

限性形蠶 分離 選拔 過程에서의 몇가지 事實에 關하여

李相豐 · 洪起源 · 金啓明

蠶業試驗場

Some Facts in the Course of the Segregation and Selection of the Sex-limited Inheritance Character of Silkworm Larval Marking

Sang Poong Lee, Ki Won Hong, Kae Myeong Kim

Sericultural Experiment Station, O.R.D.

SUMMARY

This experiment was carried out to obtain a marked larvae in sex-limited inheritance, using F₁ hybrid Bo ok X Chun san introduced from Japan. Sequence of backcrossing has been done through the earlier generation with a recessive character of plain marked larvae.

1. It is noted that genotypic segregation of sex-limited larval marking was observed in F₄ generation; female possesses larval marking and male shows a plain marking.
2. Larval marking heredity follows a diagram of segregation with an expected genotype such as ♀ : $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ and ♂ : $\frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$.
3. It is observed that dissociation was occurred to produce female with a genotype of $\frac{W}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ in segregation and selection.
4. Abnormal ratio of sexuality is observed in the course of segregation and selection and analysis of it is continuously under way.
5. It is observed that the difference of qualitative characteristics between female and male obtained from the original variety shows the same tendency as the normal marked variety.

I. 緒 言

누에(蠶)는 全 農家에서 1代 交雜種을 利用하기 때 문에 蠶種 採種上 發蛾 이전까지는 雌雄을 반드시 鑑別 隔離하지 않으면 안된다. 이 때문에 鑑別의 正確도와 能率은 항상 問題가 되어 이에 대한 많은 研究가 이루어져 있으며 鑑別方法도 幼蟲이나 蛹體의 生殖腺에 의 하는 方法外에 蛹體重의 雌雄差를 應用하는 方法, 特殊品種이긴 하나 限性遺傳을 利用한 卵色, 幼蟲斑紋 및 繭色에 의해서 鑑別할 수 있는 品種까지 研究되어 있다

本 限性斑紋蠶의 研究는 鑑別努力의 節減과 誤入率을 낮추는데 目的이 있는 것이며 日本國에서는 1942~1970年 사이에 이미 10個의 限性蠶品種과 1個의 伴性蠶品種이 獎勵蠶品種으로 지정된바 있고,⁽¹⁾ 現在도 春

秋蠶期를 통하여 6個의 限性蠶品種이 獎勵蠶品種으로 지정되어 있는 實情이다.

田島⁽²⁾에 의하면 Sable 斑紋에 의한 轉座限性蠶은 生殖腺法에 의한 雌雄鑑別에 比하여 3.8倍의 鑑別能率을 向上시킴과 同時에 誤入率도 1/42 밖에 안되는 높은 正確도를 보인다고 하였다.

幼蟲 및 蛹期の 生殖腺에 의한 從來의 雌雄鑑別法은 많은 努力이 所要됨과 同時에, 差別士의 熟練不足이나 作業이 조방할 경우 높은 誤入率이 뒤따르는바, 이는 최근 農村 勞動의 不足現象으로 因하여 일층 增加될 可能性이 크다. 韓國에 있어서도 이와같은 限性斑紋蠶이 가일층 要請되어, 이에 대한 材料를 얻고져 1966년에 春山×寶玉의 逆交雜을 導入하여 限性系統을 分離하는데 成功하였으며 分離過程中 興味있는 몇가지 事實이

發見되었기에 이를 報告하고자 한다.

II. 研究 史

蠶(*Bombyx mori* L.)의 性染色體 構成은 田中^(18,19)에 의하면 雌가 Hetero型으로서 雌 WZ, 雄 ZZ 라는 것이 알려졌으며, W와 Z, 2種의 性染色體中에서 性 결정상에 積極的인 역할을 하는것은 W라는 것이 橋本⁽²⁾에 의하여 명백히 되어졌다.

