

## 八堂産 호밀(*Secale cereale*) B 染色體의 出現頻度에 대하여

李 雄 植

(서울大學校 師範大學 生物教育科)

### Frequency of B-chromosomes in Rye (*Secale cereale*) Cultivated in Paldang

Lee, Woong Jik

(Department of Biology Education, Seoul National University, Seoul)

#### ABSTRACT

Rye in Paldang was investigated with regard to the occurrence of B-chromosomes from 1963 through 1977, and frequencies of B-chromosomes were as follows; 2% (1963), 8% (1964), 8% (1965), 15% (1966), 11.5% (1968), 11.7% (1969), 20% (1975), 19.6% (1976), and 12.8% (1977). The result of the chi-square test showed statistically no significant difference between the frequency of B-chromosomes each year. The analysis revealed that distribution of B-chromosomes seemed to be relatively uniform in the rye field. With regard to the sample size 50 plants were quite enough to estimate the frequency of B-chromosomes in rye population. Quadrivalent due to translocation heterozygote were observed in the population of Paldang rye from 1966 through 1977, their frequencies being 1 to 7%. Numerical increase of B-chromosomes in rye due to non-disjunction process in the pollen as well as in the ovules was well-known phenomenon, whereas B-chromosomes tended to be eliminated in meiosis and seed fertility of rye was reduced in the individuals with B-chromosomes. The mechanism of gain or loss for B-chromosomes might support the equilibrium of B-chromosomes in Paldang rye population.

#### 緒 論

韓國産 호밀의 B 染色體(B')의 出現頻度를 최초로 연구한 Oinuma (1952)는 30 개체가 全部 4 개의 B'를 갖고 있음을 보고하였다. Müntzing (1957)은 韓國産 호밀 7 系統의 B'의 빈도를 조사하여 19.5%에서 91.5%의 범위를 가졌음을 밝혔으며, 특히 扶餘(91.8%), 燕岐(89.5%), 水原(78.8%)은 높은 빈도를 나타내고 있었다.

Lee and Min (1965)과 李 및 閔(1968)은 韓國產 호밀 47系統을 조사하여 B'의 빈도가 2%에서 73.3%의 넓은 범위에 있으며 最頻値는 30~40%임을 밝혔다.

1963년 京畿道 八堂產 호밀은 B'의 출현빈도가 2%로서 韓國產 호밀 중에서 가장 낮은 B'의 빈도를 나타내어 注目을 끌었다. 이 호밀의 系統은 계속 연구되어 B'의 빈도가 8% (1964), 8% (1965), 15% (1966)로 서서히 增加하였다(Lee and Min, 1965; 李, 1966). 이 系統은 1968, 1969년까지 연구하다가 5년간 중단되었으나 1975년부터 1977년까지 다시 연구를 계속하였다. 그러나 1979년부터 八堂 圃場에서 호밀 栽培가 不可能하게 되었으므로 1979년부터 八堂產 호밀의 系統을 京畿道 龍仁郡 器輿面 貢稅里에서 栽培 保存하고 있다. 1963년부터 1977년까지 연구한 八堂產 호밀의 B'의 출현빈도에 대하여 조사한 결과를 정리하여 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

이 호밀의 系統은 京畿道 楊州郡 瓦阜面 八堂驛前 漢江邊에 位置한 밭에서 계속 재배되어 왔으며 (Fig. 1) 연구가 시작된 1963년에 이미 15년의 耕作歷史를 가진 것이다. 우리나라에서는 호밀은 重要한 곡식이 아니므로 農家에서 호밀의 種子를 更新하지 않고 自家 種子를 계속 재배하기 때문에 호밀의 B염색체의 出現頻度의 연구에 貴重한 材料가 된다.

