 있어서 *D. melanogaster*는 사각형 모양이었고 *D. simulans*와 비교적 유사 하였다. *D. lutescens*는 삼각형의 모양이었고 *D. suzukii*는 두개로 분리된 형태였



다. 그리고 *D. auraria*, *D. bauraria*, *D. triauraria*는 유사한 사각형 이었다.

Ejaculatory apodeme에 있어서 *D. sukuzii*는 타원형에 가까우며 *D. melanogaster*와 *D. simulans*는 한쪽 끝이 비교적 깊게 파여있는 타원형 이었다.

숫컷의 reproductive organs와 암컷의 egg guides 형태는 Fig.5, Fig.6과 같다.

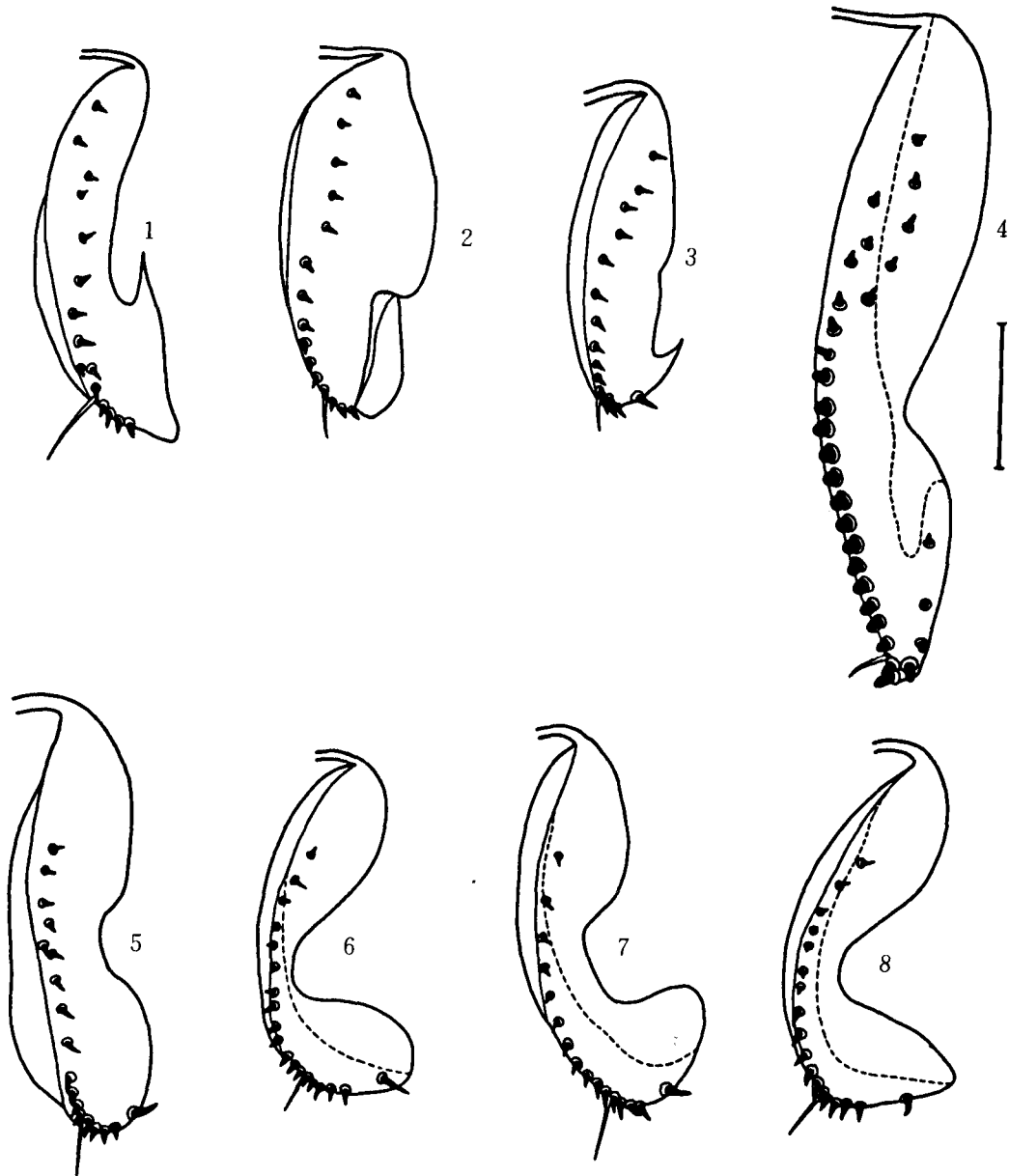


Fig.6. Egg guides on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea.

