

초파리의 자연집단에 보유되어 있는 치사유전자 및
불임유전자에 대한 유전학적 연구

이 택 준·이 해 옥

(중앙대학교 생물학과)

Genetic Studies on Lethal and Sterility Genes Concealed in
Natural Populations of *Drosophila melanogaster*

Taek Jun Lee and Hae Ok Lee

(Department of Biology, Chungang University)

(Received April 25, 1984)

SUMMARY

The present experiments were carried out to understand the genetic structure of the natural population by means of the frequencies of recessive lethal and sterility genes on the second chromosomes of *Drosophila melanogaster*. The natural populations used for experiment were Anyang, Kimpo and Ulsan populations in 1982 and 1983.

The mean frequencies of deleterious gene (lethal plus semilethal) were estimated 29.01% in Anyang, 30.07% in Kimpo and 32.31% in Ulsan population.

Allelism rates on the chromosome between lethals extracted from natural populations were examined within or between populations. The mean allelism rates were showed 2.28% in Anyang, 1.90% in Kimpo and 2.17% in Ulsan. The values of elimination (IQ^2) were estimated by frequencies of deleterious genes and allelism rates. The mean values of elimination were 0.0020 in Anyang, 0.0019 in Kimpo and 0.0023 in Ulsan population.

The effective population size was estimated by using a formula by Nei. Anyang, Kimpo and Ulsan populations were about 2,900, 3,600 and 3,200, respectively. These data suggest that Korean populations of *Drosophila melanogaster* attained to stable breeding units of intermediate size, ranging from 2,900 to 3,600 pairs of fertile individuals.

* 본 연구는 한국과학재단 연구조성비 (1983)에 의하여 이루어진 것임.

The allelism rates among three populations were lower in geographically far distance than those of geographically near distance. The mean frequencies of interpopulational allelisms, Anyang-Kimpo, Anyang-Ulsan and Kimpo-Ulsan were 0.336%, 0.182% and 0.137%, respectively.

The persistence rate of lethal genes for two years was 8.33% in Ulsan population.

The mean frequencies of the phenotypic sterile flies were 3.80% in males and 1.97% in females, respectively.

The frequencies of the sterility genes on the second chromosomes in the natural populations were not different significantly between populations and between years. The mean frequencies of the sterility genes were 3.07% in females, 2.41% in males and 0.46% in both sexes.

서 론

생물 집단속에는 많은 종류의 유전적변이가 있으며 이들 변이의 겹출 및 보유기구의 연구는 집단유전학이나 진화유전학의 중심과제로 되어있다.

초파리의 자연집단에는 개체의 생존력에 적접적인 영향을 미칠수 있는 많은 유해 유전자 가 heterozygous 상태로 존재하고 있다는 것은 잘 알려진 사실이다.

초파리의 자연집단의 유전적구조를 파악하기 위해서 집단내에 존재하는 치사유전자 및 불임유전자에 대한 연구가 진행되어 왔다. 치사유전자에 대한 연구로는 Ives (1945)가 미국의 Massachusetts와 Florida에서 *Drosophila*의 자연집단을 분석한 이후 Hiraizumi와 Crow (1960)와 Greenberg와 Crow (1960)는 미국의 Wisconsin 집단에 대하여 조사한 결과 유해 유전자 (L+SL)의 빈도가 20~30%의 범위였었고, Dawood (1961)는 Egypt 집단에서 약 30%의 빈도였음을 발표한 바 있다. 또한 Goldschmidt등 (1955)은 Israel 집단에서 약 40%의 유해유전자 빈도를 보고한 바 있고, Dubinin (1946)은 USSR 집단에서 약 25%의 빈도를 보고한 바 있다.

일본 집단의 경우, Kofu-Katsunuma 집단에 대하여 Oshima와 그의 연구팀에 의하여 장기간 조사된 바 있다 (Oshima와 Kitagawa, 1961; Oshima, 1969; Watanabe, 1969; Watanabe 등, 1976). 일본의 Kofu-Katsunuma 집단에서의 lethal gene의 빈도는 1958년에서 1968년의 11년간에는 약 15~20%에서 평형을 유지해 왔으나, 1969년부터 1972년의 4년간에 약 2배로 증가한 결과를 보고한 바 있다. 또 이들은 일본의 Kofu-Katsunuma 지역의 치사유전자 빈도를 장기간 연차적 조사를 행하여 유전자의 유지기구를 밝혔다.

한편 일본집단에 대하여 Minamori등 (1973)이 1961년부터 11년간에 걸쳐 장기간 조사한 바에 의하면 유해유전자의 빈도가 1961년부터 1968년간에는 약 15~20%로 fluctuation pattern을 나타냈으나, 그후부터는 급증하여 1971년에는 37%에까지 달하여 3년간에 약 2배로 증가되었음을 밝혔다.

한국집단에 대한 연구는 Paik (1960, 1966), Paik과 Sung (1969), Choo와 Lee (1976), Choi (1978), Choi 등 (1983)에 의하여 이루어졌는데 유해유전자의 빈도가 대체로 약 15~

30%의 범위에 속하였다.

불임유전자에 관한 연구로서 Pavan등 (1951)은 Brazil에서 *Drosophila willistoni* 집단을 조사하였고, Dobzhansky와 Spassky (1953, 1954)는 *Drosophila pseudoobscura*, *Drosophila persimilis* 및 *Drosophila prosaltans* 등의 집단에 대한 조사를 하였다.