**이삭 固定.** 1963년과 1968년에는 호밀을 서울大 師大 圃場에 재배하여 5월에 花粉母細胞(PMC)의 減數分裂의 適期에 이삭을 고정하였으며 固定液은 acetic alcohol (1:3)에 鹽化鐵을 微量 添加한 것을 사용하였다. 고정 시간은 PMC에서 diakinesis와 第一中期를 관찰하는 適時인 낮 12時에서 午後 1時 사이를 擇하였다. 고정한 이삭은 室溫에서 1주일 둔 다음 70% ethanol로 두번 씻고 70% ethanol에 넣어 냉장고에 保管하였다. 1964~1966, 1969, 1975~1977년에는 八堂 밭에서 4월말 또는 5월초에 이삭을 고정하였다.

**標本 採取.** 1964~1966, 1969 및 1975년에는 호밀 밭 全體에서 無作為로 이삭을 수집하였다. 1976년과 1977년에는 호밀 밭을 10개의 區(section)로 나누어 5명이 각각 2個區씩 分擔하고 各 區에서 이삭을 약 25개씩 고정하여 각각 다른 固定瓶에 보관하였다. 染色體 觀察은 各 區에서 20개체씩 실시하였다.

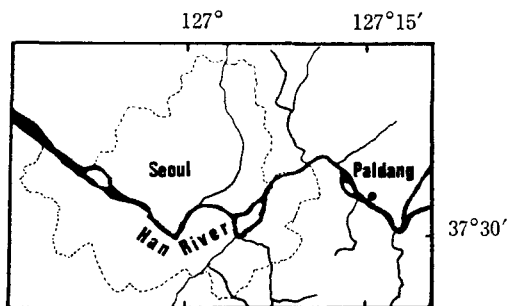


Fig. 1. The location of the rye field in Paldang. The circle indicates Paldang rye field.

**染色體 觀察.** PMC를 aceto-carmine으로 염색하여 染色體 數를 결정하였다.

슬라이드를 acetic-butyl alcohol (1:1)에 뒤집어 놓고 커버글라스가 떨어지면 슬라이드와 커버글라스를 純 butyl alcohol에 1분간 둔 다음 Canada balsam으로 封하여 永久標本을

만들었다. 顯微鏡寫眞에는 Kodak microfilm 을 사용하고 Kodak D11 으로 現象하였다. 染色體 數 決定은 주로 PMC 에서 실시하였으나 根端 有糸分裂 관찰에는 前處理로  $\alpha$ -bromonaphthalene 을 사용하고 aceto-carmin e 으로 染色하였다.

## 結 果

호밀의 染色體는  $2n=14$ 가 正常인데 個體에 따라서 B 染色體를 갖는 경우가 있으며 B'의 수는 개체마다 다르다.

Fig. 2-1은 根端 有糸分裂에서 14개의 正常 染色體 이외에 4개의 標準型 B 染色體를 보여 주고 있다. B'는 正常 染色體의 절반 정도의 크기이며 sub-terminal의 動原體를 가지고 있다. Fig. 2-2는 PMC에서 관찰한  $14+2 B'$ 의 염색체를 나타낸 것이다. 7개의 二價 染色體 이외에 2개의 작은 B'가 接합을 하고 있다. Fig. 2-3은 PMC에서 관찰한  $14+4 B'$ 의 염색체를 표시한다.  $4 B'$ 는 2개의 B'끼리 接합하는 경우와  $4 B'$ 가 함께 接합하는 경우가 있다. 어떤 개체에서는 B'가 接합을 하지 않고 서로 떨어져 있는 경우도 있다.

**B'의 빈도(1963~1977).** Table 1은 1963년부터 1977년까지의 八堂産 호밀의 B 染色體의 출현빈도를 표시한 것이다. 1963년에는 2%였던 B'의 빈도가 서서히 올라가 1966년에 15%가 되어 10%를 넘었으며 1975년에는 20%로 上昇하였다가 1977년에 12.8%로 떨어졌다.