1 : *D. melanogaster* 2 : *D. simulans* 3 : *D. lutescens* 4 : *D. sukuzii*  
 5 : *D. rufa* 6 : *D. auraria* 7 : *D. bauraria* 8 : *D. triauraria*

Scale 0.1mm

Testis 길이는 8종중 *D. melanogaster*와 *D. simulans*는 비교적 짧았으며, *D. rufa*가 가장 길었다.

*D. melanogaster*의 egg guide는 중간부분이 오목하여 좁게 되어있으나 *simulans*는 중간부분이 넓게 되어있다. *D. lutescens*의 egg guide 중간 부분 폭은 전체길이의 1/3 정도이며 teeth가 끝부분에 많이있다. *D. suzukii*는 다른 7종에 비하여 약 2배정도 크며 끝이 뾰족하고 teeth가 크다. *D. rufa*는 중간부분이 약간 오목하며, *D. auraria*, *D. bauraria*, *D. triauraria*는 유사한 형태이나 끝의 형태가 *D. auraria*는 사각형, *D. bauraria*는 삼각형에 가까운 모양이며 안쪽을 향해 올라간 모양이고, *D. triauraria*는 끝의 각이 *D. bauraria*보다 예리한 삼각형 모양을 갖고 있다.

한국산 *melanogaster* species group 8종의 spermatheca와 puparial anterior spiracles의 형태는 각각 Fig.7, 8과 같다.

Spermatheca의 형태에 있어서 *D. melanogaster*, *D. simulans*, *D. lutescens*, *D. suzukii*는 암갈색의 종모양이었으며, 나머지 4종은 흰색이었고 주름이 있었다. 그리고 puparial anterior spiracles의 가지 끝모양은 *D. melanogaster*, *D. simulans*, *D. lutescens*, *D. suzukii* 등이 hooked형이었으며, *D. rufa*, *D. auraria*, *D. bauraria*, *D. triauraria*는 pointed형이었다.

한국산 *melanogaster* species group 8종의 wing indices와 phallosomal indices (P.I.)를 조사한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Wing and phallosomal indices(mean) on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea

Sp.	Wing indices					P.I.
	C	4V	4C	5X	C3F	
<i>mel.</i>	2.30±0.04 (2.2)	2.37±0.03 (2.4)	1.18±0.10 (1.5)	1.96±0.06 (1.9)	0.31±0.12 (1/4)	0.55±0.1 (0.4)
<i>sim.</i>	2.57±0.03 (2.2)	2.13±0.05 (2.4)	1.12±0.02 (1.5)	1.79±0.12 (2.1)	0.43±0.02 (2/5)	0.58±0.01 (0.4)
<i>lut.</i>	2.47±0.05 (2.0)	2.15±0.06 (2.2)	1.10±0.02 (1.2)	2.06±0.05 (2.0)	0.42±0.01 (1/4)	0.73±0.02 (0.7)
<i>suz.</i>	3.36±0.04 (4.0)	2.14±0.04 (2.2)	0.85±0.01 (0.8)	1.87±0.07 (1.6)	0.32±0.00 (1/3)	0.65±0.01 (0.6)
<i>ruf.</i>	2.71±0.07 (2.3)	2.61±0.08 (2.5)	1.24±0.03 (1.3)	2.64±0.04 (3.0)	0.51±0.01 (2/5-1/2)	1.39±0.04 (1.0)
<i>aur.</i>	2.24±0.03 (2.0)	2.80±0.06 (2.7)	1.45±0.03 (1.5)	2.31±0.13 (2.0)	0.53±0.02 (1/2)	1.23±0.03 (1.0)
<i>bia.</i>	2.66±0.05 (3.0)	2.77±0.09 (2.5)	1.26±0.02 (1.0)	2.51±0.09 (2.3)	0.52±0.05 (1/2)	1.40±0.05 (1.1)
<i>tri.</i>	0.25±0.05 (2.8)	2.74±0.04 (2.5)	1.40±0.03 (1.6)	2.42±0.06 (1.7)	0.49±0.01 (1/2)	1.29±0.03 (1.1)