Oshima와 Watanabe (1973)는 일본의 Katsunuma 집단에서 *Drosophila melanogaster* 집단에 대한 조사를 하였는데, 열성불임유전자의 빈도는 수컷불임이 9.3%, 암컷불임이 5.3%로서 수컷불임유전자의 빈도가 높았음을 보고하였다. Choo와 Lee (1976)는 한국의 안양집단에서 *Drosophila melanogaster*에 대한 제 2 염색체상의 열성불임유전자의 빈도를 조사하였는데, 수컷불임이 9.1%, 암컷불임이 6.8% 그리고 암수양성불임이 2%라고 보고하였다.

본 연구는 지리적으로 격리되어 각각 이질적으로 변화하는 환경을 갖는 안양·김포 및 울산집단을 대상으로 하여 열성치사유전자와 열성불임유전자의 빈도를 조사하여 그 변화과정을 조사하였고, 또 추출해 낸 치사유전자들간의 동좌율을 조사하여 단일집단내 및 집단간의 유전적 조성을 비교하였고, 제거율과 연도별 치사유전자의 유지율을 조사하여 한국초파리집단의 유전적 구조를 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

초파리의 채집은 1982년과 1983년의 8월말에서 10월초사이에 행하였고, 채집방법은 주로 과수원에서 포충망을 이용하여 채집하였다.

채집장소는 경기도 안양시 이목리 일대의 과수원을 택하여 안양집단으로 하였고, 김포읍에 위치하는 풍국만수농장의 초파리집단을 김포집단, 그리고 울산시 공업단지 주변의 과수원에서 채집한 개체를 울산집단으로 하였다.

모든 교배실험과 사육은 *Drosophila melanogaster* media가 들어있는 사육병 (3×10 cm)을 사용하였으며, 실험중 사육실의 온도는 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였다. 제 2 염색체상의 열성치사유전자의 분석은 *Cy/Pm*법을 사용했다. 즉 *Cy/Pm* virgin 암컷 3개체와 각 자연집단에서 채집한 수컷 1개를 교배하여 (G-1), 분리된 제 2 염색체의 상동염색체중 하나의 염색체만을 homo화하기 위하여 제 2 세대 (G-2)의 *Cy/+* 수컷 1개체와 *Cy/Pm* virgin 암컷 3개체씩을 재교배하였다. 여기서 제 3 세대 (G-3)의 *Cy/+*를 자가교배 시킴으로서 나타나는 제 4 세대 (G-4)의 *Cy/+*와 *+/+*를 산정하였다.

정상염색체일 경우 표현형적분리비는 *Cy/+ : +/+*는 2 : 1이 될 것이므로 전체개체수에 대한 *+/+*의 출현빈도(%)는 다음과 같은 기준에 의해서 생존력을 판정하였다. 즉 정상형이 1% 이하일때는 lethal, 1.1~16.7%일 때는 semilethal, 16.8~25%일때는 subvital, 25.1~42%일 때는 normal, 42.1% 이상이면 supervital로 구분하여 산정하였다.

집단내의 치사유전자의 동좌성조사는 half-diallel crosses의 방법을 사용하였고, 집단간 및 연도별 치사유전자의 동좌성 분석은 full-diallel crosses의 방법을 택하였다.

한편 자연집단의 effective population size (*Ne*)는 다음 공식 (Nei, 1968)에 의해 산정하였다.

$$\begin{aligned} Ne &= (1 - Ig) / [4(IgU - u)] \\ Ig &= -\ln(1 - IcQ^2) / [\ln(1 - Q)]^2 \end{aligned}$$

- Ig: allelic rate of lethal gene
 Ic: allelic rate of lethal chromosome
 Q: frequency of lethal chromosome
 U: the mutation rate per chromosome
 u: the mutation rate per locus

여기서 U와 u는 각각 0.005 와 10^{-5} 으로 하였다.

표현형 불임개체의 빈도조사는 암컷은 사육병에 각각 한마리씩 넣고 5일간 사육한 후 유충의 유무를 확인하였고 유충이 생기지 않은 사육병의 암컷은 Oregon-R 수컷 2개체와 교배후, 유충의 유무를 재확인하였다. 수컷의 경우는 채집된 각 개체와 Oregon-R 암컷 virgin을 교배시켜 유충의 유무를 확인한 후 유충이 생기지 않은 개체에는 다시 다른 Oregon-R 암컷 virgin 2개체씩을 교배시켜 유충의 유무로 불임을 판정하였다.

열성의 불임유전자의 검출은 *Cy/Pm*법에 의해 검출된 제 4세대 (*G-4*)의 정상형 (+/+)의 수컷 및 암컷 virgin 5개체씩을 각각 Oregon-R 수컷 및 암컷 virgin 5개체씩과 교배시켜 유충의 유무를 확인하는 방법을 사용했다.

결 과

각 자연집단에서 채집한 초파리의 제 2염색체를 분석하여 얻은 생존력의 분포는 Table 1과 같다. 제 2염색체의 생존력분포에서 lethal gene의 빈도는 Ulsan ('83) 집단이 15.0%로 가장 낮은 빈도로 나타났으며 조사된 모든 집단은 15~23%의 범위에 포함되었다. 또한 semilethal gene의 빈도는 Kimpo ('83) 집단이 4.1%로 가장 낮았고, Ulsan ('83) 집단이 17.5%로 가장 높았으며 그의 다른 집단에서는 10% 내외로 나타났다.

반면 normal gene (+/+)의 빈도는 Anyang ('83) 집단이 51.9%로 가장 높게 나타났으며, 나머지 집단에서는 대체로 35% 이상을 나타내었다.