1963년부터 1975년까지는  $4 B'$ 는 나타나지 않았으나, 1975년 이 연구와 別途로 八堂産 호밀을 材料로 하여 螢光밴드를 연구중  $4 B'$ 를 관찰하였다. 1976년 B'의 빈도 조사에서 2개의  $4 B'$ 가 관찰된 것은 B'의 출현빈도가 19.6%로 올라간 탓도 있겠으나 sample의 크기가 199로 증가한 效果도 있을 것이다.

B'의 출현빈도는 B'를 가진 개체(with B')와 B'를 갖지 않는 개체(without B') 사이를 비교하는 것이므로 이 報文에서는 資料를 with B'와 without B'로 정리한 다음 統計處理를 하였다. Heterogeneity에 대한  $\chi^2$  檢定の 결과는  $0.50 < p < 0.60$ 로서 有意差가 없으므로 年度에 따른 B'의 출현빈도에 차이가 없고 八堂 호밀의 集團에서 B'가 平衡을 유지하고 있음

Table 1. Frequencies of B-chromosomes in Paldang rye from 1963 to 1977

Year	N	Number of B'				Frequency of B' (%)	Average No. of B' per plant
		0	1	2	4		
1963	50	49	0	1	0	2.0	0.04
1964	50	46	0	4	0	8.0	0.16
1965	50	46	0	4	0	8.0	0.16
1966	100	85	1	14	0	15.0	0.29
1968	104	92	1	11	0	11.5	0.22
1969	60	53	0	7	0	11.7	0.23
1975	100	80	1	19	0	20.0	0.38
1976	199	160	0	37	2	19.6	0.41
1977	180	157	0	23	0	12.8	0.26

을 알 수가 있다.

**B'의 출현빈도의 分析.** 1975년 無作為로 수집한 이삭 100개를 10 個區로 等分하여 各 區에 소속된 10개체의 염색체를 관찰한 결과는 Table 2와 같다. 第7區와 第10區를 除外하면 B'가 均一하게 分布되어 있고  $\chi^2$ 檢定の 결과는  $0.80 < p < 0.90$ 로서 各 區에서의 B'의 빈도에 차이가 없는 것을 알 수 있다.

1976년에 各 區別로 수집한 이삭을 관찰한 결과는 Table 3과 같다. 第8區는 減數分裂적기의 이삭이 不足하여 19개체만 관찰되었다. 各 區마다 相當한 차이가 보이지만  $\chi^2$ 檢定の 결과는  $0.05 < p < 0.10$ 로서 各 區의 B'의 分布에 有意差가 없음을 알 수 있다.

筆者는 호밀의 B染色體의 출현빈도에 대한 연구를 계속하는 동안 果然 몇 個體를 조사해야만 그 集團의 B'의 빈도를 推定할 수 있는가에 대하여 생각해 왔다.

1976년의 조사에서 各 區를 다시 A, B, C, D의 小區(subsection)로 나누어 各 小區에 5개체씩 포함시켰다. 第1區에서 第10區까지 各 區에 소속된 A小區의 개체를 모은 것을 sum A(50개체)로 하고 同一하게 sum B(50개체), sum C(50개체), sum D(49개체)를 集計하여 各 sum에서의 B'의 빈도를 조사한 결과는 Table 4와 같다.  $\chi^2$ 檢定の 결과는  $0.05 < p < 0.10$ 로서 各 sum의 B'의 빈도 사이에 有意差가 없는 것을 알 수가 있다.

Table 4의 자료에서 各 sum의 數値를 累加시켜 50, 100, 150, 199개체에 있어서의 B'의 빈도는 Table 5와 같다. 50개체에서 150개체 사이의 B'의 빈도는 16%로 별 차이가 없고 199개체에서는 19.6%로 약간 올라갔으나 大體로 B'의 출현빈도에 차이가 없는 것을 알 수 있다.

