

濟州島産 노랑초파리(*Drosophila melanogaster*)  
自然集團에 있어서 P-M system에 의한  
Cytotype 分布

Cytotype Distribution of the P-M system in the  
Natural Populations of *Drosophila melanogaster* in  
Cheju-Island

金 源 澤\* · 吳 弘 植\*\*  
Kim, Won-Taek · Oh, Hong-Sik

**Abstract**

The frequency of the cytotype distribution of the P-M system was investigated in the natural populations of *Drosophila melanogaster* from 4 localities (Cheju, Sôgwipo, Moseulpo, Sungsan) of Cheju-Island.

The results are as follows ;

1. The frequencies of M, Q, and M'(pseudo M) types are 17.95%, 33.01% and 49.04%, respectively.
2. The activities of M cytotype appeared to be variable among 4 population, indicating M' and Q cytotype.
3. The P factor activity for potential GD sterility is negligible in these populations.

\* 제주대학교 자연과학대학 생물학과

\*\* 제주대학교 사범대학 과학교육과

## I. 서 론

생물의 자연집단내에는 많은 遺傳的 變異가 있으며, 이 중 많은 有害遺傳子(deleterious genes)들이 heterozygotes의 상태로 잠재되어 있다. 유해한 유전자 빈도의 변화는 進化的 要因으로 작용하고 있는데, 이들의 유전적 변이의 保有機構와 生物學的 役割에 관한 것들이 집단 유전학의 주요 과제로 대두되고 있다. 특히 노랑초파리(*Drosophila melanogaster*)의 자연집단 내에 잠재되어 있는 유전적 변이들은 致死遺傳子(lethal gene), 逆位(inversion) 등을 포함한다(Ives, ; 1970 Watanabe, 1969; Ives and Band, 1986). 노랑초파리 자연집단 내의 致死因子(lethal gene)는 거의 異型接合體(heterozygotes)의 상태로 보유되어 있는데, 이들 致死因子의 분포상과 빈도변화는 집단의 크기를 말해주는 요인이 된다는 점에서 광범위하게 연구되고 있다(Dawood, 1961; Ives, 1970; Paik, 1966; 최, 1985; 권, 1987).

최근에는 노랑초파리 genome에서 몇 종류의 특징적 轉移性因子(transposable elements)들이 발견되었는데, 그 중에서 P factor는 염색체의 일부를 구성하면서 缺失(deletion)이나 插入(insertion)에 의해 한 좌위에서 다른 좌위로 이동할 수 있는 DNA分節이다. 이 elements는 2907bp의 길이를 가지며 轉移性을 발휘하여 염색체상에서 빈번한 插入(insertion)과 缺實(deletion)을 동반함으로써 생물체 내에서 여러가지 遺傳的 異常現像을 유발시킨다(O'Hare and Rubin, 1983). 이러한 transposase활성을 가진 큰 elements를 "complete" P element라고 한다(Bingham *et al.*, 1982; Jackson *et al.*, 1988). P-M 雜種發生 異常(hybrid dysgenesis)은 노랑초파리의 집단내에서 일어나는 현상으로 직접, 간접적으로 P elements의 activity와 관련되어서 染色體 切斷 및 再配列(chromosome breakage and rearrangement), 雄性 再組合(male recombination), 突然變異率 上昇(hypermutableity), 染色體 非分離 現像(nondisjunction), 그리고 gonadal dysgenesis(GD sterility)라는 현상을 유발한다(Kidwell *et al.*, 1977).

Gonadal dysgenesis 현상은 P-M system에서 P계통의 수컷(paternaly contributing)과 M계통의 암컷(maternaly contributing)의 교배에서만 일어나며 그 외의 M♂ × P♀, P♂ × P♀, 혹은 M♂ × M♀의 역교배인 경우는 일어나지 않는다(Kidwell, 1979). P-M system에 의한 cytotype의 분포는 미국(Kidwell and Sved, 1977; Engles, 1979; O'hare and Rubin, 1983), 러시아(Zakharov, 1984), 일본(Ohishi *et al.*, 1982; Yamamoto *et al.*, 1984), 한국(Chung and Kang, 1985; An, 1986; Jee and Lee, 19