한편 제 2염색체의 lethal gene과 semilethal gene을 유해유전자라 부르는데, 이는 생물집단의 유전적 구조에 많은 영향을 미친다. 실험결과 안양과 김포집단의 경우는 조사년도 간에 다소의 차이가 있었으나 울산집단은 연도별 차이가 거의 없었으며 세집단 모두 유해유

Table 1. Homozygous viability for second chromosome of *D. melenogaster* extracted from natural populations

Population	No. of tested chromosomes	Viability classes(%)					
		L	SL	SV	N	SUV	L+SL
Anyang ('82)	164	33(20.11)	22(13.41)	46(28.05)	62(37.80)	1(0.61)	55(33.54)
Anyang ('83)	160	29(16.25)	13 (8.13)	36(22.50)	83(51.88)	2(1.25)	39(24.38)
Kimpo ('82)	194	42(21.65)	23(11.86)	62(31.96)	67(34.54)	•	65(33.51)
Kimpo ('83)	148	34(22.97)	6 (4.05)	38(25.68)	68(45.95)	2(1.35)	40(27.03)
Ulsan ('82)	168	38(22.62)	16 (9.52)	34(20.24)	80(47.62)	•	54(32.14)
Ulsan ('83)	160	24(15.00)	28(17.50)	39(24.38)	68(42.50)	1(0.63)	52(32.50)

전자의 빈도는 24~34%로 거의 유사하게 나타났다. 특히 supervital gene인 Kimpo ('83) 집단에서 1.4%로 가장 높게 나타났으며 Kimpo ('82), Ulsan ('83) 집단에서는 나타나지 않았다.

각 집단의 연도별 생존력의 분포 상황은 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. 그림에서 나타난 바와 같이 집단의 생존력 분포는 Kimpo ('82) 집단이 저 생존력을 나타내고 있고, 타 집단들의 생존력도 heterozygote의 생존력 33.3%보다 낮은율을 보여주었다.

자연집단에서 검출한 치사유전자 계통의 상호간 동좌율을 알기위해 실시한 각 집단의 half-diallel crosses의 결과는 Table 2와 같다. Anyang ('82) 집단은 22개의 lethal chromosome에서 allelic rate는 2.16%였으며 Anyang ('83) 집단은 16개의 lethal chromosome에서 allelic rate는 2.50%였다. Kimpo ('82) 집단에서 추출한 29 lethal chromosomes에 대하여 half-diallel crosses로 406 crosses를 행한 결과 7 crosses가 allelic crosses로 나타나 1.72%의 allelic rate를 나타냈으며 Kimpo ('83) 집단은 16개의 lethal chromosome의 allelic rate는 2.50%로 나타났다. 울산집단은 25 lethal chromosome에 대하여 half-diallel crosses로 300 crosses를 행한 결과 allelic rate는 Ulsan ('82)와 Ulsan ('83) 집단이 각각 2.3%와 2.0%로 나타났다.

이와같이 안양·김포·울산집단 모두 2%내외의 유사한 allelic rate를 보여주었다.

자연집단에서 치사유전자가 동형접합으로 되어 집단에서 제거되는 율을 계산할 수 있다. 집단의 유해유전자의 빈도를 Q라 하고 allelic rate를 I라 할때 IQ^2 를 산출하면 제거율이 되는데 그 산출 결과는 Table 3과 같다. 안양집단의 경우 ('82), ('83)년도의 제거율은 각각 0.24%, 0.15%로 나타났으며, 김포집단의 ('82), ('83)년도의 제거율은 각각 0.19%,

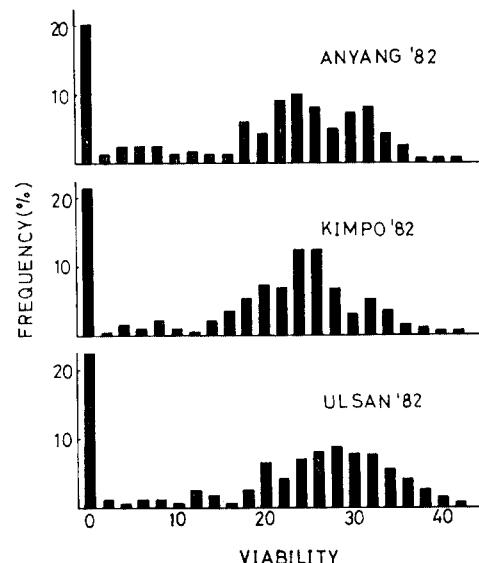


Fig. 1. Viability distributions homozygotes for second chromosomes extracted from natural populations of *D. melanogaster* in 1982.

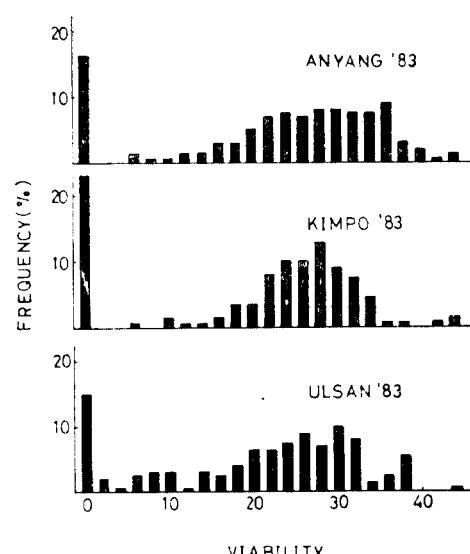


Fig. 2. Viability distributions of homozygotes for second chromosomes extracted from natural populations of *D. melanogaster* in 1983.

