


---

노랑초파리 自然集團(濟州)의  
有害遺傳子 分析

Analysis of Deleterious Genes in Cheju Natural  
Population of *Drosophila melanogaster*

이를 教育學 碩士學位 論文으로 提出함

 제주대학교 중앙도서관  
濟州大學校 教育大學院 生物教育專攻

提出者 李 仁 敬

指導教授 金 源 澤

1986年 月 日

李仁敬의 碩士學位 論文을 認准함.

濟州大學校 教育大學院

主審 鄒 忠德 인



제주대학교 중앙도서관  
副審 NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY 인

副審 金 源 澤 인

1986年 月 日

# 目 次

ABSTRACT .....	1
I. 序 論 .....	3
II. 材 料  및  方 法 .....	4
1. 材 料 .....	4
2. 方 法 .....	4
1) 有 害 遺 傳 子 的 檢 出 .....	4
2) 同 座 位 率 的 檢 定 .....	5
3) 劣 性 不 妊 遺 傳 子 的 檢 出 .....	5
3. 飼 育 .....	6
III. 結 果  및  考 察 .....	7
1. 有 害 遺 傳 子 的 頻 度 .....	7
2. Lethal gene 間 的 同 座 位 率 .....	9
3. 不 妊 遺 傳 子 的 頻 度 .....	11
IV. 摘 要 .....	13
V. References .....	14

## ABSTRACT

### Analysis of Deleterious Genes in Cheju Natural Population of Drosophila melanogaster.

Lee In-Kyung

*Biology Major*

*Graduate school of Education Cheju National University*

*Cheju, Korea.*

Supervised by Professor Kim Won-Taek

The Research on frequencies of deleterious gene and sterile gene located in the 2nd chromosomes of Drosophila melanogaster was made with specimens collected on september, 1985, from three housing areas in Cheju city, Sŏgwipo, and Hamduk.

1. The frequency of the 2nd chromosomes containing deleterious gene was 31.5% of the total of three groups. This represents lower frequency than those found in other industrialized areas of Korea.
2. The ratio between deleterious genes and normal genes (D/N ratio) was 0.4595.
3. The allelism rate of lethal genes was 3.57% in Hamduk, 0.00% in Cheju city and Sŏgwipo. The elimination rate ( $IQ^2$ ) of Hamduk group was 0.0037.

The population size and  $IQ^2$  value of Drosophila melanogaster from the

Hamduk group were smaller and lower than those from the Banwöl, Anyang, and Ulsan group.

4. Frequencies of the sterile gene of the 2nd chromosome were 3.03 % and 4.55 % in female and male respectively, and 1.67 % in both sexes.

These frequencies are lower than those of the three mainland groups (Banwöl, Anyang, Ulsan).

5. In conclusion, it was assumed that there is correlation between deleterious genes and sterile genes located in the 2nd chromosomes of *Drosophila melanogaster* population, and that the environmental changes of Cheju island were less progressed than those of the three mainland groups.



## I. 序 論

生物의 自然集團내 遺傳的 構造를 밝히는 方法에는 여러가지가 있다. 그 중 染色體上 有害遺傳子의 頻度變化를 調査한다면 自然集團內에 潛在되어 있는 遺傳的 變異의 保存機構를 밝힐 수 있을 것이다. 이에 대한 研究로는 美 South Amherst 地方의 노랑초파리 집단에 保有된 劣性致死遺傳子에 대한 調査 報告 (Ives 1945, 1970; Band & Ives 1961, 1963, 1968)가 있고 日本에서는 Hiroshima 集團에 대한 調査 (Minamori & Saito 1964; Minamori 1967, 1969, 1971; Minamori et al 1973)와 Kofu-Katsumama 集團에 관한 報告 (Oshima 1962, 1963; Oshima & Choo 1972; Oshima & Watanabe 1973)가 있다. 그리고 Egypt 集團 (Dawood 1961)과 Goldschmidt 등 (1955)에 의한 Israel 集團의 遺傳的 構造에 對한 研究 報告 등이 있다 (Ref. Dawood 1961).