濟州島産 노랑초파리(*Drosophila melanogaster*) 自然集團에 있어서 P-M system에 의한 Cytotype 分布 3 87; Kim, 1989; Paik *et al.*, 1989; Choi, 1989), 제주(An, 1986; Paik *et al.*, 1989) 등 세계 여러지역의 초파리 집단에서 연구 되었는데, 지역에 따라 난소 불임율이 매우 다양하다. 최근 미주지역의 조사에 의하면 이 지역의 야생형 초파리의 대부분이 P형인 것으로 알려졌으며, 반면에 유라시아 지역은 Q와 M형이 다양하게 분포하는 것으로 알려지고 있다(Widwell, 1983; Engels and Preston, 1984; Anxoabeheréhère *et al.*, 1985). 또한 일본에서는 격리된 일부 섬을 제외하고 Q형이 우세하게 분포되어 있다(Ohishi *et al.*, 1982).

이러한 P-M system에 의한 cytotype 분포에 관한 연구는 노랑초파리 집단의 遺傳的 構造를 설명함과 동시에 進化的 構造를 이해하는데 매우 중요한 기초자료가 될 것으로 본다. 따라서 본 연구는 제주지역의 노랑초파리 집단에서 卵巢 不妊 test를 통해 P-M system에 의한 cytotype의 분포를 조사하여 분석하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재 료

본 실험에서 사용한 노랑초파리(*Drosophila melanogaster*)는 1989년 5월과 6월에 걸쳐 제주도내 4개지역(제주시, 서귀포시, 모슬포, 성산)의 주택가에서 sweeping법으로 채집하여 isofemale line으로 유지시킨 야생형 계통이다.

### 2. 사육 및 배지

본 실험에서 사용된 모든 초파리 계통의 계대배양 및 교배실험들은 온도  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $75 \pm 10\%$ 로 유지되는 항온실에서 수행되었다. 필요에 따라서는 온도  $29 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $70 \pm 10\%$ 로 유지되는 배양기를 이용하였다.

모든 배양에서 사용된 관병(vial)은  $3.0 \times 15.0\text{cm}$ 의 유리제품이다. 사육배지로는 Cornmeal-molasses-yeast-agar로 조성된 표준배지(Stine, 1973)를 이용하였으며 균류의 오염을 방지하기 위하여 0.5%의 propionic acid를 첨가하였다.

### 3. 방 법

P-M system에 의한 각 계통형(P, Q, M', M)의 집단내 분포를 알아보기 위해 다음과

같이 교배를 실시하였다.

Cross A : Canton-S	우우	X	Unknoun	♂	(genotype 판정)
Cross B : Unknown	우우	X	$\pi_2$	♂	(cytotype 판정)
Control Cross : Canton-S	우우	X	$\pi_2$	♂	
	$\pi_2$	우우	X Canton-S	♂	

卵巢不妊率(% GD sterility)에 의한 계통형을 판정하기 위하여 채집한 野生型 수컷과 標準系統인 Canton-S의 未交配 암컷(Cross A), 그리고  $\pi_2$ 의 수컷과 野生型 未交配 암컷(Cross B)을 각각 3우 : 1♂로 교배시킨 후 즉시 29°C의 배양기로 옮겨 배양하였다. 교배 7일후 각 관병에서 성체들을 제거하고 교배후 18일째 되는 날까지 우화되어 나오는 개체들을 새로운 관병으로 옮겨서 4~5일간 F<sub>1</sub>개체들을 성숙시킨 후, 이 중에서 암컷만을 분리하여 70% ethanol을 떨어뜨린 hole slide glass에 놓고, 해부 현미경으로 관찰하면서 복부를 절개하고, 卵巢의 이상 유무를 다음의 3가지 형태로 분류하였다.