( ) : Indices of original description species or Japanese species by Okada

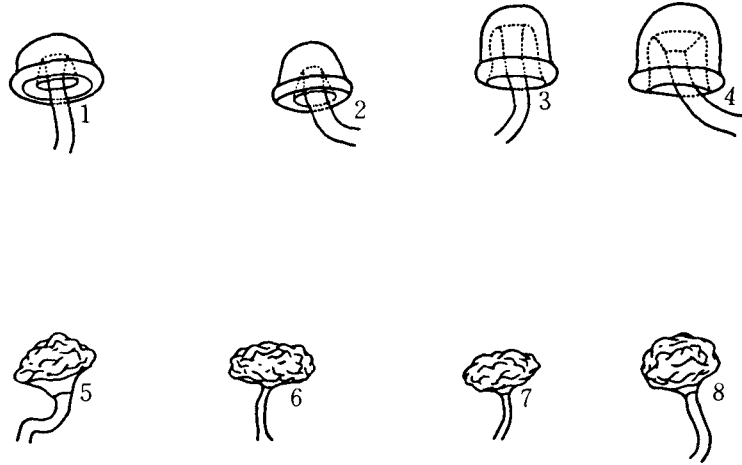


Fig.7. Spermathecae on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea.  
 1 : *D. melanogaster* 2 : *D. simulans* 3 : *D. lutescens* 4 : *D. suzukii*  
 5 : *D. rufa* 6 : *D. auraria* 7 : *D. biauraria* 8 : *D. triauraria*  
 Scale 0.05mm

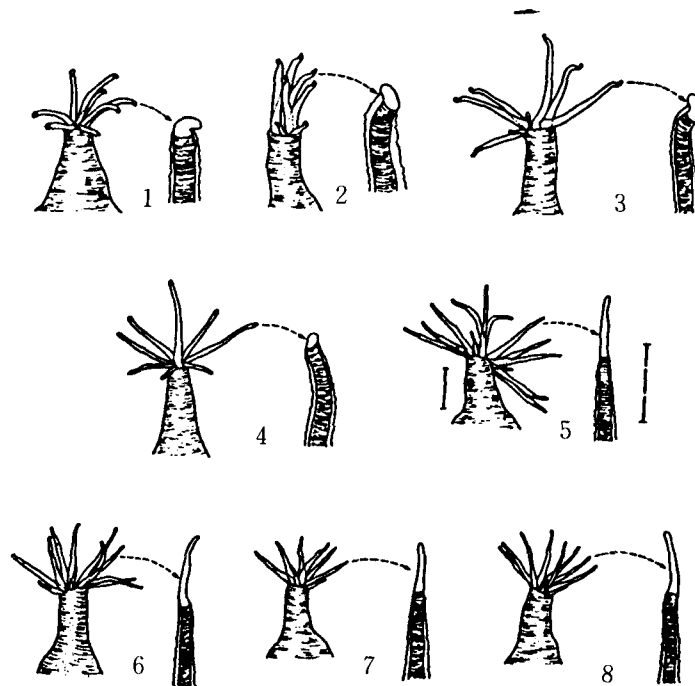


Fig.8. Puparial anterior spiracles on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea.  
 1 : *D. melanogaster* 2 : *D. simulans* 3 : *D. lutescens* 4 : *D. suzukii*  
 5 : *D. rufa* 6 : *D. auraria* 7 : *D. biauraria* 8 : *D. triauraria*  
 Scale : solid line, 0.1mm ; broken line, 0.05mm

한국산 종을 원기재종 또는 일본산 종과 비교 하였을때 다소간의 차이를 보였다. 특히 C-index, 5X index, P.I.에서 비교적 차이를 나타내었다.

한국산 *melanogaster* species group 8종에 대한 형태적 계통관계를 알아보기 위해서 33종류의 형태적 형질을 다음과 같은 기준으로 나누었다.

