

韓國 호밀(*Secale cereale* L.)의 B染色體 出現頻도와 地理的 分布

方 在 旭·李 雄 植

(忠南大學校 生物學科·서울大學校 師範大學 生物教育科)

Frequency and Geographical Distribution of B Chromosomes of Rye (*Secale cereale* L.) in Korea

Bang, Jae Wook and Woong Jik Lee

(Department of Biology, Chungnam National University Daejeon and Department of
Biological Education, Seoul National University, Seoul)

ABSTRACT

The frequencies and geographical distribution of B chromosomes on 15 strains of rye (*Secale cereale* L.) collected from various localities in Korea were investigated. All of the 15 strains of rye investigated were found to have B chromosomes, and the frequencies of B chromosomes ranged from 6% to 51% with 20.1% average. Plants with 2Bs seem to be the most stable in populations with B chromosomes. Of 1400 plants examined, one plant was observed to have a deficient-B chromosome in Buyo rye.

緒 論

호밀(*Secale cereale* L.)은 遺傳子를 구성하는 基本染色體($2n=14$) 이외에 基本染色體보다 크기가 작은 B染色體(Bs)를 가지는 경우가 있다. B染色體는 附屬染色體(accessory chromosome) 또는 過剩染色體(supernumerary chromosome)라고도 부른다.

호밀의 B染色體의 出現頻도와 地理的 分布는 많은 학자들에 의해 보고되어 왔다. Müntzing(1954)은 유럽產 호밀 10系統 600個體를 관찰한 결과 단 2個體만이 B染色體를 가지고 있음을 보고하였고, Turkey와 Afghanistan產에서는 각각 0.6~13.3%와 0~14.1%의 B染色體 出現頻도가 나타나며, Transbaikal產에서는 28.2%의 빈도가 나타남을 보고하면서 原始的인 系統일수록 B染色體의 頻도가 높게 나타난다고 하였다. 또한 Müntzing(1957)은 Iran產 호밀에서 88系統중 49系統이 B染色體를 가졌으며 49系統에서 B染色體의 出現頻도가 平均 7.9%로 나타남을 보고한 바도 있다. Kranz(1968)는 Iran產 호밀의 B染色體 頻도를 0~14.3%로 보고하였다. Zečević and Paunović(1967)은 Yugoslavia產 호밀이 27.1%의 B染色體 出現頻도를 나타낸다고 하였고, Sakamoto and Akita(1982)는 Turkey產에서 平均 11.3%, Greece產에서는 平均 5.3%, Rumania와 Spain產에서는 0%의 B染色體 出現頻도가 나타남을 보고하였다.

호밀이 個體當 最高 몇개의 B염색체를 가질 수 있는가에 대해 學者에 따라 異見이 있다.

Müntzing(1954)는 10개를 보고하였으며 Kirk와 Jones(1970)는 8개를 보고하였으며 계속 8B를 고집하고 있다(Jones and Rees, 1982). 그러나 李雄種(未發表)은 10개를 관찰하였다.

韓國 호밀의 B染色體를 최초로 연구한 Oinuma(1952)는 그가 조사한 韓國호밀 30個體가 모두 4개의 B染色體를 가지고 있음을 보고하였고, Müntzing(1957)은 韓國의 7個 지방에서 수집한 호밀의 B染色體 조사에서 그 頻度가 19.4%에서 91.5%의 범위를 가진다고 보고하였다. Lee and Min(1965, 1968)은 韓國 호밀 47系統을 재료로 하여 B染色體의 出現頻도가 2%에서 73.3%의 범위로 나타나며, 最頻値는 30~40%임을 밝힌 바 있다. Kim(1982)은 韓國 4個 지방산 호밀의 B染色體 調査에서 그 出現頻도가 20%~51.5%로 나타남을 보고하였다. 이와같이 韓國 호밀의 B染色體의 出現頻도는 세계에서 가장 높은 것으로 보고되어 있다.

本 研究에서는 세계적으로 B染色體의 出現頻도가 가장 높은 것으로 보고되어 있는 韓國 호밀을 재료로 B染色體의 出現頻도와 그의 地理的 分布의 조사를 통해 B染色體의 頻도가 계속 높게 유지되고 있는가의 여부를 확인하려고 한다.

材料 및 方法

植物 材料. 研究에 사용한 호밀(*Secale cereale* L.)의 系統은 Table 1과 같이 15個 지방에서 수집된 種子로 최저 10年 이상 自家 採種하여 栽培되어온 系統들이다. 八堂産 호밀은 경기도 팔당에서 30年 이상 재배되어 오다가 1979년부터 경기도 용인군 기흥면 공세리로 재배지를 옮겨 系統을 유지하며 栽培한 것이다.