1977년에도 1976년과 같이 호밀 발을 10個區로 나누어 이삭을 수집하였으나 第10區의 표본채취가 不良하여 除去하고 9個區만 염색체 조사를 하였다. Table 6에서 보는 바와 같이 1976년에 비해 各 區에 있어서 B'의 빈도가 高르게 되어 있다.  $\chi^2$ 檢定の 결과는  $0.80 < p$

Table 2. Analysis of the occurrence on B-chromosomes in Paldang rye investigated in 1975

Section	N	Number of B'			Frequency of B' (%)	Average No. of B' per plant
		0	1	2		
1	10	8	0	2	20	0.4
2	10	8	0	2	20	0.4
3	10	8	1	1	20	0.3
4	10	8	0	2	20	0.4
5	10	8	0	2	20	0.4
6	10	8	0	2	20	0.4
7	10	6	0	4	40	0.8
8	10	8	0	2	20	0.4
9	10	8	0	2	20	0.4
10	10	10	0	0	0	0
Total	100	80	1	19	20*	0.39*

\*Mean

Table 3. Analysis of the occurrence on B-chromosomes in Paldang rye investigated in 1976

Section	N	Number of B'			Frequency of B' (%)	Average No. of B' per plant
		0	2	4		
1	20	13	7	0	35	0.7
2	20	19	1	0	5	0.1
3	20	14	6	0	30	0.6
4	20	16	4	0	20	0.4
5	20	18	2	0	10	0.2
6	20	12	7	1	40	0.9
7	20	18	1	1	10	0.3
8	19	15	4	0	21	0.42
9	20	17	3	0	15	0.3
10	20	18	2	0	10	0.2
Total	199	160	37	2	19.6*	0.41*

\*Mean

Table 4. Analysis of the occurrence of B-chromosomes in sum of subsection (1976)

	Sum of subsection				Total
	A	B	C	D	
Without B'	42	42	43	33	160
With B'	8	8	7	16	39
Total	50	50	50	49	199
Frequency of B' (%)	16.0	16.0	14.0	32.7	19.6

Table 5. Variation in the frequencies of B-chromosomes in different sample size (1976)

Sample size	Number of B'			Frequency of B' (%)	Average No. of B' per plant
	0	2	4		
50	42	8	0	16.0	0.32
100	84	15	1	16.0	0.34
150	127	21	2	15.5	0.33
199	160	37	2	19.6	0.41

<0.90 를 나타내어 各 區의 B'의 출현빈도 사이에 차이가 없는 것을 알 수 있다.

1977년에도 前年과 같이 各 區를 A,B,C,D의 小區로 나누어 sum A, sum B, sum C, sum D에 있어서의 B'의 빈도를 Table 7에 표시하였다.  $\chi^2$ 檢定の 결과는  $0.10 < p < 0.20$

Table 6. Analysis of the occurrence of B-chromosomes in Paldang rye investigated in 1977

Section	N	Number of B'		Frequency of B' (%)	Average No. of B' per plant
		0	2		
1	20	18	2	10	0.2
2	20	16	4	20	0.4
3	20	17	3	15	0.3
4	20	17	3	15	0.3
5	20	18	2	10	0.2
6	20	17	3	15	0.3
7	20	17	3	15	0.3
8	20	20	0	0	0
9	20	17	3	15	0.3
Total	180	157	23	12.8	0.26

Table 7. Analysis of the occurrence of B-chromosomes in sum of subsection (1977)

	Sum of subsection				Total
	A	B	C	D	
Without B'	39	41	35	42	157
With B'	6	4	10	3	23
Total	45	45	45	45	100
Frequency of B' (%)	13.3	8.9	22.2	6.7	12.8

로서 각 sum에서의 B'의 출현빈도 사이에 有意差가 없다.

Table 7의 sum A, sum B, sum C, sum D를 累加시켜 45, 90, 135, 180 개체에 있어서의 B'의 출현빈도를 Table 8에 표시하였다. B'의 빈도가 11.1%~14.8% 사이에 있어서 큰 차이가 없다. 따라서 1976년과 1977년의 分析 결과를 綜合하면 표본채취만 잘 되어 있으면 50개체를 조사하여도 호밀 集團의 B'의 빈도를 推定할 수 있을 것이다.