1. Aedeagus의 끝이 두갈래 이거나(0), 융합되어 있다(1)
2. Aedeagus가 빗살모양이 아니거나(0), 빗살모양 이다(1)
3. Aedeagus가 작은 연모로 덮혀있지 않거나(0), 덮혀있다(1)
4. Anterior paramere가 크거나(0), 작다(1)
5. Posterior paramere가 서로 접촉하고 있지 않거나(0), 접촉되어 있다
6. Posterior paramere가 가지모양을 하고 있지 않거나(0), 가지모양을 하고있다.
7. Novasternum의 caudal margin에 submedian spines이 존재하거나(0), 존재하지 않는다 (1)
8. Novasternum의 caudal margin에 median notch가 형성되지 않았거나(0), 형성되었다 (1)
9. Phallosomal index가 1보다 작거나(0), 크다(1)
10. Anal plate에 black teeth가 없거나(0), 있다(1)
11. Secondary clasper가 없거나(0), 있다(1)
12. Clasper위에 secondary teeth가 없거나(0), 있다(1)
13. Genital arch에 caudal margin이 없거나(0), 있다(1)
14. Genital arch의 끝이 좁거나(0), 좁지 않다(1)
15. Arista의 위쪽 가지가 5개 이거나(0), 6개이다(1)
16. Palpus에 센털이 1개 이거나(0), 여러개이다(1)
17. Eye의 최대길이와 cheek의 최대길이 비가 1/7이하 이거나(0), 이상이다(1)
18. 제1안연강모(Orb<sub>1</sub>)와 제2안연강모(Orb<sub>2</sub>)의 비가 약 1 이거나 (0), 약 2/3이다(1)
19. 제1구연강모(Or<sub>1</sub>)와 제2구연강모(Or<sub>2</sub>)의 비가 0.5보다 작거나(0), 0.5이다(1)
20. 수컷의 머리 정수리에 흰점이 없거나(0), 있다(1)
21. Sterno index가 약 0.5 이거나(0), 약 0.7이다(1)
22. Acrostichal hair가 8줄 이거나(0), 6줄이다(1)
23. C-index가 3.0 보다 작거나(0), 크다(1)
24. 4V-index가 2.5 보다 작거나(0), 크다(1)
25. 5X-index가 2.6 보다 작거나(0), 크다(1)

- 26. 3cf-index가 0.4 보다 크거나(0), 작다(1)
- 27. 수컷의 날개 끝 부위에 검은점이 있거나(0), 없다(1)
- 28. 첫째 다리의 첫째 부절에 sex comb의 수가 20개 이상이거나(0), 20개 이하이다(1)
- 29. 첫째 다리의 두번째 부절에 sex comb가 있거나(0), 없다(1)
- 30. Egg에서 filament를 제외한 길이와 filament의 길이 비가 2/3이상 이거나(0), 이하이다(1)
- 31. Puparial anterior spiracles의 가지 끝이 hooked형 이거나(0), pointed형이다(1)
- 32. 6부절에 강모가 없거나(0), 있다(1)
- 33. Spermatheca가 검은색 이거나(0), 흰색 이다(1)

이상의 33개 형질을 0, 1의 binary character로 나눈 data matrix는 Table 2와 같으며, Table 2의 data matrix로 Gower(1971)의 similarity coefficient를 구한 결과는 Table 3과 같다.

*D. auraria*와 *D. triauraria* 사이의 similarity coefficient가 0.889로 가장 높았으며 *D. triauraria* 와 *D. biauraria*(0.778), *D. biauraria*와 *D. rufa*(0.778), *D. auraria*와 *D. biauraria* (0.722), *D. melanogaster*와 *D. simulans*(0.714) 사이는 0.7이상으로 높았다.

Similarity coefficient를 Sneath and Sokal(1973)의 방법에 따라 single linkage, complete linkage, UPGMA법으로 cluster한 결과는 Fig.9와 같다.

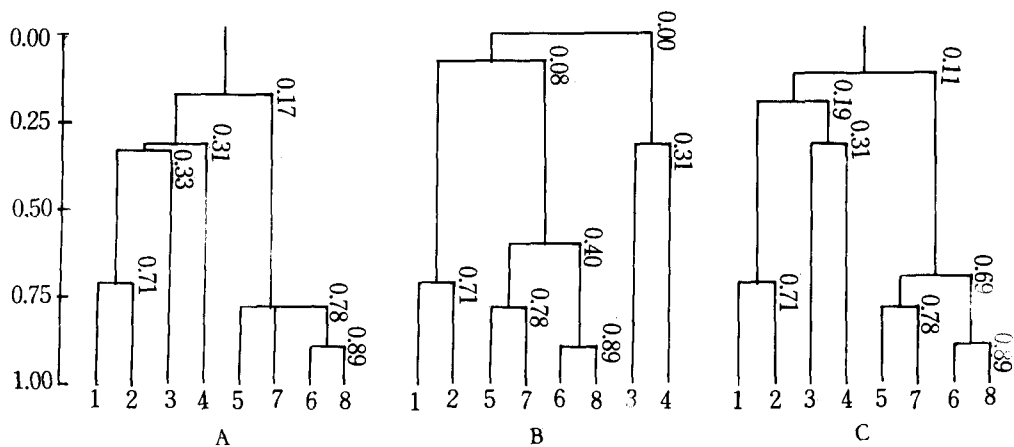


Fig.9. A dendrogram on the eight species of the *melanogaster* species group based on similarity coefficient.