S<sub>2</sub> type : 한쌍의 난소가 모두 정상인 경우

S<sub>1</sub> type : 한쪽의 난소만 정상인 경우

S<sub>0</sub> type : 양쪽 모두 비정상인 경우

卵巢不妊率은 관병당 조사된 전체 난소수에 대한 비정상인 난소수의 백분률로서 다음의 수식에 의하여 산출하였다.

$$\% \text{ GD sterility} = \frac{(2S_0 + S_1)}{\text{Total ovaries scored}} \times 100$$

각 계통에 대한 Cross A와 Cross B를 통해서 각 卵巢不妊率의 값을 알고, 이들 두 값의 분포에 따라 Kidwell(1983)의 기준으로 계통형을 판정하였다.

### III. 결과 및 고찰

제주도내 4개 지역에서 채집한 936마리의 노랑초파리에 대한 GD%의 분포를 조사한 실험결과는 표1에 나타내었다. 그리고 제주도 4개지역의 P-M system에 의한 계통형 분석결과는 표2와 같다.

교배양식 A를 통한 GD不妊性은 매우 낮은 빈도로 나타나기 때문에 genome내에서 P factor 活性이 거의 없다는 것을 알 수 있다(Table 1). 반면 이들의 세포질환경(cytype)은 넓은 범위에 걸쳐 P factor활성을 억제하여 전체적으로 M cytotype이 다양하게 분포하고 있음을 보여주고 있다. 즉, Cross B로부터 F<sub>1</sub>암컷들의 卵巢不妊率이 여러 범위에 걸쳐 다양하게 나타나고 있는데, 전체적으로 Q계통형으로 판정하는 0~10% 범위와 M계통형으로 판정하는 90.1~100% 범위에 각각 33.1%, 17.95%의 빈도를 보였고, 나머지 48.95%는 M'계통형 범위에서 고른 빈도를 보여주고 있다(Table 1). 이러한 분포양상에 따라 각 계통형을 분류한 결과 제주집단은 M 및 M', Q 계통형이 각각 18.77%, 48.09%, 33.13%로 구성되어 있으며, 서귀포 집단은 M 및 M', Q 계통형이 각각 18.07%, 48.66%, 33.26%, 모슬포 집단은 M 및 M', Q 계통형이 각각 7.14%, 57.14%, 34.71% 그리고 성산집단은 M, M' 및 Q 계통형이 각각 17.50%, 52.50%, 30.00%인 것으로 각각 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 제주도 노랑초파리 자연집단은 반 이상이 M' type이며, Q type의 빈도도 높은 M-Q 多型現象을 띄고 있는 것으로 조사되었다. 그리고 이들 4개 지역의 집단들은 서로 동질적인 집단이었다( $X^2_{005(6)}=12.59, p>0.005$ ).

실험실에서 계속 유지되고 있는 모든 계통들은 M계통인데 반해 현재 대부분의 자연집단내에서는 M계통이 거의 존재하지 않고 P 또는 Q, M'계통인 것으로 밝혀졌다(Kidwell, 1983). 그런데, 본 실험에서 M cytotype이 18.07%나 분포하고 있는 것으로 나타난 사실로 볼 때 제주도 노랑초파리 자연집단은 많은 계통들에서 방향은 모르지만 cytotype의 轉換이 일어난 것으로 판단된다.

본 연구결과를 다른 지역의 분포양상과 비교해 보면, 美州지역과 아프리카 지역은 P와 Q계통형이 우세하게 나타났으며(Engels and Preston, 1984; Kidwell *et al.*, 1983; Anxolabéhère *et al.*, 1984). 프랑스는 대부분 Q, 그 밖의 유럽지역과 북아프리카 및 중동지역은 M'계통형이 우세하다(Anxolabéhère *et al.*, 1985). 따라서 각 지역마다 계통형의 분포에 차이가 있음을 알 수 있다. 반면 한국의 다른 지역의 자연집단에서

조사한 결과(Choo *et al.*, 1986 ; Sung and An, 1988 ; Sung *et al.*, 1989 ; Paik *et al.*, 1989)나 가까운 일본의 경우(Ohishi, 1982)는 대부분 M 또는 Q type으로 보고되어, 본 실험결과와 비슷한 양상을 보여주고 있다. 따라서 본 연구결과로 미루어 볼 때 제주집단의 초파리들은 gonadal dysgenesis에 대해 중립적이라고 할 수 있다.