橋本는 蠶卵의 高溫處理에 의하여 얻어진 倍數體蠶의 Z, W, 兩染色體의 行動에서도 이러한 推論을 얻었으며 그後 川口('34, '38), 佐藤 및 芽野('37), 佐藤('29, '37), 田中('39), 橋本('34, '41)等 諸氏에 의하여 활발히 論議되었으나, W染色體는 他染色體와 구별할수 있는 形態의인 特徵이 없고 또한 形態의形質에 關한 遺傳子座가 하나도 發見되어 있지않기 때문에 이 推論을 實證할 수가 없었던 것을 田島⁽¹³⁾에 의해서 W染色體와 常染色體와의 相互轉座로서 이를 實證하였다.

即 W染色體의 性決定 作用을 檢討한바, W가 갖이고 있는 雌性遺傳子의 作用이 Z染色體 및 其他에 包含되어 있다고 생각되는 雄性 遺傳子에 比較하여 極히 強力하게 作用하고 W의 存在는 항상 雌性을, 不在는 항상 雄을 決定한다는 것이다.

田島⁽⁹⁾는 Sable 斑紋 遺傳子를 包含한 染色體의 行動을 추구중에 發見한 限性 Sable 斑紋蠶을 시초로 W轉座에 대한 研究가 이루어져서 그후 諸氏의 研究에 의하여 限性形蠶⁽¹⁰⁾(田島 '42), 限性虎蠶⁽³⁾(橋本 '48), 限性暗色蠶⁽¹⁵⁾(田島等 '55), 限性黑色蠶等 蠶의 雌雄을 斑紋에 의하여 손쉽게 區別할수 있는 限性系統을 改良한 結果 그중 實用形質이 가장 優秀한 限性形蠶 獎勵品種들이 나오기에 이르렀다.

그러나 이들 限性品種들은 W染色體上에 同伴된 轉座剩餘 染色體로 인하여 生理的인 Balance 를 잃게되고 그 結果는 雌蠶의 絹生産性(繭層比率)이 雌蠶에 比하여 相對的으로 떨어지는 現象이 나타났다.^(5,9)

이의 改良을 위하여 目的하는 因子만을 남기고 剩餘部分을 最大限 切斷하여 攄으로서 雌蠶의 實用形質을 改良하려는 研究가 이루어져서,^(9,10,11) 드디어 轉座에 따른 缺陷이 거의없는 即, 雌雄 生産力이 거의 正常蠶과 같은 新限性形蠶이 佐佐木('57)에 의하여 發見되었으켜 現在의 實用限性品種들은 本限性形蠶이 基礎가 되어진 것으로 보고 있다.

III. 材料 및 方法

1. 供試 材料

分離에 사용된 母品種은 一般品種(♀: 形蠶, ♂: 形

蠶)인 日本種系 春山과 限性形蠶(♀: 形蠶, ♂: 姬蠶)인 中國種系 寶玉과의 逆交雜種인 寶玉×春山을 사용했다.

2. 試驗 方法

交雜된 限性形蠶에서 目的型인 限性形蠶 $\frac{W \cdot +^p}{Z}$. $\frac{P}{+^p}$ 의 分離選拔의 可能性을 第1圖의 限性形蠶 分離計劃 模式과 같이 推定하고 材料交雜種에 姬蠶을 Back crossing 하였다. 즉 材料蠶의 Genotype 은 寶玉의 雌蠶을 $\frac{W \cdot +^p}{Z}$. $\frac{P}{+^p}$ 春山の 雄蠶을 $\frac{Z}{Z}$. $\frac{+^p}{+^p}$ 로 추정하여 同交雜種(F₁)인 寶玉×春山の Genotype 을 雌蠶 $\frac{W \cdot +^p}{Z}$. $\frac{P}{+^p}$, 雄蠶 $\frac{Z}{Z}$. $\frac{P}{+^p}$ 로 推定했다. 따라서 限性系統인 寶玉과 같은 Genotype 인 $\frac{W \cdot +^p}{Z}$. $\frac{P}{+^p}$, $\frac{Z}{Z}$. $\frac{P}{+^p}$ 를 分離하기 위하여는 形蠶인 F₁의 雌蠶 $\frac{W \cdot +^p}{Z}$. $\frac{P}{+^p}$ 에 形蠶紋에 劣性遺傳을 하는 姬蠶