A : Single linkage B : Complete linkage C : UPGMA

1 : *D. melanogaster* 2 : *D. simulans* 3 : *D. lutescens* 4 : *D. suzukii*

5 : *D. rufa* 6 : *D. auraria* 7 : *D. biauraria* 8 : *D. triauraria*

Table 2. Data matrix on the eight species of the *melanogaster* species group compared over 33 diagnostic characters, each of which is coded in binary characters

Char.	<i>mela.</i>	<i>simu.</i>	<i>lute.</i>	<i>sizu.</i>	<i>rufa</i>	<i>aura.</i>	<i>biau.</i>	<i>tria.</i>
1	0	0	0	0	1	1	1	1
2	1	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	1	1	1
4	1	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	1	1
6	1	1	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	1
8	0	1	0	0	1	0	1	1
9	0	0	0	0	1	1	1	1
10	0	0	0	0	1	1	1	1
11	0	0	0	1	0	0	0	0
12	0	0	1	1	0	0	0	0
13	1	1	0	0	0	1	1	1
14	1	1	1	0	1	1	1	1
15	1	1	0	0	0	0	0	0
16	1	1	0	0	0	0	0	0
17	0	1	1	0	1	0	0	0
18	0	0	1	0	1	0	0	0
19	0	0	0	1	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	1	1	1
21	0	0	1	1	0	0	0	0
22	0	0	0	0	1	1	1	1
23	0	0	0	1	0	0	0	0
24	1	1	1	1	0	0	0	0
25	0	0	0	0	1	0	1	0
26	1	0	0	1	0	0	0	0
27	1	1	1	0	1	1	1	1
28	0	0	0	0	1	1	1	1
29	1	1	0	0	0	0	0	0
30	1	0	0	0	0	1	0	1
31	0	0	0	0	1	1	1	1
32	0	0	0	0	0	1	0	1
33	0	0	0	0	1	1	1	1

Single linkage에서의 *D. melanogaster*에 *D. simulans*, *D. lutescens*, *D. suzukii*가 차례로 cluster되었으며, *D. auraria*와 *D. triauraria*가 cluster된 것과 *D. rufa*와 *D. triauraria*가 같은 similarity coefficient(0.78)에서 cluster되었다. 그리고 complete linkage에서는 8종을 3개의 subgroup으로 나눌수 있었는데, *D. melanogaster*와 *D. simulans*가 cluster되어 subgroup을

형성하였고 *D. triauraria*와 *D. auraria*, *D. rufa*와 *D. biauraria*가 각각 cluster되어 subgroup을 이루었다. 또한 *D. lutescens*와 *D. suzukii*는 낮은 similarity coefficient(0.31)에서 cluster되어 다른 subgroup을 형성 하였다.

Table 3. Similarity coefficient(Gower's) based on 33 binary characters

Species	<i>mela.</i>	<i>simu.</i>	<i>lute.</i>	<i>suzu.</i>	<i>rufa</i>	<i>aura.</i>	<i>biau.</i>
<i>D. simulans</i>	0.714						
<i>D. lutescens</i>	0.250	0.333					
<i>D. suzukii</i>	0.118	0.056	0.308				
<i>D. rufa</i>	0.120	0.174	0.211	0.000			
<i>D. auraria</i>	0.161	0.120	0.087	0.000	0.600		
<i>D. biauraria</i>	0.083	0.130	0.136	0.000	0.778	0.722	
<i>D. triauraria</i>	0.160	0.160	0.087	0.000	0.650	0.889	0.778

한편, UPGMA에서는 *D. melanogaster*와 *D. simulans*가 cluster된 것과 *D. lutescens*와 *D. suzukii*가 cluster된 것이 subgroup을 형성 하였고, *D. auraria*와 *D. triauraria*, *D. rufa*와 *D. biauraria*가 cluster된 것이 다른 subgroup을 형성하였다.