궁극적으로 제주지역의 노랑초파리 자연집단내에 잠재되어 있는 유전자 변이들의 保有機構들을 규명하기 위해서는 劣性致死因子의 빈도변화에 대한 지속적인 연구와 계통형의 분석, 그리고 치사인자와 P인자와의 관련성에 대한 많은 연구가 이루어져야 할 것이라고 사료된다.

Table 1. Percentage of gonadal dysgenic sterility of F<sub>1</sub> hybrid females from Cross A and Cross B in Cheju-Island isofemale line

Range of GD sterility (%)	Cross B				Cross A			
	Cheju (%)	Sôgwipo (%)	Môseulpo (%)	Sungsan (%)	Cheju (%)	Sôgwipo (%)	Môseulpo (%)	Sungsan (%)
0~ 10	113(33.1)	162(33.3)	10(35.7)	24(30.0)	341(100)	487(100)	27(96.4)	90(100)
10.1~ 20	25( 7.3)	32( 6.6)	5(17.9)	9(11.3)			1( 3.6)	
20.1~ 30	17( 5.0)	31( 6.4)	2( 7.1)	6( 7.5)				
30.1~ 40	20( 5.9)	17( 3.5)	1( 3.6)	1( 1.3)				
40.1~ 50	16( 4.7)	18( 3.8)	1( 3.6)	5( 6.3)				
50.1~ 60	15( 4.4)	27( 5.5)	2( 7.1)	2( 2.5)				
60.1~ 70	29( 8.5)	35( 7.2)	3(10.7)	6( 7.5)				
70.1~ 80	19( 5.6)	32( 6.6)	0( 0 )	8(10.0)				
80.1~ 90	23( 6.7)	45( 9.2)	2( 7.1)	5( 6.3)				
90.1~100	64(18.8)	88(18.1)	2( 7.1)	14(17.5)				
Total	341	476	28	80	341	487	28	80

Table 2. Distributions of strain types by P-M system in Cheju-Island isofemale line

Population	No. of strain (%)				
Strain type	Cheju	Sôgwipo	Môseulpo	Sungsan	Total
M (true)	64(18.77)	88(18.07)	2( 7.14)	14(17.50)	168(17.95)
M' (pseudo-M)	164(48.09)	237(48.66)	16(57.14)	42(52.50)	459(49.04)
Q (weak P)	113(33.13)	162(33.26)	10(35.71)	24(30.00)	309(33.01)
Total	341	487	28	80	936

#### IV. REFERENCES

- 安成院, 1986. *Drosophila melanogaster* 韓國自然集團에 있어서 P-M system에 依據한 Cytotype 分布 研究. 成均館大學校 大學院 碩士學位請求論文 : 1~34
- Anxolabéhère, D., D. Nouaud, G. Periquet and P. Tchen, 1985. P element distribution in Eureasian populations of *Drosophila melanogaster* : A genetic and molecular analysis. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 82 : 5418~5422.
- Bingham, P. M., M.G. Kidwell and G. M. Rubin, 1982. The molecular basis of P-M hybrid dysgenesis : The role of the P element, a P-strain-specific transposon family. Cell 29 : 995~1004.
- Borai, F. and J. David, 1983. Recessive lethals in *Drosophila melanogaster* form temperate and tropical habitats ; A possible interaction with hybrid dysgenesis. Egypt. J. Genet. J. Genet. Cytol. 12 : 65~78.
- Chung, Y. J and M. J. Kang, 1985. Genetic study on segregation-distorter(SD) of *Drosophila melanogaster* in Korea. I. Temperature sensitivity of SD action. Korean J. Genetics 7-4 : 153~162.
- 崔喜慶, 1989. *Drosophila melanogaster* 韓國自然集團에 있어서 P-M system에 依據한 系統型的 轉換, 成均館大學校 大學院 碩士學位 請求論文 1-31.
- Engels, W. R., 1979. Hybrid dysgenesis in *Drosophila melanogaster* : rules of inheritance of female sterility. Genetics. Res, Camb. 33 : 219~236.
- Enels, W. R. and C. R. Preston, 1984. Formation of chromosome rearrangments by P factors in *Drosophila melanogaster*. Genetics 107 : 657~678.
- Greenberg, R. and J. F. Crow, 1960. A comparision of the effect of lethal and detrimental chromosomes from *Drosophila melanogaster* populations. Genetics. 45 : 1153~1168.
- Jee, K. J. and H. Y. Lee, 1987. Influence of temperature and age on the GD sterility of *Drosophila melanogaster*. Korea J. Genetic. 9-4 : 215~221.
- Jackson, M. S., D. M. Black and G. A. Dover, 1988. Amplification of KP elements associated with the repression of hybrid dysgenesis in *Drosophila melanogaster*. Genetics 120 : 1003~1013.