Table 2. The allelism test between lethals on second chromosomes extracted from natural populations of *D. melanogaster*

Population	No. of tested chromosomes	No. of tested crosses	No. of allelic crosses	Allelic rate (%)
Anyang ('82)	22	231	5	2.16
Anyang ('83)	16	120	3	2.50
Kimpo ('82)	29	406	7	1.72
Kimpo ('83)	16	120	3	2.50
Ulsan ('82)	25	300	7	2.33
Ulsan ('83)	25	300	6	2.00

Table 3. Elimination rate (IQ^2) calculated by homozygosis of the deleterious genes

Population	Frequency of allelism (I)	Frequency of L+SL (Q)	Elimination rate (IQ^2)
Anyang ('82)	0.0216	0.3354	0.0024
Anyang ('83)	0.0250	0.2438	0.0015
Kimpo ('82)	0.0172	0.3351	0.0019
Kimpo ('83)	0.0250	0.2703	0.0018
Ulsan ('82)	0.0233	0.3214	0.0024
Ulsan ('83)	0.0200	0.3250	0.0021

Table 4. Estimated number of the effective population size for natural population of *D. melanogaster*

Population	Q	Ic	Ig	$Ne(u=10^{-6})$
Anyang ('82)	0.2011	0.0216	0.0173	3211
Anyang ('83)	0.1625	0.0250	0.0210	2576
Kimpo ('82)	0.2165	0.0172	0.0135	4289
Kimpo ('83)	0.2297	0.0250	0.0194	2818
Ulsan ('82)	0.2262	0.0233	0.0181	3049
Ulsan ('83)	0.1500	0.0200	0.0170	3277

0.18%로 나타났다. 그리고 울산집단의 경우 ('82), ('83)년도의 제거율은 각각 0.24%, 0.21%로 나타나 세 집단이 모두 유사한 결과를 보였다.

집단의 유전적 조성을 비교하기 위하여 Ne의 공식에 의해 산출한 유효 생식집단의 크기는 Table 4와 같다.

1982년의 경우, 안양·김포 및 울산집단은 각각 3,211, 4,289, 3,049로 나타났으며, 1983년의 경우는 각각 2,576, 2,818, 3,277로 나타나 2,600~4,300 사이가 유효한 집단의 크기로 나타났다.

세 집단간의 치사유전자 상호간의 동좌율에 관한 실험결과는 Table 5와 같다. 1982년도의 경우, 안양과 김포사이의 full-diallel crosses의 총수는 638 crosses로서 이 가운데 allelic crosses로 판정된 것은 2 crosses로서 allelic rate는 0.313%로 나타났고, 안양과 울산집단사

Table 5. Frequency of interpopulational allelism

Population	No. of tested lethal chromosomes	No. of tested chromosomes	No. of allelic crosses	Allelic rate (%)	Distance (Km)
Anyang ('82)	22	638	2	0.313	35
Kimpo ('82)	29				
Anyang ('82)	22	550	1	0.182	330
Ulsan ('82)	25				
Kimpo ('82)	29	725	1	0.137	365
Ulsan ('82)	25				
Anyang ('83)	16	256	1	0.391	35
Kimpo ('83)	16				
Anyang ('83)	16	400	1	0.250	330
Ulsan ('83)	25				
Kimpo ('83)	16	400	1	0.250	365
Ulsan ('83)	25				

Table 6. Frequency of lethal chromosomes and persistence rate of lethal genes in Ulsan population

Year	No. of tested lethal chromosomes	No. of tested chromosomes	No. of allelic crosses	Allelic rate (%)	Rate of persistence (%)
1982	15				
1983	24	360	2	0.56	8.33

Table 7. Frequency of phenotypic sterile individuals in natural populations

Sex	Population	No. of tested individual	No. of sterile individual	Frequency (%)
Male	Anyang ('82)	120	5	4.17
	Anyang ('83)	260	8	2.97
	Kimpo ('82)	118	2	1.69
	Kimpo ('83)	182	8	4.40
	Ulsan ('82)	108	4	3.70
	Ulsan ('83)	202	11	5.45
Total		999	38	3.80
Female	Anyang ('82)	120	3	2.50
	Anyang ('83)	260	6	2.31
	Kimpo ('82)	116	2	1.72
	Kimpo ('83)	202	3	1.49
	Ulsan ('82)	108	2	1.85
	Ulsan ('83)	260	5	1.92
Total		1,066	21	1.97

Table 8. Frequency of recessive sterility genes extracted from natural populations

Sterility genes	Population	No. of tested chromosomes	No. of sterile chromosomes	Frequency (%)
Male	Anyang ('82)	167	5	2.99
	Anyang ('83)	145	2	1.38
	Kimpo ('82)	58	4	6.90
	Kimpo ('83)	132	4	3.03
	Ulsan ('82)	66	2	3.03
	Ulsan ('83)	136	0	0.00
Total		704	17	2.41
Female	Anyang ('82)	149	10	6.71
	Anyang ('83)	145	1	0.69
	Kimpo ('82)	54	2	3.70
	Kimpo ('83)	132	3	2.27
	Ulsan ('82)	69	2	2.90
	Ulsan ('83)	136	3	2.21
Total		685	21	3.07
Both sexes	Anyang ('83)	132	0	0.00
	Anyang ('83)	145	1	0.69
	Kimpo ('82)	46	2	4.35
	Kimpo ('83)	132	0	0.00
	Ulsan ('82)	60	0	0.00
	Ulsan ('83)	136	0	0.00
Total		651	3	0.46

이의 allelic rate는 0.182%였으며, 김포와 울산집단간은 0.137%로 나타났다. 1983년도의 집단간 allelic rate는 안양과 김포집단간이 0.391%, 안양과 울산집단간은 0.250%였으며 김포와 울산집단간에는 0.250%로 나타났다.