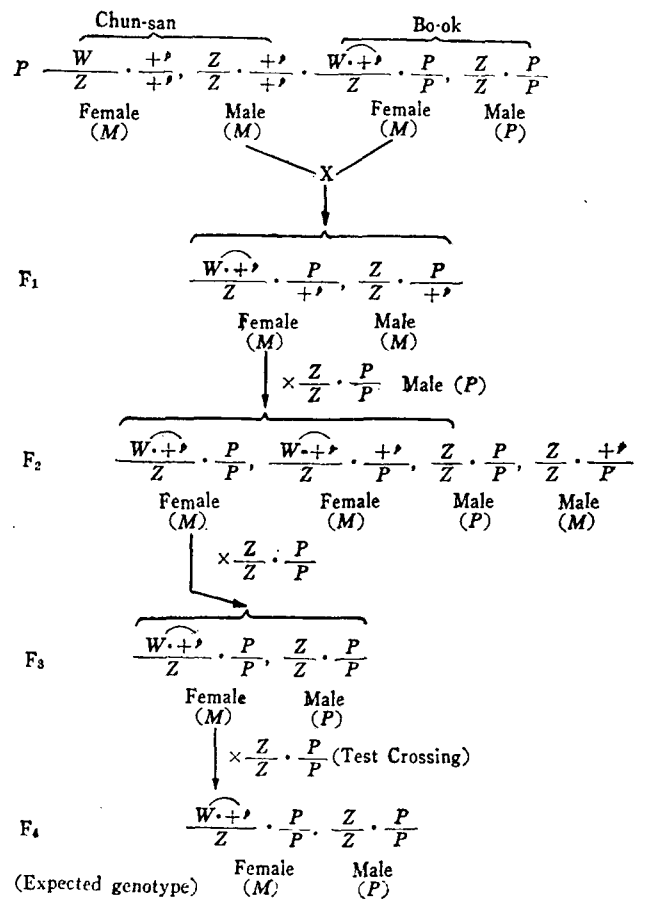


Fig. 1. Diagram of segregation with an expected genotype

M: Marked larva
P: Plain larva

$\frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 를 交雜하면 그 F_2 에 있어서 雄蠶의 Phenotype은 전부 形蠶이지만 Genotype은 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 이거나 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$ 일것이고, 雄蠶은 姬蠶인 $\frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 와 形蠶인 $\frac{Z}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$ 로 分離된다는 것을 推定할수 있다.

이상에서 얻어진 形蠶인 F_2 의 雌蠶에 다시 姬蠶 ($\frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$)을 Back crossing 할 경우 雌蠶의 Genotype $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$, $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$ 중에서 前者에 적중하였다면 F_3 는 우리의 最終目的型인 雌蠶은 形蠶으로서 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$, 雄蠶은 姬蠶인 $\frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 가 될것이다. 본 Genotype을 確認하기 위한 次代檢定을 위해서 얻어진 雌蠶에 다시 姬蠶($\frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$)를 Test crossing 할 경우 次代가 역시 雌形, 雄姬일 경우는 우리의 目的型이 確認되는 것으로 이를 圖示하면 第1圖와 같다.

IV. 試驗結果 및 考察

1. 限性形蠶의 選拔經過

1966春期 形蠶斑紋蠶 寶玉 × 春山의 次代 姬蠶을 Back crossing 하여 目的型 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$, $\frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 를 얻기까지의 經過를 보면 第2圖와 같다.