우리나라 노랑초파리 集團에 對해서는 Paik (1966)에 의해 서울·광릉집단에 대한 研究를 비롯하여 安養集團(李 1975, 1976, 1977; Choo & Lee 1976; 秋 1979), 울산집단(秋 1979)과 半月集團(李 1979, 1981; 秋 1979), 그리고 崔 (1985)에 의해 水原集團의 有害遺傳子 頻度が 調査 報告된 바가 있다. 이들의 調査結果 國內 노랑초파리 집단의 劣性致死因子의 頻度は 점차 높아져 왔음이 밝혀졌다.

濟州道內 초파리집단의 遺傳的 變異에 대한 研究는 Suh & Sung (1983)이 1981年 여름 濟州島 4개 地域(세화, 서귀포, 한림, 남원)의 有害遺傳子 頻度を 調査하여 울릉도의 調査結果와 비교, 報告한 것이 있다.

本 研究는 韓國產 노랑초파리 (*Drosophila melanogaster*) 濟州島 集團의 遺傳的 構造와 變異量의 測定에 기초자료로 삼고자 有害遺傳子와 不妊遺傳子의 頻度を 調査하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 材 料

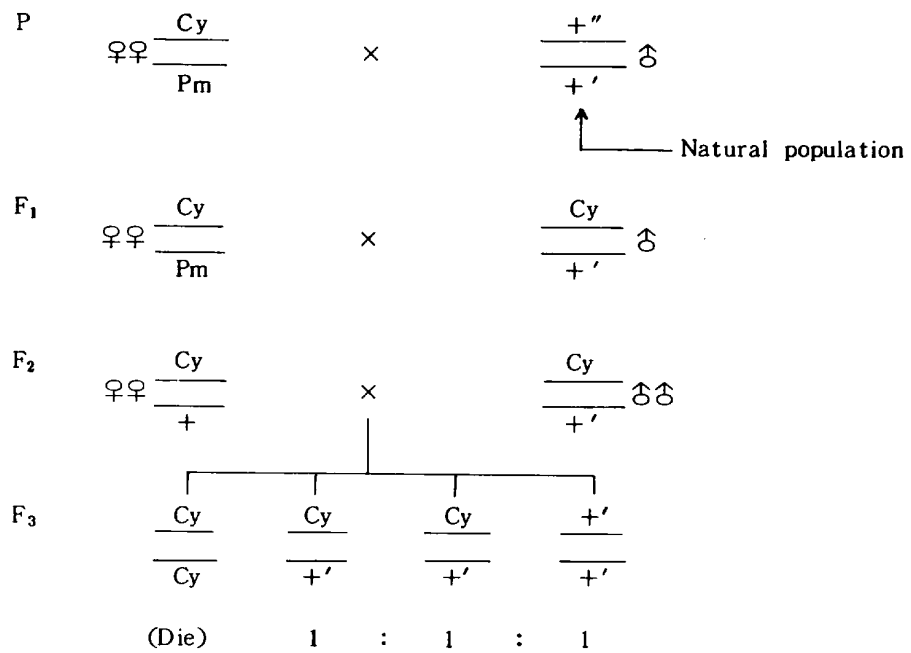
本 研究에 使用한 노랑초파리 (*Drosophila melanogaster*) 는 1984 年 9 月 중순에서 하순에 걸쳐 濟州島內 3 個 地域(제주시 서귀포 함덕)의 住宅街에서 채집한 슛컷 108 個體를 材料로 하여 第二染色體에 保有되어 있는 有害遺傳子와 不妊遺傳子를 分析對象으로 삼았다.