Table 5에서 보는 바와 같이 안양과 울산집단사이의 allelic rate의 크기는 다른 두집단간의 allelic rate에 비해 높다는 것을 알 수 있다. 이와같이 나타난 각 집단간의 동좌율과 각 집단간의 거리와의 관계를 보면 세 집단 가운데 가장 가까운 거리에 있는 안양과 김포집단간(약 35 km)의 평균동좌율은 0.34%였고, 멀리 떨어져 있는 안양과 울산집단간(약 330 km), 김포와 울산집단간(약 365 km)의 allelic rate는 각각 0.18%와 0.14%로 나타났다.

울산집단의 치사유전자에 대한 연도별 동좌율과 유지율조사 결과는 Table 6과 같다. 1982년도의 15계통의 치사유전자와 '83년도의 24계통의 치사유전자간의 연도별 동좌율 실험에서 full-diallel crosses의 총수는 360 crosses이며 이 가운데 allelic crosses으로 판명된 것은 2 crosses이고 allelic rate는 0.56%로 나타났다. 치사유전자의 유지율은 '83년도에 24개중 2개로서 8.33%로 나타났다.

표현형불임개체의 분석결과는 Table 7과 같다. 수컷의 표현형 불임개체의 비도는 1982년

안양집단에서 120개체중 5개체가 불임으로 4.17%를 나타냈고 1983년 안양집단에서는 269개체중 8개체가 불임으로 2.97%로 나타났다. 김포집단에서는 1982년도에 118개체 교배중 2개체에서 불임을 나타내어 1.67%였으며 1983년도에는 182개체 교배중 8개체가 불임으로 나타나 4.40%로서 안양집단과 김포집단은 대체로 비슷한 빈도를 나타내었다. 울산집단의 경우 1982년에는 108개체중 4개체로 3.70%였고, 1983년에는 202개체중 11개체로서 5.45%를 나타내어 다른 두 집단에 비해 다소 높은 빈도를 보였다.

한편 암컷의 표현형 불임개체의 빈도는 안양집단의 경우 1982년도에는 120개체중 3개체로서 2.50%를, 1983년도에는 260개체중 6개체로서 2.31%로 나타나 전년도와 비슷하였으며, 김포집단과 울산집단에 비해 높은 빈도로 나타났다. 1982년 김포집단의 암컷불임빈도는 116개체 교배에서 2개체가 불임으로 1.72%를, 1983년 김포집단에서는 202개체 교배에서 3개체가 불임으로 1.49%를 나타내 세 집단 중 가장 낮은 빈도로 분석되었다. 울산집단의 표현형 암컷불임은 1982년도가 108개체중 2개체로 1.85%, 1983년도가 260개체중 5개체로 1.92%로 연도별 차이는 나타나지 않았다. 전체적으로 보면 세 집단의 수컷 표현형불임 개체의 빈도는 총 999개체중 38개체가 불임으로 나타나 3.80%였고 세 집단의 암컷불임 개체의 빈도는 총 1,066개체중 21개체로서 1.97%로 나타나 수컷의 평균불임 개체의 빈도보다 월등히 낮았다.

안양·김포 및 울산집단의 1982년도와 1983년도의 열성 불임유전자의 빈도조사 결과는 Table 8과 같다. 각 집단간에 다소의 차이는 있으나 평균 불임유전자의 빈도는 수컷불임이 2.41%, 암컷불임이 3.07%로 나타나 암컷불임의 빈도가 수컷의 빈도보다 약간 높게 나타났다. 한편 암수 양성불임의 평균빈도는 0.46%의 매우 낮은 빈도로 나타났다.

논　　　의

세계 여러지역에서 조사된 유해유전자의 빈도는 지역에 따라 많은 차이를 나타내고 있다. Ives (1945)는 미국의 Massachusetts에서 *Drosophila melanogaster* 자연집단을 조사하여 lethal gene은 44.1%, semilethal gene은 22.9%라고 보고했고, Hiraizumi와 Crow (1969)의 발표에 의하면 미국 Wisconsin에서 lethal gene은 9.2%, semilethal gene은 19.6%라고 보고하였다.

한편 Goldschmidt등 (1955)은 Israel 집단에서 lethal gene은 32.2%, semilethal gene은 7.0%라고 보고하였고, Dawood (1961)는 Egypt 집단에서 lethal gene은 20.3% semilethal gene은 10.95%라고 보고하였다. 일본집단의 경우 Oshima등 (1971)은 일본 Kofu-Katsunuma 집단에서 lethal gene은 25.8%, semilethal gene은 14.1%라고 보고하였으며, Minamori등 (1973)은 일본 Hiroshima 집단을 조사하여 lethal gene은 20.70%, semilethal gene은 10.95%라고 보고하였다.

Paik (1966)은 한국의 남부지방에서 조사한 결과 lethal gene이 10.1%, semilethal gene이 5.1%라고 보고하였으며, Choo와 Lee (1976)에 의하면 안양집단에서 1971년부터 3년간의 평균이 lethal gene은 21.6%, semilethal gene은 6.6%로 보고하였고, Choi와 Paik (1983)은 안양집단에서 lethal gene의 빈도를 평균 14.8%, semilethal gene의 빈도를 평균 9.3%로 보고하였다.