$\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$ 와 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 의 Phenotype은 같은 形蠶이지만 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 가 $\frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 와 交雜될 경우 雄蠶은 항상 姬蠶이된은 이미 밝힌바와 같고, $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$ 는 W轉座 +^p외에 常染色體上에 +^p가 있는 限, 次代雌蠶에서는 반드시 形蠶이 混在하게 되므로, F_2 雌蠶中에서 F_3 를 위한 材料蠶이 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$ 가 되거나 또는 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 가 되는가는 다만 Chance 문제이다.

한편 얻어진 雌蠶($\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$, 또는 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$)에 形蠶에 대하여 劣性인 姬蠶을 계속 Back crossing 했기 때문에 次代蠶에 있어서의 遺傳子의 頻度는 +^p보다 P가 급증하여 世代가 進전될수록 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 個體의 選拔確率은 보다 커진다. 따라서 第1表에서 보면 F_3 부터는 雄蠶에 形, 姬蠶이 混在하는 畵區가 급격히 감소되다가 F_{10} 이후 부터는 目的型 외에는 나타나지 않는것을 볼수 있었고 그후 F_{15} 까지는 계속 目標型 이외는 볼수 없었다.

다만 여러 分離系統中 14-2系統은 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$ 의 淘汰가 完全하지 못하여 1969年 夏蠶期(F_9)로서 淘汰

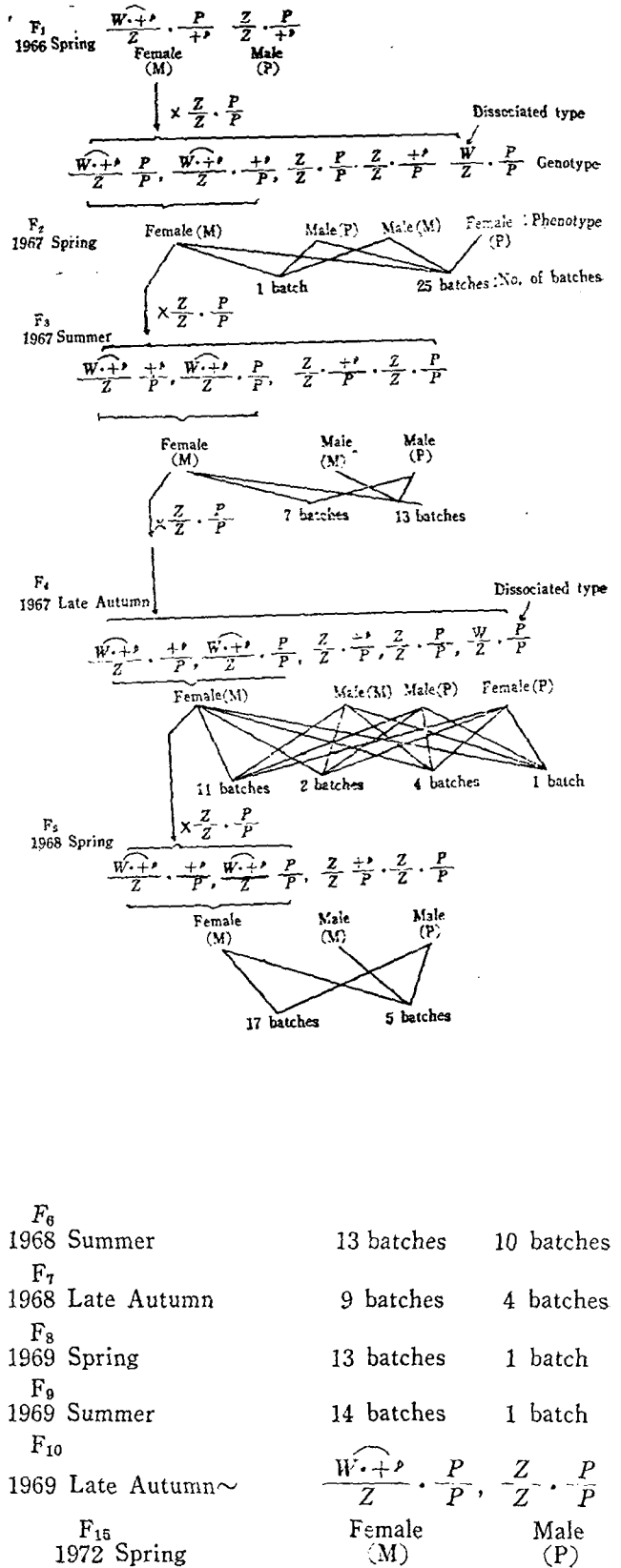
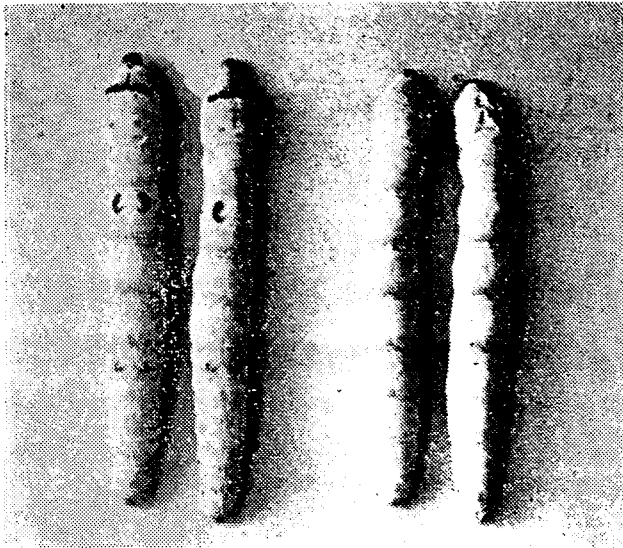