Table 1. Collection localities of rye in Korea

No.	Strains	Collected localities	Collected year
1	Paldang	Paldang(Kyunggi-do)	1982
2	Gumsan No. 1	Kunbuk-myun, Gumsan-gun(Choongchung Nam-do)	1982
3	Gumsan No. 2	Gumsan-eup, Gumsan-gun(Choongchung Nam-do)	1982
4	Gumsan No. 3	Chubu-myun, Gumsan-gun(Choongchung Nam-do)	1982
5	Gumsan No. 4	Gumsung-myun, Gumsan-gun(Choongchung Nam-do)	1982
6	Gumsan No. 5	Buri-myun, Gumsan-gun(Choongchung Nam-do)	1981
7	Hoingsung No. 1	Dunbang-ri Dunnae-myun, Hoingsung-gun(Kangwon-do)	1982
8	Hoingsung No. 2	Uyong-ri Dunnae-myun, Hoingsung-gun(Kangwon-do)	1982
9	Hoingsung No. 3	Uchun-myun, Hoingsung-gun(Kangwon-do)	1982
10	Buyo	Jawang-ri Buyo-eup, Buyo-gun(Choongchung Nam-do)	1981
11	Youngwol	Sangdong-myun, Youngwol-gun(Kangwon-do)	1981
12	Youngkwang	Yeomsan-myun, Youngkwang-gun(Cholla Nam-do)	1982
13	Naju	Tashi-myun, Naju-gun(Cholla Nam-do)	1982
14	Muan	Mongtan-myun, Muan-gun(Cholla Nam-do)	1982
15	Youngam	Shinbuk-myun, Youngam-gun(Cholla Nam-do)	1982

染色體 分析. 호밀 種子를 恒溫器(20°C)에서 48~72시간동안 發芽시킨 후 1個體에서 根端을 하나씩 채취하여 monobromonaphthalene의 포화수용액에서 2.5시간 前處理한 다음 빙초산에 固定하여 냉장고에 보관하였다. 固定된 근단을 根端解離液(cellulase 0.5g, pectinase 0.5g, distilled water 10ml, 1N HCl 3ml)에서 1.5시간 처리한 후 1% acetocarmine을 사용하여 squash method로 슬라이드를 만들어 染色體를 관찰하였다. 슬라이드에서 좋은 分裂相의 사진을 찍은 후 永久標本을 만들어 보관하였다. 永久標本의 제작은 슬라이드를 acetic-butyl alcohol(1:1)에 뒤집어 넣어 커버글라스가 떨어지면 슬라이드글라스와 커버글라스를 각각 n-butyl alcohol 속에 1분간 거친 후 Canada balsam으로 封入하였다. 현미경 사진에는 Fuji microfilm(ASA 64)을 사용하였으며, Kodak D-11로 현상하였다.

結果 및 考察

韓國에서 재배되고 있는 호밀(*Secale cereale* L.)중 15個 지방산 호밀 系統에서 B染色體를 調査한 결과 B染色體는 조사된 모든 系統에서 관찰되었다. B染色體의 數는 0~6個로 개체에 따라 다르게 나타났으며, 지역에 따라 出現頻度도 다르게 나타났다.

Figs. 1~5는 0B個體로부터 4B個體의 中期 染色體 分裂相을 보여준다. B染色體의 크기는 A染色體의 절반 정도이며, subterminal의 위치에 centromere를 가지고 있음을 볼 수 있다. Fig. 6은 부여산 호밀에서 관찰한 14+4B를 나타낸 것인데 1개의 B染色體의 長腕에 缺失이 있음을 볼 수 있다.

各 지방별로 나타나는 B染色體의 出現頻도와 개체당 가지는 B染色體의 平均數는 Table 2와 같으며, B染色體의 出現頻度の 地理的인 分布를 地圖上에 나타낸 것이 Fig. 7이다. B染色體의 出現頻度は 各 계통간에 차이를 나타낼 뿐 아니라, 금산産의 5系統과 횡성産의 3系統에서 보는 바와 같이 인접한 지역 사이에서도 차이를 나타내고 있다.