### 2. 方 法

#### 1) 有害遺傳子の 檢出

採集한 노랑초파리의 第二染色體상에 保有된 有害遺傳子の 頻度を 調査하기 위해 Wallace 의 Cy/Pm法을 利用했다. 이 方法에서  $F_3$  의 個體가 200 마리 될 때 까지 計數하였고(李 1979)  $F_3$  에 나타난 總個體數에 대한 正常個體 '+'/'+' 의 出現率을 計算하여 그에 따라 다음과 같이 5 단계로 나누었다.

Lethals	(L)	0.0 ~ 1.0 %
Semilethals	(SL)	1.1 ~ 16.7 %
Subvitals	(SV)	16.8 ~ 25.0 %
Normals	(N)	25.1 ~ 42.0 %
Supervitals	(SUV)	42.0 % 이상



**Fig 1. Mating scheme for isolating 2nd chromosomes from natural population. +' and +'' stand for 2nd chromosomes from natural population.**

2) 同座位率의 檢定

有害遺傳子 染色體의 頻度를 調査한 것 중에서 完全致死遺傳子를 함유한 염색체를 half-diallelic cross 시켜 同座位率을 조사했다. 이와 같이 추출된 lethal gene의 同座位性 檢定 結果 나타난 allelism rate는 集團의 크기 및 구조를 파악하는데 利用하였다. (李 1979)

3) 劣性不妊遺傳子の 檢出

劣性不妊遺傳子를 檢出하기 위해서 F<sub>3</sub>에서 分離된 +'/' 5個體의 숫자와



*Drosophila melanogaster* 의 pure line 으로서 妊性이 높은 Oregon-R strain 암컷 5 個體와 5 日 동안 飼育했을 때 幼虫이 發生하면 正常個體로 判定하였고 幼虫이 發生하지 않았을 경우 再交配시켜 다시 幼虫이 發生하지 않으면 第二染色體에 劣性不妊遺傳子를 가지고 있는 것으로 간주하였다. F<sub>3</sub> 正常個體의 암컷도 不妊遺傳子 檢定方法은 수컷의 方法과 同一하게 하였다.

### 3. 飼 育

本 實驗은 노랑초파리를 溫度 25 ± 1°C 濕度 70 ± 10%의 恒溫器에서 管瓶과 牛乳瓶을 使用하여 飼育하였다.

food 는 관병 100 個當 agar 6 g , corn meal 100 g , dry yeast 25 g , molasses 80 cc , propionic acid 6 cc , 물 1050 cc 를 使用하였다.



### III. 結果 및 考察

#### 1. 有害遺傳子의 頻度

濟州島 노랑초파리 (*Drosophila melanogaster*) 自然集團에 保有된 劣性致死遺傳子와 半致死遺傳子의 頻度を 調査한 結果는 表 1 과 같다.

Table 1. Lethal gene frequency (%) of the 2nd chromosomes.

Population	No. of Chromosomes	L	SL	SV	N	L+SL
Cheju	28	8(28.6)	1 (3.6)	2 (7.1)	17(60.7)	9(32.1)
Seogwipo	49	10(20.4)	5(10.2)	2 (4.1)	32(65.3)	15(30.6)
Hamduk	31	8(25.8)	2 (6.5)	4(12.9)	17(54.8)	10(32.3)
Total	106	26(24.1)	8 (7.4)	8 (7.4)	66(61.1)	34(31.5)

統計處理 結果  $x^2$  값은 4.032 이고 自由度는 6 으로 세 集團間의 差異는 有意하지 않았다. 各 集團 致死因子 (lethal gene) 의 頻度は 濟州市가 28.6 % 西歸浦가 20.4 % 함덕집단이 25.8 %를 나타냈으며 半致死遺傳子 (semilethal gene) 의 頻度は 各 集團 3.6 %, 10.2 %, 6.5 %를 나타내어 有害遺傳子 (deleterious gene = lethal gene + semilethal gene) 의 頻度は 모두 30 % 以上이었다. 全體적으로 가장 높은 致死遺傳子의 頻度を 보이는 집단이 濟州市였다.