본 실험에서 조사한 결과, 1982년과 1983년의 평균은 안양집단이 *lethal gene*은 18.21%, *semilethal gene*은 10.80%였고, 김포집단이 *lethal gene*은 22.22%, *semilethal gene*이 8.48%였으며, 울산집단은 *lethal gene*이 18.90%, *semilethal gene*이 13.41%로 나타나 세 집단의 치사유전자의 빈도는 18~22% 내외로 분포되어 있음을 알았다. 즉 공장지대 (울산집단)의 유해유전자의 빈도는 전원지대 (안양 및 김포집단)와 별 차이가 없었다.

자연집단에서 검출한 치사유전자의 동좌율은 자연집단의 유전적구성을 분석하는 데 있어 하나의 방법이 되어왔다.

Ives (1945), Hiraizumi 등 (1960), Band와 Ives (1963)는 각각 미국의 Massachusetts, Wisconsin 그리고 Florida 집단을 조사한 결과 동좌율은 0.33~0.60%, 제거율은 0.03~0.15%의 분포였음을 보고하였다.

일본집단은 Oshima와 Kitagawa (1961)와 Minamori 등 (1962)에 의해 Sujama-Juriki 집단과 Hiroshima 집단이 각각 조사되었는데 동좌율은 2.79~6.98%였고, 제거율은 0.07~0.09%의 분포였다.

한국집단의 경우 Paik (1966)에 의해 조사된 결과 동좌율과 제거율은 각각 1.72%와 0.04%였고, Choi (1978)에 의해 조사된 안양집단의 동좌율은 3.14%, 제거율은 0.22%로 나타났다.

본 실험에서 조사한 결과, 안양·김포·울산집단의 2년간 평균동좌율은 각각 2.28%, 1.90%, 2.17%로 나타났고, 제거율의 2년간 평균은 안양집단이 0.20%, 김포집단이 0.19%, 울산집단이 0.23%로서 세 집단이 유사하게 나타났다. 본 실험결과를 구미지역에서 나타난 결과와 비교해 보면 동좌율과 제거율이 모두 크게 나타나 지역적인 특성이 있음을 알 수 있다.

Minamori 등 (1962)은 초파리의 자연집단을 크게 둘로 나누어 Uracia-Far East 집단과 American 집단으로 가설정하였으며, Watanabe (1969)는 미국과 지중해지역의 초파리집단은 유해유전자의 빈도가 높고, 동좌율은 낮은 대집단이며, 일본·한국·소련지역 등의 초파리의 자연집단은 유해유전자의 빈도가 낮고 동좌율이 높은 중집단이라 하였다.

Mukai와 Yamaguchi (1974)는 미국의 Raleigh 집단에서 3년간의 유효 생식 집단의 크기를 산출한 결과 각각 24,000, 22,000, 11,500으로 집단의 크기가 10,000을 넘는 대집단이라고 보고한 바 있다.

본 실험에서 조사된 내용을 Nei (1968)의 공식에 의해 추산한 유효생식집단의 2년간 평균은 안양집단이 약 2,900, 김포집단이 약 3,600, 울산집단이 약 3,200으로서, 한국집단은 약 2,900~3,600 범위에 들어가는 중집단이라고 볼 수 있다. 이러한 결과는 Choi와 Paik (1983)의 안양집단에 대한 조사에서 한국집단의 크기가 2,000에서 3,600의 범위에 속한다고 지적한 바와 유사하며, 또한 일본집단과는 큰 차이가 없었으나 미국집단에 비하면 월등히 작은 집단임을 알 수 있다.

세 집단간의 치사유전자 상호간의 동좌율로 계산한 유전적 원근관계와 실제의 거리와는 상관관계가 성립되었다. 즉 안양과 울산 (약 330 km), 김포와 울산 (약 365 km)간의 동좌율의 평균은 각각 0.211%, 0.178%로서 낮았으며, 안양과 김포 (약 35 km)간의 동좌율은 0.336%로서 비교적 높게 나타났다. Paik와 Sung (1969)은 안양의 초파리 집단에서 채집장소를 30 m 간격으로 채집하여 치사유전자의 동좌율과 거리와의 관계를 조사하였던 바

Wallace (1966)가 제의한 열성치사유전자의 동좌율은 거리의 평방근에 비례하여 직선적으로 감소한다는 이론대로 성립되었음을 보고한 바 있다. 즉 두 집단간의 채집장소가 멀수록 상호간의 치사유전자의 동좌율은 일반적으로 낮아지는 것이 보통이다.

본 실험의 결과에서도 나타난 바와같이 지리적으로 가장 가까운 안양과 김포사이에서의 상호간의 치사유전자의 동좌율이 가장 높았음을 알 수 있다. 즉 지리적인 거리가 가까울수록 유전자의 교류의 가능성성이 높은것을 암시해 주며 이러한 교류의 기작에는 개체의 이주와 인위적인 이동에 기인하는 것으로 생각된다.

동일한 집단내에서 연도간의 동좌유전자에 관한 실험결과는 시간의 흐름과 환경의 변화에 의해 집단의 유전적인 특성이 어느정도 유지되는가를 아는데 도움을 줄 것이다. 울산집단의 연도간의 동좌율은 0.56%로 나타났고 유지율은 8.33%로 나타났는데 이는 Lee (1978)가 조사한 울산집단에서, 1975년과 1976년의 연도별 동좌율은 0.84%이며 유지율은 5.88%로 본 실험 결과와 유사하였다. 그러나 Oshima (1967)에 의해 조사된 일본의 Kofu-Katsunuma 집단에서 1년간의 치사유전자의 유지율이 약 35%로 나타난 것에 비교하면 매우 낮다. 동일한 집단내에서 유전자의 유지기구는 여러가지로 해석할 수 있으나 주로 환경이 개체의 생존에 유리한 경우 유전자의 유지율은 높을 것으로 생각한다.