Fig. 2. Diagram of segregation and selection of sex limited silkworm larval marking
#M: Marked larva
P: Plain larva



形蠶
姬蠶

$$\text{♀} : \frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P} \quad \text{♂} : \frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$$

Fig. 3. Segregation of sex-limited larval marking in F₄ generation (♀: marking, ♂: plain)

되었으며, 3-2系統은 1968年 夏期 F₆에서 選抜이 成功되어 F₇부터는 雄蠶에서의 形, 姬蠶 分離現象이 없었다. 4-2나 4-4系統은 3-2系統보다 1世代 빠른 1968年度 春期 F₁₆에서 부터 雄蠶에서 形, 姬의 分離가 없었던것으로 보아 14-2系統의 淘汰와 더불어 實은 1968年 春期에 이미 選抜이 成功된 것이다.

2. 轉座 染色體의 解離型의 出現

分離中 雌蠶은 어떠한 경우에도 $+^p$ 가 W染色體에 轉座되어 있는 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 상태 외에도 $\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$ 型의 Genotype을 예상할 수 있으므로 항상 形蠶이어야만 하나 第2表에서 보는바와 같이 일부系統中에서는 F₂와 F₄에서 雌蠶中에 姬蠶이 混在된 것을 볼 수 있었다. 形蠶인 同系統의 雌蠶에서도 역시 目的型을 分離할 수 있었다는 점으로 미루어 第3圖에서 보는바와 같이 W染色體에 轉座된 形蠶因子(+^p)의 座位(第II染色體, 座位 0.0)부분이 W染色體로 부터 解離되어진 것이 나타난 것으로 생각된다.