우리나라 노랑초파리 自然集團의 第二染色體上 有害遺傳子에 대한 調査는 서울·광릉集團을 비롯해 (Paik 1966) 工業化가 되어온 安養, 울산, 半月集團에 대해 주로 이루어졌다. 安養集團인 경우 有害遺傳子의 頻도가 1971年, 27.7 %에서 1977年, 48.6 %로 增加했고 半月集團은 1977年, 25.9 %에서 1980年, 39.4%로 增

加했음이 報告되었다. 또한 1975年 以後 工業化가 進行되어 온 울산집단도 1977년에 46.2%의 頻度を 보여 工業化·都市化로 因해 變化되어가는 環境條件에 따라서 有害遺傳子의 頻도가 계속 增加되었음이 指摘되었다.(李 1975, 1976, 1977, 1979, 1981 ; Choo & Lee 1976 ; 秋 1979)

금번 調査한 濟州島集團의 有害遺傳子 頻도는 위의 세 集團보다 훨씬 낮게 나타나고 있어 濟州島는 아직까지 人爲的 環境變化가 덜 進行되었기 때문인 것으로 思料되었다. 그리고 水原集團의 頻度 34.8%(崔 1985)보다도 濟州島 集團의 頻도가 낮은 것으로 나타났다.

Suh & Sung (1983)이 報告한 結果와 비교했을 때 濟州島 全體集團의 致死遺傳子의 頻도는 本 調査에서 1.3% 더 낮게 나타났다. 有害遺傳子의 頻도를 地域적으로 나누어 볼 때 세화 38.2% 西歸浦 52.4% 한림 50% 南元 36.4% 全體 42.9%였고 本 調査의 結果는 全體 31.5%로 훨씬 적게 나타났다. 더우기 西歸浦 集團만을 비교했을 때는 그 差異가 매우 크게 나타났는데 이는 調査한 個體數가 적기 때문에 標本誤差의 影響이 있을 것으로 思料되었다. 그리고 울릉도 集團의 頻度 31.0% (Suh & Sung 1983)와 本 調査에서의 濟州島 集團의 頻도는 國內 他地方(安養, 울산, 半月, 水原등지)보다 낮게 나타나고 있어서 섬보다 韓半島 노랑초파리 自然集團의 有害遺傳子 頻도가 높게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

外國 노랑초파리 集團에 保有된 有害遺傳子의 頻度 調査 結果와 本 調査에서 얻어진 濟州島集團의 第二染色體上 有害遺傳子의 頻도를 비교했을 때 濟州島 集團의 頻도는 日本 Hiroshima 地域 (Minamori et al 1973) 과 Kofu - katsunama 地域의 1970年代 初 (Oshima & Choo 1972 ; Oshima & Watanabe 1973), 그리고 Egypt 集團과 (Dawood 1961) 거의 비슷하게 나타났다. 반면에 Israel 集團 (Ref. Dawood 1961), 1938년부터 1952년까지의 美 South Amherst 集團의 頻度 (Ives 1945,

1954) 보다는 훨씬 낮았고 1953年以後 1969年 사이의 頻度(Band & Ives 1961, 1963 ; Ives 1970)와 거의 같았다.

한편 染色體上의 遺傳子 分布를 비교하기 위하여 正常遺傳子(subvital+normal=N)에 대한 有害遺傳子(lethal+semilethal=D)의 比率을 계산한 D/N ratio는 표 2와 같다.

本 調査에서 얻어진 D/N ratio는 1971年에서 1973年사이 安養集團의 結果보다 높게 나타났으며 1974年以後 보다는 훨씬 낮게 나타났다.(秋 1979)

**Table 2. Deleterious/Normal ratio (D/N Ratio) of gene for 2nd chromosomes**

Population	No. of Tested Chromosomes	D	N	D/N Ratio
Cheju	28	9	19	0.4737
Seogwipo	49	15	34	0.4412
Hamduk	31	10	21	0.4762
Total	108	34	74	0.4595