Oshima와 Watanabe (1973)에 의하여 조사된 일본 Katsunuma 집단의 *Drosophila melanogaster*의 표현형 불임개체의 빈도는 1968년에 채집된 604개체중 수컷이 3.0%, 암컷이 236개체중 4.2%였고, 1970년에는 564개체중 4.6%, 암컷은 710개체중 6.3%였다.

본 실험에서 나타난 결과에서 세 집단의 평균은 수컷이 3.80%였고, 암컷이 1.97%로서 암컷의 불임율이 현저히 낮은율을 보여주었다. Lee (1978)가 조사한 울산집단은 암컷불임이 1.72%였고, 수컷불임은 4.17%로서 수컷불임율이 암컷불임율보다 높은 결과와 일치하였는데, 수컷이 암컷보다 불임율이 높았던 원인에 대하여는 앞으로 구명되어야 할 문제이다. 표현형 불임개체는 유전적인 요인에 의하여 불임이 되는 경우는 대체로 10% 정도라고 알려지고 있는데 그외 90%는 내적 또는 외적인 환경요인에 의한 것으로 추정되고 있다. 특히 생식기의 이상과 질병, 호르몬 분비이상 등 여러가지 요인을 들 수 있겠다.

초파리 자연집단내에 존재하는 열성 불임유전자 분석에 관한 많은 연구보고가 있다. 특히 Pavan등 (1951)은 Brazil의 *Drosophila willistoni* 집단에서 제 2 염색체상에 나타난 불임 유전자의 빈도는 31%였고, 제 3 염색체상의 빈도는 28%였다고 보고한 바 있다.

Oshima와 Watanabe (1973)는 *Drosophila melanogaster*의 일본 Katsunuma의 자연집단과 cage 집단에서 분석하였는데 1968년의 Katsunuma 집단에서는 암컷불임이 11.3%, 수컷불임이 10.4%로 나타났다. 한편 cage집단 (1,374일)에서는 암컷불임이 1.7%, 수컷불임이 8.5%로서 수컷불임의 빈도가 현저히 높았다. 한국에서는 Choo와 Lee (1976)의 안양집단에서 1971년부터 3년간의 평균 불임유전자의 빈도는 암컷불임이 9.1%, 수컷불임이 6.8% 그리고 암수 양성불임이 2.0%로 나타났다.

본 실험결과는, 2년간 열성 불임의 평균은 수컷이 2.41%, 암컷이 3.07%, 양성불임이 0.46%로 나타났다. 이 결과는 Lee (1978)가 과거 조사한 안양집단에서 1975년과 1976년의 불임유전자의 평균은 암컷불임이 5.69%, 수컷불임이 6.69%, 암수 양성불임이 1.67%였으며, 울산집단의 경우는 암컷불임이 6.11, 수컷불임이 5.56%, 암수양성불임이 3.33%로서 본 실험결과보다 모두 높게 나타나 주목할 만하다.

Sweet와 Spiess는 *Drosophila melanogaster* cage 집단에서 생존력과 불임율은 깊은 관계가 있다는 것을 보고 하였으며, Temin (1965)도 미국 Madison 자연집단에서 비슷한 보고를 하였다. 그러나 Pavan 연구팀의 조사결과는 완전불임이 반드시 낮은 생존력과 밀접한 관계가 있는 것이 아니라고 보고하였다. Hoenisberg등 (1969)은 Colombia의 *Drosophila melanogaster* 자연집단에서 불임유전자 빈도조사 결과 불임은 환경과 밀접한 관계가 있다고 하였다. 그러므로 특히 표현형 불임은 이러한 환경요인이 많이 작용하여 생리적인 변화가 생겨서 나타나는 것으로 생각된다.

요 약

자연집단에서 채집한 노랑초파리의 제 2염색체에 보유되어 있는 열성치사유전자 및 불임유전자의 빈도를 파악하여 집단의 유전적 구조를 밝히고자 하였다. 본 실험은 1982년과 1983년의 2년에 걸쳐 안양·김포 및 울산집단에 대하여 조사하였다.

유해유전자의 2년간의 평균 빈도는 안양집단이 29.01%, 김포집단이 30.70%, 그리고 울산집단이 33.31%로 나타났다.

집단내 동좌율의 2년간 평균은 안양집단이 2.28%, 김포집단이 1.90%, 울산집단이 2.17%였다.

유해유전자의 빈도와 동좌율로부터 산출된 제거율은 안양집단이 0.20%, 김포집단이 0.19%, 그리고 울산집단이 0.23%로 세 집단이 유사하게 나타났다.

동좌율을 이용하여 산출된 유효생리집단크기의 2년간 평균은 안양·김포 및 울산집단이 각각 약 2,900, 3,600, 3,200으로 나타났다. 이러한 결과로 보아 한국의 노랑초파리 집단은 2,900에서 3,600 범위에 들어가는 중집단으로 추정할 수 있다.

안양·김포 및 울산집단간의 동좌율 실험의 결과는 지리적 거리가 멀수록 동좌율이 낮았다. 즉, 안양·김포집단간의 동좌율의 2년간 평균은 0.336%, 안양·울산집단간의 동좌율은 0.182%였으며, 김포·울산집단간의 동좌율은 0.137%로 가장 낮게 나타났다.

울산집단에서 조사한 1982년에서 1983년까지의 1년간의 치사유전자의 유지율은 8.33%였다.