#### IV. 논의

*Drosophila melanogaster* species group의 특징은 체색이 노란색 계통이며, ventral receptacle이 비교적 길고 나선형의 testis가 초파리과에서 중간정도 크기를 갖는 것 등이다. 또한 수컷의 앞다리에 sex comb가 있고 sterno index는 0.6-0.7의 범위에 든다.

본 연구에 사용된 *melanogaster* species group 8종의 현행 분류체계 (Lemeunier *et al.*, 1986)에서는 *D. melanogaster*와 *D. simulans*는 *melanogaster* subgroup이며, *D. lutescens*는 *takahashii* subgroup에 속한다. *D. suzukii*는 *suzukii* subgroup이며, *D. rufa*, *D. auraria*, *D. biauraria*, *D. triauraria*는 *montium* subgroup에 속한다. 그리고 *suzukii* subgroup은 *melanogaster* species group의 subgroup중 가장 primitive하다고 알려져 있으며(Hsu, 1949; Okada, 1954), *melanogaster* species group의 기원지는 South-east Asia로 알려져 있다(Bock and Wheeler, 1972; Bock, 1980; Ashburner *et al.*, 1986). *D. melanogaster*와 *D. simulans*는 cosmopolitan species이며, *D. lutescens*는 한국, 일본에, 그리고 *D. suzukii*는 한국, 일본, 중국, 태국, 하와이 및 인도등에 분포한다. 또 *D. rufa*와 *D. auraria*는 한국, 일본, 중국, 인도에

분포하며, *D. biauraria*와 *D. triauraria*는 한국, 일본에 분포하고 있다(Bächli and Pite, 1982; Lemeunier *et al.*, 1986). 이와 같이 *melanogaster* species group에 속하는 종들은 그 생태적 서식지가 다양할 뿐 아니라 근연종간의 형태적 특징에 있어서도 종 특이적 형질에서부터 종간의 구분이 되지않은 형질에 이르기까지 종간 또는 종내의 형태적 변이가 매우 많은 것으로 알려져있다. 그러나 국내에 기록된 Drosophilidae중 많은 수는 분포상에서만 언급되어 있는 경우가 많아 정밀한 검토가 요구되어 왔으며, 본 연구에서는 한국산 *melanogaster* species group 8종의 여러부위의 형태를 제시 하였다(Fig.1-8).

곤충의 생식기는 몸의 부위중 가장 변이가 없으며, 분류 및 계통학 연구의 주요 부위가 된다. 특히 P.I.는 계통을 연구하기에 좋은 재료이다. Okada(1953)는 Drosophilidae 여러종의 P.I.를 측정 비교하여 primitive species 일수록 P.I.가 작다는 model을 제안하였다. 본 연구에서 측정한 P.I.를 이 model에 근거하여 보면 *melanogaster* subgroup(*D. melanogaster*, *D. simulans*) 과 *suzukii* subgroup(*D. suzukii*)이 primitive subgroup이며 *takahashii* subgroup(*D. lutescens*), *montium* subgroup(*D. rufa*, *D. auraria*, *D. biauraria*, *D. triauraria*) 순임을 알수 있다. 그리고 *D. auraria* complex에 속하는 3종의 P.I.를 보면 *D. auraria*, *D. triauraria*, *D. biauraria* 순으로 진화된 것으로 추측 할 수 있다. 또한, Okada(1968)는 puparial anterior spiracle의 형태가 conical type에서 clubbed type, hooked type, pointed type순으로 진화가 이루어졌다는 model을 제안하였다. 본 연구결과를 이 model에 적용 시켜보면, *suzukii* subgroup에서 *takahashii* subgroup을 거쳐 *melanogaster* subgroup으로 진행되는 line과 *suzukii* subgroup에서 *montium* subgroup으로 진행되는 다른 line으로 나눌수 있다. 이 결과는 Ashburner 등(1984)이 metaphase chromosome 연구에서 *melanogaster* species group의 8 subgroup을 3 line으로 보고한 결과와 일치 한다.

한국산 *melanogaster* species group 8종의 wing indices와 phallosomal indices를 원기재종 또는 일본산 동일종으로 비교하여 본 결과 다소간의 차이를 나타내었으나 이것은 종내변이로 볼수 있다. 이러한 현상은 지리적인 격리와 서식환경의 차이에서 기인된 것으로 생각되며, 한국종과 원기재종은 각기 독립된 집단을 이루고 있음을 나타내는 것이라 볼수 있다.