## 2. lethal gene 間의 同座位率

完全致死遺傳子の 染色體上 同座位率은 濟州島 全體集團이 2.50% (Suh & Sung 1983)로 보고된 바 있으나 本 調査에서 集團別로 檢定한 結果 함덕집단에서만 致死遺傳子間 同座位를 가진 것이 나타나 3.57%의 同座位率을 보였고 제주, 서귀포 집단은 0%였다(표 3). 이처럼 集團間의 同座位率에 큰 隔差를 보이는 것은 標本 크기가 작기 때문에 標本誤差에 의한 것으로 思料된다. 그러므로 이에 대한 더

**Table 3. Allelic rate of lethal chromosomes isolated from the natural population of *Drosophila melanogaster* in Cheju Isl.**

Population	No. of Lethal	No. of cross	No. of Allelic Cross	Allelic Rate (%)
Cheju	8	28	0	0
Seogwipo	10	45	0	0
Hamduk	8	28	1	3.57

正確한 해석은 標本크기를 확대하여 계속적인 調査 研究를 進行해가면서 考察해 보아야 될 問題라고 생각된다.

Crumpacker (1967)와 Minamori 등 (1962)의 有害遺傳子 頻度와 同座位率을 이 용한 集團크기의 判定에 따라 볼 때 濟州島 함덕집단보다 半月, 울산, 安養集團이 有害遺傳子 頻도가 높고 同座位率이 낮게 나타나고 있어 이 세 集團의 크기보다 濟州島 함덕집단의 크기가 훨씬 작다고 생각된다.

Homozygote의 除去率  $IQ^2$ 을 보면 함덕집단에서 0.0037로 產出되었는데(표4) 이 값은 自然集團의 초파리 萬마리중 37마리가 淘汰된다는 것을 의미한다. 이 有害遺傳子로 因한 集團內  $IQ^2$ 은 國內 여러 집단에서 有害遺傳子 頻度の 增加로 인 해 점차로 增加되어 1980年, 半月集團이 0.0027, 1976年, 安養集團이 0.0028, 1976年, 울산집단에서 0.0020으로 나타나서(李 1975, 1976, 1977, 1979, 1981; Choo & Lee 1976; 秋 1979) 本 調査에서 얻어진 함덕집단의 0.0037보다 낮았다. 이는 함덕집단의 有害遺傳子 頻도가 낮으나 同座位率이 높게 나타난 때문인 것으로 판단된다. 또한 Suh & Sung (1983)은 울릉도집단이 濟州島集團보다  $IQ^2$ 의 값이 높다고 보고하였는데 本 調査에서의  $IQ^2$  값도 이와 일치하였다.

**Table 4. Elimination Rate ( $IQ^2$ ) of deleterious chromosomes due to homozygotes in Cheju Island population.**

Population	Deleterious gene Frequency (Q)	Allelism Frequency (I)	$IQ^2$
Cheju	0.321	0	0
Seogwipo	0.306	0	0
Hamduk	0.323	0.0357	0.0037

### 3. 不妊遺傳子の 頻度

노랑초파리의 第二染色體를 homo 化하여 調査한 劣性 不妊遺傳子の 頻度は 표 5 와 같다. 雌性 不妊遺傳子 頻度は 함덕집단이 가장 높았고 雄性 不妊遺傳子 頻度は 西歸浦가 가장 높았으며 兩性不妊은 西歸浦에서만 약 4%를 나타냈다.

노랑초파리 自然集團에 劣性으로 保有된 不妊遺傳子에 대한 國內의 研究는 秋 (1979)와 李 (1981)에 의해 安養, 울산, 半月集團에 대해 有害遺傳子の 頻度 調査와 함께 이루어졌다. 이들의 結果와 비교해 보았을때 濟州島集團의 不妊遺傳子 頻度は 國內 어느 集團보다 낮게 나타나고 있었다. 이것으로 有害遺傳子和 不妊遺傳子の 頻도가 相關關係를 가지고 있는 것으로 생각해 볼 수 있었다. 그러나 Dawood (1961)가 보고한 Egypt 集團과 비교 했을때 有害遺傳子 頻度は 비슷하나 不妊遺傳子 頻度は 낮아서 두 遺傳子間에 相關關係가 없는 것으로 나타났다. 따라서, 이 두 遺傳子の 變異에 관해서 더욱 研究해 볼 必要가 있다고 思料된다.