Table 1. Segregation in each generation

Year	Rearing season	Genera-tion	Female		Male		No. of obtained batches
			+ ^p	P	+ ^p	P	
1966	Spring	F ₁	○		○		
1967	Spring	F ₂	○		○	○	1/26
1967	Spring	F ₂	○	○	○	○	25/26
	Summer	F ₃	○		○	○	13/20
	Summer	F ₃	○			○	7/20
	Late Autumn	F ₄	○	○	○	○	1/18
	Late Autumn	F ₄	○	○		○	4/18
	Late Autumn	F ₄	○		○	○	2/18
	Late Autumn	F ₄	○			○	11/18
1968	Spring	F ₅	○		○	○	5/22
	Spring	F ₅	○			○	17/22
	Summer	F ₆	○		○	○	10/23
	Summer	F ₆	○			○	13/23
	Late Autumn	F ₇	○		○	○	4/13
	Late Autumn	F ₇	○			○	9/13
1969	Spring	F ₈	○		○	○	1/14
	Spring	F ₈	○			○	13/14
	Summer	F ₉	○		○	○	1/15
	Summer	F ₉	○			○	14/15
	Late Autumn	F ₁₀	○		○	○	10/10
1970	Spring	F ₁₁	○			○	15/15
	Summer	F ₁₂	○			○	8/8
	Late Autumn	F ₁₃	○			○	7/7
1971	Spring	F ₁₄	○			○	12/12
1972	Spring	F ₁₅	○			○	6/6

Table 2. Observation of dissociated batches due to translocation.

Generation	Strain	Female			Male	
		$\frac{W \cdot +^p}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ or $\frac{W \cdot +^p}{Z} \frac{+^p}{P}$	$\frac{W \cdot +^p}{Z} \frac{+^p}{P}$	$\frac{W}{Z} \cdot \frac{P}{P}$	$\frac{Z}{Z} \cdot \frac{+^p}{P}$	$\frac{Z}{Z} \cdot \frac{P}{P}$
F ₄	07-5-11-1 B		12	Each		Each 8
	07-5-15-1 A		43		15	12
	07-5-15-1 B		30			41
	07-5-12-1 A		19	20		4
	07-5-12-1 B		68	25		52
	07-5-11-2 A		31			47
	07-5-11-2 B		75			60
	07-5-14-2		39			78

즉 姬蠶이 나온것은 +^p를 갖인 第2染色體의 轉座部位가 W染色體에서 解離됨으로서 나타난 것으로 考察할수 밖에 없다.

단지 母品種인 寶玉 자체에는 이와같은 높은 頻度の 解離現象이 있었는지, 또는 分離過程의 어떠한 特殊原因에 의하여 解離型的 頻도가 높은지는 分離過程中 放射線 照射나 기타의 物理的인 特殊한 刺戟을 처리한바 없는 일반 표준상태하의 飼育이었다는 점을 감안 한다던 어떠한 原因으로 解離의 頻도가 높았는가는 계속 연구할 문제다.

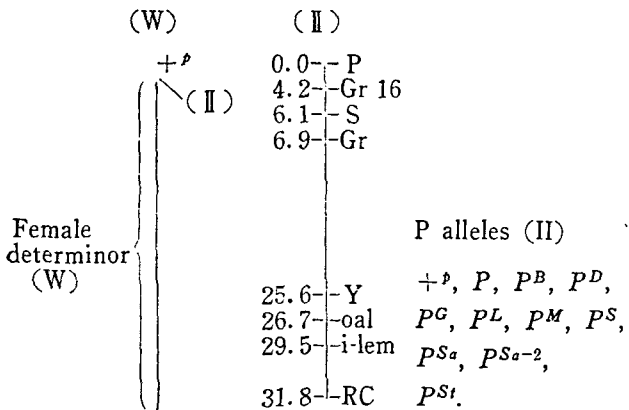


Fig 4. Diagram of chromosome translocation.

3. 異常性比의 出現

일반적으로 누에(蠶)의 性比는 雌:雄=1:1인데 本分離系統中의 一部 系統은 第2圖에서 보는바와 같이 世代에 따라 상당한 異常性比를 나타냈다.

일례로 F₁₀에서 數代의 性比를 第3表에서 보게 되면 雌雄 無方向的으로 異常性比를 보이고 있다.

異常性比蠶의 出現에 대한 研究로는 田中⁽²⁰⁾에 의하여 性染色體의 不分離現象으로 解析된 報告가 있는바 本系統에서 나타난 異常性比의 原因이 같은 性染色體의 不分離現象인지의 여부에 대하여는 推究中에 있으며 흥미있는 研究과제로 생각된다.