- Kidwell, M. G., 1979. Hybrid dysgenesis in *Drosophila melanogaster* : the relationship between the P-M and I-R interaction systems. *Genetics Res., Camb.* 33 : 205~207
- Kidwell, M. G., 1983. Evolution of hybrid dysgenesis determinants in *Drosophila melanogaster* : *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 80 : 1655~1659.
- Kidwell, M. G., J. F. Kidwell and J. A. Sved, 1977. Hybrid dysgenesis in *Drosophila melanogaster* : a syndrome of aberrant traits including mutation, sterility, and male recombination. *Genetics* 36 : 813~833.
- 金溶聲, 1989, 韓國 *Drosophila melanogaster*의 自然集團內 P elements의 分布 및 遺傳的 特徵에 關한 研究. 成均館大學校 大學院 博士學位請求論文 : 1~19.
- 權陸相, 1987. *Drosophila melanogaster*의 生存度에 미치는 逆位 및 染色體間 相互作用에 關한 研究. 成均館大學校 大學院. 博士學位 請求論文 : 1~58.
- Lee, H. Y and K. J. Jee, 1989. Male recombination factor site on the chromosome in *Drosophila melanogaster*. *Korean J. Genetics* 11-1 : 17-22.
- O'Hare, K. and G. M. Rubin, 1983. Structures of P Transposable Elements and Their Sites of Insertion and Excision in the *Drosophila melanogaster* genome. *Cell* 34 : 25-35.
- Ohishi, K., E. Takanashi and S. I. Chigusa, 1982. Hybrid dysgenesis in natural populations of *Drosophila melanogaster* in Japan. I. Complete absence of the P factor in an island population.
- Oshima, C and T. Watnanbe, 1973. Fertility genes in natural populations of *Drosophila melanogaster*. I. Frequency, allelism and persistence of sterility genes. *Genetics* 74 : 351-361.
- Paik, Y. K., 1960, Genetic variability in Korean populations of *Drosophila melanogaster*. *Evolution.* 14 : 293-303.
- Paik, Y. K., M. S. Lyu and C. G. Lee, 1989. Hybrid dysgenesis in wild populations of *Drosophila melanogaster* in Korea : Distribution of P factor activity and cytotype. *Korean J. Genetics* 11-1 : 47-55.
- Simmons, M. J., J. D. Raymond., M. J. Boedigheimer and J. R. Zunt. 1988. The influence of nonautonomous P elements on hybrid dysgenesis in *Drosophila melanoga-*



濟州島産 노랑초파리(*Drosophila melanogaster*) 自然集團에 있어서 P-M system에 의한 Cytotype 分布 9

*ster.* Genetics 117 : 671-685.

Sved, J. A., W. B. Eggleston and W. R. Engels, 1990. Germ-Line and somatic recombination induced by *in vitro* modified P elements in *Drosophila melanogaster*. Genetics 124 : 331-337.

Yamamoto, A., F. Hihara and T. K. Watanabe, 1984. Hybrid dysgenesis in *Drosophila melanogaster* : predominance of Q factor in Japanese populations and its change in the laboratory. Genetics 63 : 71-74.

Zakharow, I. K., 1984. Role of the P and M cytotype in the control of mutability of unstable singed alleles in *Drosophila melanogaster*. Soviet. J. Genetics 20 : 31-38.