**Table 5. Frequency of recessive sterile genes.**

Population	Sexes	No. of Chromosomes	No. of Sterile Chromosomes (%)
Cheju	Female	19	0(0.00)
	Male	17	1(5.88)
	Both	17	0(0.00)
Seogwipo	Female	30	1(3.33)
	Male	31	2(6.45)
	Both	28	1(3.57)
Hamduk	Female	17	1(5.88)
	Male	18	0(0.00)
	Both	15	0(0.00)
Total	Female	66	2(3.03)
	Male	66	3(4.55)
	Both	66	1(1.67)

## IV. 摘 要

1985年 9月 濟州島內 3個 地域인 濟州市, 西歸浦市, 그리고 함덕의 住宅街에서 採集한 노랑초파리 (*Drosophila melanogaster*) 集團의 第二染色體에 保有되어 있는 有害遺傳子 및 不妊遺傳子の 頻度を 調査하였다.

1. 有害遺傳子を 保有하고 있는 第二染色體의 頻度は 全體 31.5%로 나타났다. 이것은 工業化된 國內 他地方보다 낮게 나타난 것으로 濟州島의 人爲的 環境變化가 아직까지는 尙 進行되었기 때문인 것으로 思料된다.

2. 有害遺傳子和 正常遺傳子間의 比  $D/N$  ratio는 0.4595였다.

3. 致死遺傳子間의 allelism rate는 함덕집단이 3.57%, 濟州市와 西歸浦는 0이었다. 致死因子로 인한 集團內 elimination rate ( $IQ^2$ )는 함덕집단이 0.0037로 產出되었다. 有害遺傳子の 頻도와 同座位率을 이용하여 노랑초파리 集團의 크기를 判定해 보면 半月, 安養, 울산集團의 크기보다 濟州島 함덕집단이 작은 것으로 나타났다.  $IQ^2$ 의 값도 이 세 集團보다 낮았다.

4. 第二染色體에 保有되어 있는 劣性不妊遺傳子の 頻度は 全體 雌性不妊이 3.03%, 雄性不妊이 4.55%, 그리고 兩性不妊은 1.67%로 나타났다. 이 頻度は 有害遺傳子の 頻도와 同一하게 國內 세 集團(安養, 半月, 울산)보다 낮아서 이 두 遺傳子間에 相關關係를 추측할 수 있으나 더욱 調査 研究해 볼 必要가 있다고 생각된다.



## V. References

- Band, H. T., and P. T. Ives. 1961. Correlated changes in environment and lethal frequency in a natural population of *Drosophila melanogaster*. Proc. Nat. Acad. Sci., 47:180-185.
- Band, H.T., and P.T. Ives. 1963. Comparison of lethal and semilethal frequency in second and third chromosomes from a natural population of *Drosophila melanogaster*. Can. J. Gen. Cytol., 5:351-357.
- 崔銓原, 1985. 노랑초파리 自然集團(水原)의 致死遺傳子 分析. 成大 教育大學院 碩士學位 請求論文: 1 ~ 29.
- 秋鍾吉, 1979. 環境變化가 生物의 生理 및 遺傳에 미치는 影響. — 自然集團의 遺傳的 構造의 變化에 관한 研究 — 중대 논문집 23집: 167 ~ 179.
- Choo, J. K., and T.J. Lee. 1976. Frequency and allelism of deleterious genes concealed in Korean natural population of *Drosophila melanogaster*: Lethality, sterility and visible mutants. Kor. J. Zool., 19:15-24.
- Dawood, M. M. 1961. The genetic load in the second chromosomes of some population of *Drosophila melanogaster* in Egypt. Genetics, 46:239-246.
- Ives, P. T. 1945. The genetic structure of American population of *Drosophila melanogaster*. Genetics, 30:167-196.
- Ives, P. T. 1970. Further genetic studies of the South Amherst population of *Drosophila melanogaster*. Evolution, 24:507-518.