형태적 형질을 중심으로 종간의 계통관계를 밝히는 방법의 하나로 수리학적 분석을 응용할 수 있다. 수리학적 분석은 결과에 대한 반복성과 객관성을 주요 장점으로 한다. Sneath and Sokal(1973)은 가능한 많은 양의 형질을 사용하여 개개의 형질에 동일한 비중을 두고 각각의 형태적 유사성에 근거한 체계적 유사성은 서로 함수관계에 있다는 근본원리를 제시하였다. 수리학적 분석중 cluster analysis의 주요 3가지 형태는 single linkage, complete linkage, average linkage가 있으며 UPGMA는 average linkage에 속한다. 본 연구에서 33개



형질을 binary character로 분석하였을때 위의 3가지 분석방법에서 약간의 차이를 나타냈지만, 한국산 *melanogaster* species group 8종은 *D. melanogaster*와 *D. simulans*, 그리고 *D. auraria*, *D. bauraria*, *D. triauraria*가 높은 similarity coefficient에서 cluster되어 subgroup을 형성하며, *D. lutescens*와 *D. suzukii*가 각각의 subgroup을 형성하는것은 일치한다고 할수 있다. 한편, cluster analysis를 수행함으로써 4 subgroup간의 유연관계를 알수있다. 즉 *D. suzukii*가 속한 subgroup은 *D. lutescens*가 속한 subgroup과 유연관계가 가장 높으며, *D. melanogaster*, *D. simulans*가 속한 subgroup, *D. rufa*, *D. auraria*, *D. bauraria*, *D. triauraria*가 속한 subgroup 순으로 유연관계가 높았다. 그리고 *D. auraria* complex 3종간의 관계에서는 *D. auraria*는 *D. bauraria*보다 *D. triauraria*에 더 가까운 유연관계에 있다고 본다.

## V. 적요

*Drosophila melanogaster* species group에 속하는 한국산 *D. melanogaster*, *D. simulans*, *D. lutescens*, *D. suzukii*, *D. rufa*, *D. auraria*, *D. bauraria*, *D. triauraria*의 8종을 대상으로 형태학적 분석과 수리학적 분석을 실시하여 이 종들 사이의 계통관계를 알아보려고 하였다.

1. 한국산 *Drosophila melanogaster* species group에 속하는 8종에 대하여 외부 및 내부 형태를 도시하였다. 이들을 원기재종과 비교하였을때 내부 및 외부 생식기의 구조, 시맥지수 등에서 약간의 차이를 발견할수 있으나 이러한 차이는 종내의 지리적 변이로 생각할수 있다.

2. 33개의 형태적 형질에 따른 8종의 수리학적 분석은 single linkage, complete linkage, UPGMA로 실시하였는데 *D. melanogaster*와 *D. simulans* 사이에 높은 similarity를 보였으며, 또 *D. auraria*, *D. bauraria*, *D. triauraria* 사이에서도 높은 similarity에서 clustering 되어 근연종임을 알수 있다.

3. 한국산 *melanogaster* species group 8종의 계통관계는 4개의 subgroup으로 나누어지며 이들은 2개의 line으로 갈라졌다. 즉, *D. suzukii*의 subgroup, *D. lutescens*의 subgroup, *D. melanogaster*와 *D. simulans*의 subgroup이 속한 line과, *D. rufa*, *D. auraria*, *D. bauraria*, *D. triauraria*가 속한 subgroup의 다른 line으로 나눌수 있다.