표현형 불임개체의 빈도는 수컷이 3.80%로서, 암컷의 1.97% 보다 현저히 높았다. 제 2염색체에 보유된 열성불임 유전자의 빈도는 집단간 또는 연도별로 큰 차이없이 암컷 불임이 평균 3.07%, 수컷불임이 2.41% 그리고 암수 양성불임이 0.46%로 나타났다.

REFERENCES

- Band, M.T., and P.T. Ives, 1963. Comparison of lethal+semilethal frequencies in second and third chromosomes from a natural population of *Drosophila melanogaster*. *Can. J. Genet. Cytol.* 5:351-357.
- Choi, Y., 1978. Genetic load and viability variation in Korean natural populations of *Drosophila melanogaster*. *Theor. Appl. Genet.* 53:65-70.
- Choi, Y., and Y.K. Paik, 1983. Genetic load and size stability of Korean natural population of

- Drosophila melanogaster*. *Kor. J. Genet.* 5:35-44.
- Choo, J.K., and T.J. Lee, 1976. Frequency and allelism of deleterious genes concealed in Korean natural population; lethality, sterility and visible mutants. *Kor. J. Zool.* 19:10-24.
- Dawood, M.M., 1961. The genetic load in second chromosomes of some population of *Drosophila melanogaster* in Egypt. *Genetics* 46:239-246.
- Dubinin, N.P., 1946. On lethal mutation in natural population. *Genetics* 31:21-38.
- Goldschmidt, E., J. Wahman, A. Ledermann Klein, and R. Weiss, 1955. A two year's survey of population dynamic in *Drosophila melanogaster*. *Evolution* 9:353-366.
- Greenberg, R., and J.F. Crow, 1960. A comparison of the effect of lethal and detrimental chromosomes from *Drosophila* population. *Genetics* 45:1153-1168.
- Hiraizumi, Y., and J.F. Crow, 1960. Heterozygous effect on viability, rate of development and longevity of *Drosophila* chromosomes that are lethal when homozygous. *Genetics* 45:1071-1083.
- Hcenisberg, H.F., L.E. Castro, and L.A. Granobles, 1969. Population genetics in the American tropics. V. The sterility content in the second chromosomes of *Drosophila melanogaster* from Fusagasuga, Colombia. *Genetica* 40:543-554.
- Ives, P.T., 1945. The genetic structure of American population of *Drosophila melanogaster*. *Genetics* 30:167-169.
- Lee, T.J., 1978. Comparative studies on the lethal and sterility genes in natural populations of *Drosophila melanogaster*. *Chung-Ang Univ. Theses Collection* 22:17-38.
- Lee, T.J., J.K. Choo, and E.S. Kim, 1975. Studies on deleterious and sterile genes from second chromosomes in natural population of *Drosophila melanogaster*. *Chung-Ang Univ. Rev. Tech. and Sci.* 2:11-16.
- Minamori, S., and M. Azuma, 1962. A study of deleterious genes in some natural populations of *Drosophila melanogaster* in Japan. *Japan J. Genetics* 37:36-41.
- Minamori, S., K. Ito, A. Nakamura, Y. Ando and H. Shiomi, 1973. Increasing trend in frequencies of lethal and semilethal chromosomes in a natural population of *Drosophila melanogaster*. *Japan J. Genetics* 48:41-51.
- Mukai, T., and O. Yamaguchi, 1974. The genetic structure of natural population of *Drosophila melanogaster*. XI. Genetic variability in local population. *Genetics* 76:339-366.
- Nei, M., 1968. The frequency distribution of lethal chromosomes in finite population. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 60:517-524.
- Oshima, C., 1969. Persistence of some recessive lethal genes in natural population of *Drosophila melanogaster*. *Jap. J. Genetics* 44:209-216.
- Oshima, C., and O. Kitagawa, 1961. Persistence of deleterious genes in natural populations of *Drosophila melanogaster*. *Proc. Japan Acad.*, 37:158-162.
- Oshima, C., and T.K. Watanabe, 1973. Fertility genes in natural populations of *Drosophila melanogaster*. I. Frequency, allelism and persistence of sterility genes. *Genetics* 74:351-361.
- Paik, K.Y., 1960. Genetic variability in Korean populations of *Drosophila melanogaster*. *Evolution* 14:293-303.
- Paik, K.Y., 1966. Genetic variability in second and third chromosomes from Korean populations of *Drosophila melanogaster*. *Japan. J. Genetics* 41:293-303.
- Paik, K.Y., and K.C. Sung, 1969. Behavior of lethal in *Drosophila melanogaster* population. *Japan*

J. Genetics Vol. suppl. 1:180-192.

- Pavan, C., A.R. Cordeiro, N. Dobzhansky, Th. Dobzhansky, C. Malanogolowkin, B. Spassky, and M. Wedel. 1951. Concealed genetic variability in Brazilian population of *Drosophila willistoni*. *Genetics* 36:13-30.
- Sweet, E.E., and E.B. Spiess, 1962. Frequency of sterility in a laboratory population of *Drosophila melanogaster*. *Genetics* 47:1519-1534.
- Wallace, B., 1966. Distance and allelism of lethal in tropical population of *Drosophila melanogaster*. *Amer. Naturalist* 100:565-578.
- Watanabe, T.K., 1969. Frequency of deleterious chromosomes and allelism between lethal genes in Japanes natural population of *Drosophila melanogaster*. *Japan J. Genetics* 44:171-187.
- Watanabe, T.K., T. Watanabe and C. Oshima, 1976. Genetic changes in natural populations of *Drosophila melanogaster*. *Evolution* 30:109-118.