- 李春善. 1975. 초파리 自然集團의 遺傳的 變異에 대한 研究. 仁川教大 科學教育 研究所 論文集 第二輯 : 59 - 64.
- 李春善. 1976. 초파리 自然集團에 保有되어 있는 有害遺傳子の 頻度와 同座位 率에 관한 研究. 仁川教大 科學 教育研究所 論文集. 第三輯 : 77 - 85.
- 李春善. 1977. 초파리 自然集團에 保有되어 있는 有害遺傳子과 不妊遺傳子 頻도에 관한 研究. 仁川教大 科學教育研究所 論文集. 第四輯 : 63 - 71.
- 李春善. 1979. 半月地域 초파리集團의 有害遺傳子에 관한 研究. 仁川教大 論 文集. 第 14 輯 : 379 - 389.
- 李春善. 1981. 半月地域 초파리集團에 保有되어 있는 有害遺傳子에 관한 研 究. 仁川教大 論文集. 第 15 輯 : 507 - 513.
- Minamori, S. 1967. A killing agent in natural population of *Drosophila me- lanogaster*. Japan. J. Genet., 42:317 - 326.
- Minamori, S. 1969. Extra chromosomal element delta in *Drosophila melano- gaster*, I. Gene dependence of killing action and multiplication. Genetics, 62:583 - 586.
- Minamori, S. 1971. Extra chromosomal element delta in *Drosophila melano- gaster*, V. A variant inherited biparentally at 25 °C. Japan. J. Genet., 46; 169 - 180.
- Minamori, S., and Y. Saito. 1964. Local and seasonal variations of lethal frequencies in natural population of *Drosophila melanogaster*. Japan. J. Genet., 38:290 - 304.

- 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. Genet., 48:  
41 – 51.
- Oshima, C. 1962. The persistence of some recessive lethal genes in na-  
tural population of *Drosophila melanogaster*. II Proc. Japan. Acad.,  
38:278 – 283.
- Oshima, C. 1963. The persistence of some lethal ressesive genes in na-  
tural populations of *Drosophila melanogaster*. III. Proc. Japan. Acad.,  
39:125 – 130.
- Oshima, C., and J.K. Choo. 1972. Deleterious and sterility genes in Ja-  
panese and Korean natural population of *Drosophila melanogaster*. Ann.  
Rpt. Natl. Inst. Genet., Japan. 22:90 – 91.
- Oshima, C., and T. K. Watanabe. 1973. Fertility genes in natural popu-  
lation of *Drosophila melanogaster*. I. Frequence, allelism and per-  
sistence of sterility genes. Genetics, 74:351 – 361.
- Paik, Y. K. 1966. Genetic variability in second and third chromosomes  
from Korean populations of *Drosophila melanogaster*. Japan. J. Genet.,  
41:325 – 333.
- 成者昌. 1968. *Drosophila melanogaster* 의 小集團에 있어서 致死異型接合  
體의 生存度. 成大 論文集. 13:15 – 28.

- Suh, D. S. and K. C. Sung. 1983. Analysis of lethal genes in Jeju and Ulnung Island population of *Drosophila melanogaster*. Journal of Sung Kyun Kwan Univ., 33:11 – 21.
- Watanabe, T. K. 1969. Frequency of deleterious chromosomes and allelism between lethal genes in Japanese natural populations of *Drosophila melanogaster*. Japan. J. Genet., 44:171 – 187.
- Watanabe, T. K., T. Watanabe and C. Oshima, 1976. Genetic changes in natural populations of *Drosophila melanogaster*. Evolution, 30:109 – 118.