조사된 1,400개체중 20.1%(281個體)가 B染色體를 가진 것으로 나타났는데, 이는 Müntzing(1957)이 韓國의 7個 地方産 호밀에서 조사하여 보고한 平均 56.9%와 Lee and Min(1965, 1968)이 47系統에서 조사하여 보고한 平均 32.2% 보다 낮은 出現頻度を 나타내는 것이다. 그러나 B染色體의 平均 頻도가 5%, 11.3%로 각각 보고된 Turkey産(Müntzing, 1954; Sakamoto and Akita, 1982), 5.3%로 보고된 Greece産(Sakamoto and Akita, 1982)에서의 보고에 비해 그 頻도가 높게 나타나는 것으로 보아 韓國 호밀에서는 B染色體의 出現頻도가 높게 유지되고 있음을 알 수 있다. 個體當 B染色體의 平均은 0.45個로 나타났다.

江原道産 호밀 系統의 B染色體의 頻度は Lee and Min(1965, 1968)에 의해 平均 23.5%로 보고된 바가 있는데, 本 조사에서도 23.6%로 나타나 비슷한 경향을 보였다. 그러나 全南地方産에서는 Lee and Min(1965, 1968)이 함평産과 광산産 호밀에서 각각 24%와 44.4%의 頻度を 보고한데 비해, 本 조사에서는 4系統에서 그 平均 頻도가 10%(6%~20%)로 매우 낮게 나타났다. Lee and Min(1965)과 Lee(1976)에 의해 韓國 醴泉産 호밀의 B染色體의 出現頻度は 5系統에서 平均 40.2%로 높게 나타나지만 頻度の 범위도 57.3%(16%~73.3%)로 그 폭이 넓게 나타남을 보고하였는데, 부여産 호밀의 경우에는 B染色體의 出現頻도가 Müntzing(1957)에 의해 91.5%, Lee and Min(1965)에 의해 5系統에서 平均 55.4%



Figs. 1-5. Photomicrographs of somatic metaphase chromosome complement of rye. 1) $2n=14+0B$; 2) $2n=14+1B$; 3) $2n=14+2B$; 4) $2n=14+3B$; 5) $2n=14+4B$. Bars; $10\mu m$.

Fig. 6. Photomicrograph of somatic metaphase chromosomes in root tip cell of Buyo strain ($2n=14+4B$). Arrow shows deficient B chromosome. Bar; $10\mu m$.

Table 2. Frequencies of B Chromosomes in 15 strains of rye in Korea

Strains	No.	B Chromosomes							Percentage of plant with Bs	Average No. of Bs per plant
		0B	1B	2B	3B	4B	5B	6B		
1 Paldang	50	40	—	10	—	—	—	—	20	0.40
2 Gumsan No. 1	100	81	1	18	—	—	—	—	19	0.37
3 Gumsan No. 2	100	68	—	29	—	3	—	—	32	0.70
4 Gumsan No. 3	100	79	1	20	—	—	—	—	21	0.41
5 Gumsan No. 4	100	93	—	7	—	—	—	—	7	0.14
6 Gumsan No. 5	100	81	—	17	1	1	—	—	19	0.41
7 Hoingsung No. 1	100	83	1	16	—	—	—	—	17	0.33
8 Hoingsung No. 2	100	84	—	15	—	1	—	—	16	0.34
9 Hoingsung No. 3	50	31	—	18	—	1	—	—	38	0.80
10 Buyo	100	49	2	38	—	9	—	2	51	1.26
11 Youngwol	100	72	1	20	—	7	—	—	28	0.69
12 Youngkwang	100	94	—	6	—	—	—	—	6	0.12
13 Naju	100	94	—	6	—	—	—	—	6	0.12
14 Muan	100	90	—	9	—	1	—	—	10	0.22
15 Youngam	100	80	—	19	—	1	—	—	20	0.42
Total	1,400	1,119	6	248	1	24	0	2	20.1	0.45

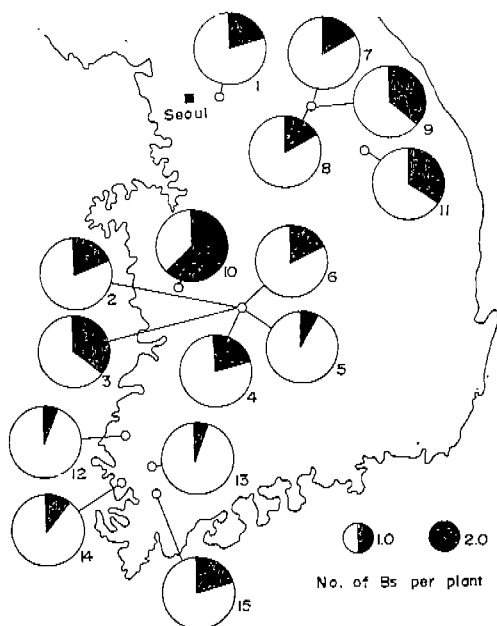


Fig. 7. Geographical distribution of rye with B chromosomes in Korea. Numbers indicate strain number.