**相互轉座.** 八堂産 호밀의 B染色體의 출현빈도를 조사하는 중 轉座異型接合體(T.H.)에 의한 四價染色體가 1966년부터 1977년까지 1%~7%의 빈도로 관찰되었다(Table 9).

이 四價染色體는 PMC에서 100%로 나타나지 않고 一部の PMC는 7개의 二價染色體를 가진 경우도 있다. 1968년 4개체의 T.H.를 관찰한 결과 PMC에서 11~85%의 빈도로 四價染色體가 나타났으며 T.H.의 한 개체에서는 四價染色體와 六價染色體가 混在하고 있었다.

이 相互轉座는 diakinesis에서 四價染色體가 仁과 結合된 것과 結合되지 않은 2種類가 있는 것으로 보아 相互轉座에 仁形成染色體(IR: 호밀의 1번 염색체)가 介在된 것과 介在되지 않은 두 가지가 있음을 알 수 있다(Fig. 2-4).

Table 8. Variation in the frequencies of B-chromosomes in different sample size (1977)

Sample size	Number of B'		Frequency of B' (%)	Average No. of B' per plant
	0	2		
45	39	6	13.3	0.26
90	80	10	11.1	0.22
135	115	20	14.8	0.29
180	157	23	12.8	0.26

Table 9. Frequencies of translocation heterozygote in Paldang rye from 1963 to 1977

	1963	1964	1965	1966	1968	1969	1975	1976	1977
Number of T.H.	0	0	0	4	7	3	4	14	2
Frequency of T.H.(%)	0	0	0	4	6.7	5	4	7	1.1

T.H.; Translocation heterozygote

## 考 察

B染色體의 出現頻度와 地理的 分布에 대한 연구는 여러 種에서 이루어졌으나 한 集團의 B'의 빈도를 多年間 계속 연구한 보고는 그리 많지 않다.

Jackson and Cheung (1967)은 메뚜기의 一種 *Phaulacridium vittatum*을 9년간 연구하여 B'의 出現빈도가  $11.22 \pm 0.3\%$ 로서 變動이 없는 것을 보고하였다. Kayano *et al.* (1970)은 日本九州地方에서 방아깨비(*Acrida lata*)의 11개의 集團을 對象으로 B'의 出現빈도를 3년에서 9년에 걸쳐 계속 조사하여 9개 집단에서는 B'가 平衡狀態에 있고 2개 집단만이 變動이 있음을 보고하였다. Kayano *et al.* (1970)은 9개 집단에서는 각각 다른 遺傳子型을 가진 집단이 서로 격리되었기 때문에 B'의 빈도가 平衡을 유지하고 있고 2개의 집단은 公圃과 道路邊과 같이 人爲的인 영향을 받는 환경때문에 B'의 빈도에 변동이 있었을 것이라고 해석하였다.

본 연구에서 1963년부터 1977년까지 호밀의 B'의 出現빈도 사이에 統計學的으로 有意差는 없었으나 年度에 따라 B'의 빈도에 약간 차이가 생긴 것은 耕作者가 호밀을 播種할 때 種子를 均一하게 混合하지 않았기 때문이 아닌가 생각된다. Jackson and Cheung (1967), Kayano *et al.* (1970)가 材料로 사용했던 昆虫은 自然集團인데 비해 作物인 호밀은 더 人爲的인 영향을 받을 것이다.

Müntzing (1946)은 호밀의 花粉 有糸分裂의 第一分裂에서 B染色體가 不分離現象을 일으켜 B'의 수가 증가하는 것을 밝혔고 Håkansson (1948)은 胚囊의 分裂에서도 同 한 B'의 증가의 機作이 있다고 보고하였다.