## 〈Reference〉

- Ashburner, M., M. Bodmer and F. Lemeunier, 1984, On the evolutionship of *Drosophila melanogaster*. Dev. Genet. 4 : 295-312.
- Bächli, G. and M. T. Rocha Pite, 1982. Annotated bibliography of palearctic species of Drosophilidae (Diptera). Beitr. Ent.(Berlin) 32 : 303-392.
- Bock, I. R., 1980. Current status of the *Drosophila melanogaster* species group (Diptera). Syst. Entomol. 5 : 341-356.
- Bock, I. R. and M. R. Wheeler, 1972. The *Drosophila melanogaster* species group. Univ. Texas Publ. 7213 : 1-120.
- Chung, Y. J., S. H. Oh and B. J. Rho, 1959. Intertypic variation of 6 kinds of bristles on male genitalia in *Drosophila auraria* Peng. J. Kor. Cult. Res. Inst. 1 : 377-390.
- Gower, J. C., 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. Biometrics, 27 : 857-871.
- Dobzhansky, Th., 1970. Genetics of the evolutionary process. Columbia Univ. press, (New York). 505pp.
- Hsu, T. C., 1949. The external genital apparatus of male Drosophilidae in relation to systematics. Univ. Texas Publ. 4920 : 80-142.
- Kim, K. W., 1962. Studies on the external male genitalia of Drosophilidae in Korea. Theses of Chonnam Univ. 7 : 117-137.
- Lee, B. W., 1967. Taxonomy, and ecological study of Drosophilidae in Mt. Sokli, Rev. of Sci. and Eng. Chung-Ang Univ. 3 : 60-86.
- Lee, T. J. and J. K. Choo, 1970. Genetics studies in male phallic organ of *Drosophila auraria*. Rev. of Sci. and Eng. Chung-Ang Univ. 6 : 31-39.
- Lee, T. J. and Y. C. Kim, 1972. A study on the variation and inheritance of bristle number of 6th sternites in male of *Drosophila auraria*. Rev. of Sci. and Eng. Chung-Ang Univ. 8 : 23-24.
- Lee, T. J. and N. W. Kim, 1987. Systematic study of the Drosophilidae in Korea. J. of Nat. Sci. Chung -Ang Univ. 1 : 113-129.
- Lee, T. J. and C. Y. Song, 1971. Variation and inheritance of the wing vein in three race of *Drosophila auraria*. Rev. of Sci. and Eng. Chung-Ang Univ. 7 : 3-11.
- Lemeunier, F., J. R. David, L. Tsacas and M. Ashburner, 1986. The *melanogaster* species group. The genetic and biology of *Drosophila*. Vol. 3e. pp.147-253.
- Okada, T., 1953. Comparative morphology of the Drosophilidae flies. III. The "phallosomal index" and its relation with systematics. Jpn. Zool. Magazin 62 : 278-283.
- Okada, T., 1954. Comparative morphology of the Drosophilidae flies. I. Phallic organs of *melanogaster* group. Kontyu 22 : 36-48.
- Okada, T., 1956. Systematic study of Drosophilidae and allied families of Japan. Gihodo Co., (Tokyo) 183pp.
- Okada, T., 1968. Systematic study of the early stage of Drosophilidae. Bunk Zugeisha Co., (Tokyo). 188pp.
- Okada, T., 1982. A revision of the subgenus *Pseudostegana* of the Genus *Stegana* (Diptera : Drosophiloidae) with description of eight new species. Pacific Insects 24 : 39-49.
- Okada, T., 1984. New or little known species of *Drosophila* (*Lordiphosa*) with taximetical

- analysis(Diptera, Drosophilidae). Kontyu 52 : 565-575
- Okada, T., 1986. The genus *Mycodrosophila* Oldenberg(Diptera, Drosophilidae) of Southeast Asia and New Guinea II. Atypical species. Kontyu 54 : 291-302.
- Sneath, P. H. A. and R. R. Sokal, 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman and Company, San Francisco. 573 pp.

<ABSTRACT>

Morphological and taximetical analysis on the eight species of the *Drosophila melanogaster* species group in Korea

Lee Taek Jun\*

Kim Nam Woo\*\*

Phylogenetic relationships among the eight species of the *Drosophila melanogaster* species group, including *D. melanogaster*, *D. simulans*, *D. lutescens*, *D. suzukii*, *D. rufa*, *D. auraria*, *D. bauraria* and *D. triauraria*, were investigated by morphological and taximetical analysis.

For the eight species of the *melanogaster* species group in Korea, their internal and external morphologies were illustrated.

Compared with the original discription species they showed a little differences in their external and internal structure of genitalia, and wing indices. These differences, however, can be guessed as the geographical variation of intraspecific.

The taximetical analysis of the eight species according to the 33 characters by cluster analysis was performed using single linkage, complete linkage and UPGMA. Between *D. melanogaster* and *D. simulans*, and among *D. auraria*, *D. bauraria* and *D. triauraria* were clustered at high similarity enough to suggest that they were closely relative species.

The result of morphological and taximetical analysis suggested that on the eight species of the *melanogaster* species group in Korea consisted of two lines ; the 1st line of subgroup of *D. suzukii*, subgroup of *D. lutescens*, subgroup of *D. melanogaster* and *D. simulans*, and 2nd line of subgroup of *D. rufa*, *D. auraria*, *D. bauraria* and *D. triauraria*.

\* Prof., Department of Biology, Colleg of Liberal Arts and Science

\*\* Instructor of Biology, College of Liberal Arts and Science