(35.7%~67.4%), Kim(1982)에 의해 2系統에서 42.4%(33.3%~51.5%)로 보고된 바 있으며, 本 연구에서도 51%로 나타나 그 頻度 범위가 예천産보다 좁게 나타나는 것이 특징이었다. B染色體의 出現頻度에 대해 Müntzing(1954)은 育種이 잘된 호밀보다 原始的인 種에서 頻도가 더 높게 나타난다고 하였고, B染色體의 出現頻도에 영향을 미치는 요인에 대해 Müntzing(1958)은 호밀 栽培의 歷史的背景, 土壤條件, 氣候條件 등의 環境要因으로 보았으며, Lee(1966)는 알카리성 토양에서 보다는 산성 토양에서 栽培한 호밀에서 B染色體의 出現頻도가 더 높게 나타난다고 보고한 바 있다. 이런 見解들에 비추어 볼때 韓國 호밀에서 B染色體의 出現頻도가 높게 유지되고 있는 이유는 韓國에서는 호밀이 重要 作物들이 아니므로 育種이 이루어지지 않아 系統이 原始的으로 유지되고 있으며, 산성 토양이 많기때

Table 3. Number of B chromosomes in 281 plants with Bs

	B-Chromosomes						Total
	1B	2B	3B	4B	5B	6B	
No. of plants with Bs	6	248	1	24	0	2	281
%	2.1	88.3	0.5	8.5	0	0.7	100

문인 것으로 생각할 수 있다.

금산産의 5系統에서 B染色體의 出現頻도가 7%~32%의 넓은 범위를 나타내고, 횡성産의 3系統에서도 16%~36%의 범위를 나타내고 있는데, 이렇게 인접한 지역 사이에서도 B染色體의 頻도가 차이를 나타내는 것으로 보아 B染色體의 出現頻도에는 氣候要因보다 土壤要因(edaphic factor)이 더 크게 작용하는 것으로 생각된다.

B染色體를 가진 個體들을 그 數에 따라 Table 3에 정리하였다. 홀수의 B染色體를 가진 個體보다 짝수의 B染色體를 가진 個體가 월등히 우세하게 나타나며, 2B 個體가 248個體(88.3%)로 가장 많이 나타남을 볼 수 있다. 3B 個體는 금산 No. 5 系統에서 관찰된 것이며, 5B 個體는 하나도 出現하지 않았다. 4B 個體가 B染色體의 出現頻도가 가장 높은 부여産 호밀에서 가장 많이 出現하였으나(100개체중 9개체), 頻도가 두번째로 높은 횡성 No. 3 系統에서는 50個體中 1個體만 나타나고 오히려 頻도가 4번째인 영월産 호밀에서 100個體中 7個體나 出現한 것은 특이한 일이었다.

호밀의 B染色體의 出現頻도의 變化에 대해 Müntzing(1957)은 28.2%의 頻도를 나타내던 Transbaikal産 호밀을 Sweden으로 옮겨 栽培하면서 그 頻도가 10%까지 감소하였음을 보고하였다. 또한 Jones and Rees(1982)는 韓國의 八堂産 호밀을 英國에서 재배하면서 B染色體의 頻도 變化가 11.5%에서 40%로 증가한 반면 日本産 호밀은 같은 條件에서 頻도가 감소함을 보고한 바 있다. 韓國에서는 Lee(1981)가 八堂産 호밀의 계속적인 研究를 통해 1963년에 2%로 최저이던 B染色體의 出現頻도가 계속 증가하여 1975년에는 20% 되었고, 1976년에는 19.6%, 1977년에는 12.8%로 나타남을 보고하였다. Kim(1982)은 八堂호밀에서 1980년에 20.4%, 1981년에 27.1%, 1982년 포장에서 고경한 이삭을 관찰한 감수분열에서 20%의 결과를 얻어 B染色體의 頻도가 20% 수준에서 계속 平衡을 이루고 있다고 보고한 바 있다. 本 조사에서도 1982년 채종한 팔당産 호밀종자에서의 B染色體 頻도가 20%로 나타나 역시 계속 平衡을 유지하고 있음을 알 수 있다.