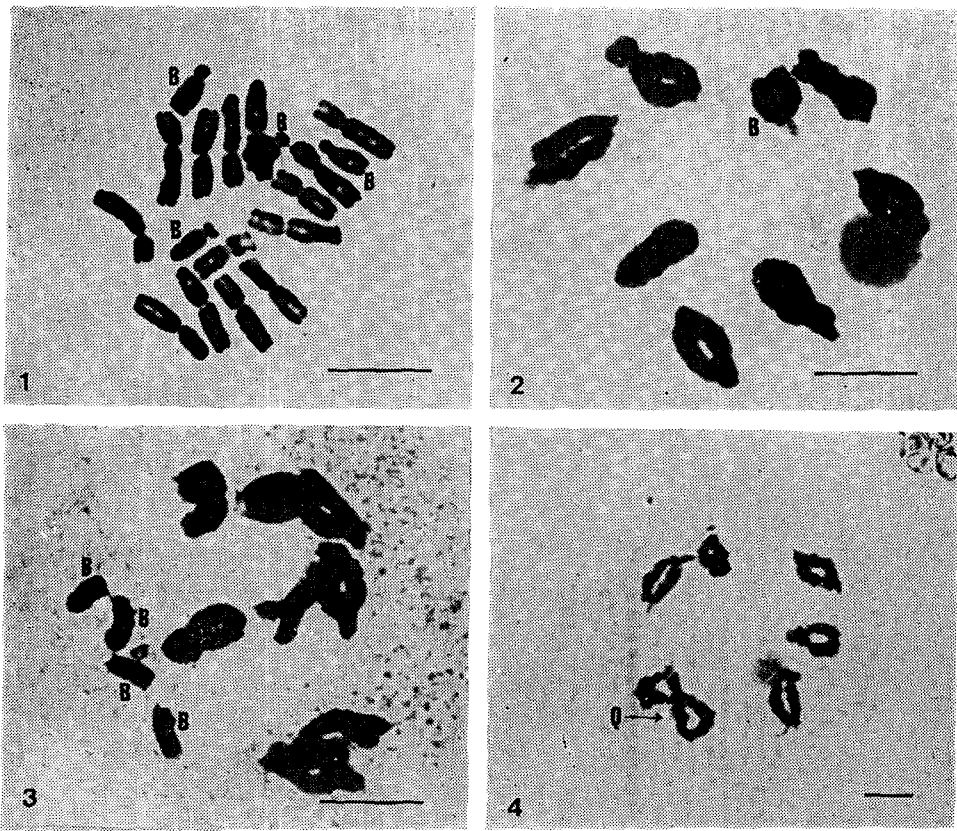


Fig. 2. Mitosis and meiosis in rye involving B-chromosomes and translocation heterozygote. Bar indicates 10  $\mu$ m.

1. 4 B-chromosomes at root tip mitosis.
2. 2 B-chromosomes at diakinesis of pollen mother cell.
3. 4 B-chromosomes at diakinesis of pollen mother cell.
4. Quadrivalent at diakinesis of pollen mother cell. The quadrivalent is not associated with nucleolus.

호밀의 집단에서 B'가 平衡을 유지하려면 이러한 B'의 증가를 抑制하는 要因이 있어야 할 것이다. 그 要因의 하나로서 生殖細胞 形成時에 B'가 除去되는 現象을 들 수 있는데 PMC에서 감수분열이 끝나서 形成된 花粉四分體(pollen tetrad)에서 分裂에 늦어 除去된 B'가 micronuclei를 形成하는 것을 볼 수 있다. Müntzing (1966)은 0 B'와 7 B' 사이의 개체에서 生産된 種子 重量을 조사하여 개체의 B'가 증가함에 따라 種子 重量이 감소되어 7 B'에서는 0 B'에 비해 20%로 감소된 것을 보고하였다. 筆者는 호밀의 稔性이 B'의 증가에 따라 감소되어 6 B'가 0 B'보다 稔性이 1/10로 低下되는 것을 관찰하였다. 이와 같이 分離現象에 의한 B'의 증가와 生殖細胞에서의 B'의 除去 및 B'의 증가에 따른 稔性의 低下등의 要因이 서로 均衡을 이루어 B'가 호밀 집단에서 平衡을 유지하는 것으로 생각된다.



1968년 八堂産 호밀을 받은 Jones는 英國에서 재배한 이 系統이 1972년에 B'의 빈도가 22.2%로 증가하였으며 (Jones, 1975), 1975년에는 40%로上昇한 것을 알려 왔다(personal communication). 이것은 다른 환경에 재배된 호밀의 B'가 새로운 환경에 적응하기 위한 B'의 변동으로 생각할 수 있다. 筆者가 器興面 貢稅里에 1979년부터 재배한 八堂産 호밀의 系統도 1981년에 27%로 B'의 출현빈도가 증가하였다. 다른 환경에 재배된 호밀의 B'가 減少된 例로 Müntzing (1967)의 보고를 들 수 있다. 그는 처음에 28%의 B'의 빈도를 가졌던 Transbaikal産 호밀을 스웨덴에서 14世代 재배하는 동안 10%까지 B'가 감소된 것을 보고하였다.

T.H.의 식물이 部分的인 不稔性を 나타내는 事例는 널리 알려져 있다. Oka *et al.* (1967)은 수박에 X線 照射를 하여 誘發된 T.H.의 개체 ( $2n=9II+1IV$ )가 正常 個體보다 種子 稔性이 31% 감소한 것을 보고하여 씨 없는 수박을 만들 수 있는 可能性을 提示하였다. Garber (1948)는 X선 조사를 받은 *Sorghum versicolor* 중에 생긴 T.H. 개체의 種子 稔性이 正常 個體에 비해 60% 감소한 것을 보고하였다.

李(1971)는 八堂産 호밀에서 由來된 T.H. 개체와 正常 개체의 種子 稔性を 비교하여 T.H.가 正常에 비해 種子 稔性이 12~23% 감소한 것을 밝혔다. 그리고 李(1971)는 호밀의 T.H.와 正常 個體 사이에 相互交配를 한  $F_1$ 에서 T.H. 개체가 46~56% 出現한 것을 보고하였다. 이것은 正常 개체와 T.H. 개체 사이에 생긴  $F_1$ 의 절반이 T.H.가 된다고 하는 理論과 一致한다.

自家受精을 하는 식물에서는 T.H. 개체의 다음 世代에 理論적으로 轉座同型接合體 (T. homo), T.H. 및 正常 個體가 1:2:1의 比率로 생긴다. 보통 T. homo와 T.H.는 正常 개체 보다 種子 稔性이 낮으므로 世代를 거듭 함에 따라 相互轉座를 가진 個體가 계속 감소된 것이다. 그러나 八堂産 호밀에서 T.H.가 계속 관찰된 것은 다음과 같이 해석할 수 있을 것이다. 호밀은 他家受精 植物이므로 T.H.를 가진 母體에서 생긴 다음 世代는 1/2만이 T.H.를 갖게 되지만 T.H. 개체에서 생긴 花粉이 주변의 正常 個體를 授精시켜 그 다음 世代의 一部가 T.H.가 되는 것이다. 이와 같이 他家受精의 機作이 相互轉座의 개체가 가진 種子 稔性 低下의 缺點을 補償하여 八堂産 호밀 集團에서 계속 T.H. 個體가 出現하는 것으로 생각할 수 있다.

八堂産 호밀의 相互轉座 個體는 그 후 계속 서울大 師大 圃場에서 재배되어 연구했다(李 1975). 1981년에 C-banding의 연구에 의하여 仁과 結合되지 않는 T.H.는 5R (5번 염색체)와 6R (6번)가 각각 動原體 부근에서 切斷이 일어나 相互轉座가 形成된 것을 明確히 알 수 있었다(未發表).

謝 辭. 본 연구를 위하여 多年間 호밀을 耕作해 주신 故 박수달씨와 그 아들 박석준씨에게 깊이 감사합니다. 染色體 관찰을 도와 주신 閔丙禮, 盧仁嬾, 宋仁子 諸氏에게 감사 드리며 顯微鏡 寫眞을 준비 해 주신 禹濟昌, 羅鍾吉君과 材料 수집을 도와 주신 서울大 師大 學生 여러분에게 감사드립니다.