韓國 호밀에서는 標準型 B染色體가 일반적으로 나타나나, 本 조사에서는 Fig. 6에서 보는 바와같이 부여産 호밀의 4B 個體에서 deficient-B染色體를 한개 가진 個體가 하나 관찰되었는데, Battaglia(1964)의 보고에서와같이 標準型 B染色體에서 長腕의 절반 정도가 절단되었음을 볼 수 있다. 이 deficient-B染色體는 標準型 B染色體의 pairing을 저하시킨다고 보고되어 있다(Kishikawa, 1977). 같은 부여産 호밀에서 small iso-B染色體도 보고되어 있는데(Kim, 1982), 이와같이 부여産 호밀에서 B染色體의 出現頻도가 가장 높게 유지되고 있으며, B染色體의 異狀도 많이 관찰되는 것으로 보아 부여産 호밀은 B染色體의 연구에 중요한 材料가 될 것으로 생각된다.

摘 要

韓國에서栽培되고 있는 15個 地方産 호밀(*Secale cereale* L.)을 재료로 하여 B染色體의 出現頻度와 地理的 分布를 調査하였다.

B染色體는 조사된 15系統의 호밀에서 모두 出現하였으며, 出現頻度の 범위는 6%~51%로 나타났고, 頻度の 平均은 20.1%였다. 부여産 호밀이 가장 높은 B染色體의 出現頻度(51%)를 나타냈으며, 영광産과 나주産 호밀이 가장 낮은 頻度(6%)를 나타냈다. 281個의 B個體中 2B個體가 88.3%로 가장 많이 出現하였다. 인접한 지방의 系統間에도 B染色體의 出現頻度の 差가 나타났다. 조사된 1,400個體中 하나의 4B個體에서 deficient-B染色體가 관찰되었다.

參 考 文 獻

- Battaglia, E. 1964. Cytogenetics of B-chromosomes. *Caryologia* 17 : 245-299.
- Jones, R.N. and H. Rees. 1982. B Chromosomes. Academic Press Inc. (London) Ltd.
- Kim, H.R. 1982. Frequencies of rye (*Secale cereale* L.) with B-chromosomes in Paldang, Buyo, Hoingsung and Gumsan. M.S. thesis, Seoul National University.
- Kirk, D. and R.N. Jones. 1970. Nuclear genetic activity in B chromosome rye, in term of the quantitative interrelationship between nuclear protein, nuclear RNA and histone. *Chromosoma (Berl.)* 31 : 241-254.
- Kishikawa, H. 1977. Effect of small iso B and deficient B chromosomes on the pairing of standard B chromosomes in rye. *Cytologia* 42 : 315-322.
- Kranz, A.R. 1968. On the origin and significance of B chromosomes in rye from Iran. *Proc. XII Internat. Congr. Genet.* 1 : 175.
- Lee, W.J. 1966. On accessory chromosomes in *Secale cereale*. III. Relationship between the frequency of accessory chromosomes in rye and soil properties. *Korean J. Bot.* 9 : 33-38.
- Lee, W.J. 1976. Frequency of rye (*Secale cereale*) with B-chromosomes in Yechon area. *Kor. J. Breed.* 8 : 153-155.
- Lee, W.J. 1981. Frequency of B-chromosomes in rye (*Secale cereale*) cultivated in Paldang. *Korean J. Bot.* 24 : 181-190.
- 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 : 41-46.
- Lee, W.J. and B.R. Min. 1968. On accessory chromosomes in *Secale cereale*. IV. Further study on frequency and geographical distribution of rye with accessory chromosomes in Korea. *Korean J. Bot.* 11 : 71-75.
- Müntzing, A. 1954. Cytogenetics of accessory chromosomes (B-chromosomes). *Caryologia Suppl.* 4 : 282-301.
- Müntzing, A. 1957. Frequency of accessory chromosomes in rye strains from Iran and Korea. *Hereditas* 43 : 682-685.
- Müntzing, A. 1958. A new category of chromosomes. *Proc. 5th Inter. Congr. Genet.* 1 : 435-467.
- Oinuma, T. 1952. Karyomorphology of cereales. *Biol. J. Okayama Univ.* 1 : 12-71.
- Sakamoto, S. and T. Akita. 1982. Frequency of B-chromosomes in Turkish, Greek, Romanian and

- Spanish population of *Secale cereale*. *Rep. Plant Germ-Plasm Inst. Kyoto Univ.* 5 : 65-68.
- Zečević, L. and Paunović. 1967. B chromosome frequency in Yugoslav rye population. *Biol. Plantarum (Praha)* 9 : 205-211.

(1986. 4. 21. 接受)