## 摘 要

1963년부터 1977년까지 八堂産 호밀의 B染色體의 出現頻度を 조사한 결과는 다음과 같다. 2% (1963), 8% (1964), 8% (1965), 15% (1966), 11.5% (1968), 11.7% (1969), 20% (1975), 19.6% (1976), 12.8% (1977).  $\chi^2$ 檢定の 결과는 各年度에 있어서의 B'의 出現빈도 사이에 有意差가 없음을 나타내고 있다. 1976년과 1977년에는 호밀 발을 10個 區로 나누어 材料를 수집하여 B'의 分布와 표본채취의 결과를 分析하였다. 호밀의 B'는 集團內에서 比較的 均一하게 分布되고 있으며 最小 50개체를 관찰하면 호밀 集團의 B'의 出現빈도를 大略 알 수가 있었다. 八堂産 호밀 集團에서 1966년부터 1977년까지 계속하여 轉座異型接合體(T.H)에 의한 四價染色體를 가진 個體가 1~7%의 빈도로 관찰되었다.

## 參 考 文 獻

- Garber, E. D. 1948. A reciprocal translocation in *Sorghum versicolor* Anderss. *Amer. J. Bot.* **35** : 295~297.
- Håkansson, A. 1948. Behavior of accessory chromosomes in the embryo sac. *Hereditas* **34** : 35~59.
- Jackson, W. D. and D. S. M. Cheung. 1967. Distortional meiotic segregation of a supernumerary chromosome producing differential frequencies in the sexes in the short horned grasshopper *Phaulacridium vittatum*. *Chromosoma* **23** : 24~37.
- Jones, R. N. 1975. B-chromosome systems in flowering plants and animal species. *Int. Rev. Cytol.* **40** : 1~100.
- Kayano, H., M. Sannomiya and K. Nakamura. 1970. Cytogenetic studies on natural populations of *Acrida lata*. *Hereditas* **25** : 113~122.
- Lee, W. J. and B. R. Min. 1965. On accessory chromosomes in *Secale cereale*. I. Frequency and geographical distribution of plants with accessory chromosomes in Korea. *Korean J. Bot.* **8** : 1~6.
- 李雄植. 1966. 호밀의 附屬染色體에 관한 研究(第3報). 호밀의 附屬 染色體의 頻도와 土壤成分과의 相關關係. 植會誌 **9** : 1~6
- , 閔丙禮. 1968. 호밀의 附屬染色體에 관한 研究(第4報). 韓國産 호밀의 附屬染色體의 出現頻度(續報). 植會誌 **11** : 31~35.
- . 1971. 호밀 染色體의 相互轉座에 대한 細胞遺傳學的 研究. 文教部 學術研究報告書 理學系, 17 pp.
- . 1975. 호밀 相互轉座의 transmission에 대하여. 植會誌 **18** : 139~142.
- Müntzing, A. 1946. Cytological studies of extra fragment chromosomes in rye. III. The mechanism of non-disjunction at the pollen mitosis. *Hereditas* **32** : 97~119.
- . 1957. Frequency of accessory chromosomes in rye strains from Iran and Korea. *Hereditas* **43** : 682~685.
- . 1966. Accessory chromosomes. *Bull. Bot. Soc. Bengal* **20** : 1~15.
- . 1967. Some main results from investigation of accessory chromosomes. *Hereditas* **57** : 432~438.
- Oinuma, T. 1952. Karyomorphology of cereales. *Biol. J. Okayama Univ.* **1** : 12~71.
- Oka, H., T. Watanabe and I. Nishiyama. 1967. Reciprocal translocation as a new approach to breeding seedless watermelon. I. Induction of reciprocal translocation strains by X-ray irradiation. *Can. J. Genet. Cytol.* **9** : 482~489.