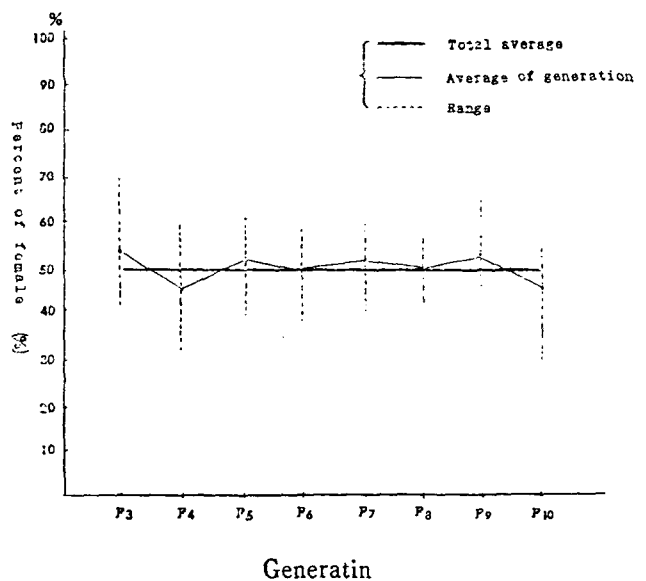


Fig. 5. Percentage of abnormal sexuality in strains, # Percentage is calculated by this formula such as

$$\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}} \times 100.$$

4. 分離 限性系統의 計量形質의 雌雄差에 對하여 限性系統에 있어서 雌雄蠶의 單蠶重, 繭層重 및 繭層比率의 差는 일반品種과 다르게 나타나며, 그 정도는 轉座染色體의 종류 및 轉座部位의 정도에 따라 다르다고 한다. (5,11)

일반品種의 單蠶重, 繭層重 및 繭層比率의 雌雄差에 대해서는 73年度 春期 現 獎勵品種의 平均 雌雄差를 볼 때, 雌蠶蠶은 雄蠶蠶에 비하여 單蠶重은 14%가 무거우나, 繭層重은 1%밖에 무겁지 못하다.

그 결과 繭層比率에서 오히려 雄蠶蠶이 雌蠶蠶보다 13%가 높게 나타나는 것이다.

이상과 같은 73年度 春期 正常型 品種을 기준으로 同母品種인 寶玉의 原成績과 本試驗에서 얻은 分離型的 雌雄差를 비교하면 第4表와 같다.

Table 3. Abnormal percent of sexuality in strains.

1969 Autumn.

Strains	Female(+♂)	Male(P)	Total	$\frac{\text{♀}}{\text{♀}+\text{♂}} \times 100$	X ² test
	each	each	each	%	
07-5-3-2-1	194	121	315	62	16.4572**
07-5-3-2-2	135	175	310	44	4.9064*
07-5-3-2-3	191	188	379	50	0.0106N.S.
07-5-3-2-4	134	195	329	41	10.9422**
07-5-3-2-5	173	223	396	44	6.0632*
07-5-3-2-6	137	168	305	45	2.9508N.S.

Note. 1. **...Significance at 1% level *...Significance at 0.5% level N.S. ...Non-significance

Table 4. Difference of quantitative characteristics between male and female of sex-limited strains.

		Wt. of single cocoon			Wt. of cocoon shell			Percent of cocoon shell		
		Female (g)	Male(g)	$\frac{\text{♀}}{\text{♂}} \times 100$	Female (cg)	Male (cg)	$\frac{\text{♀}}{\text{♂}} \times 100$	Female (%)	Male (%)	$\frac{\text{♂}}{\text{♀}} \times 100$
Recommended varieties	Jam103×Jam104	2.79	2.15	130	55.2	51.6	107	19.8	24.0	121
	Jam107×Jam108	2.92	2.27	129	67.0	63.1	106	22.9	27.8	121
	Jam111×Jam112	2.88	2.29	126	62.5	60.5	103	21.7	26.4	122
	Average	2.86	2.24	128	61.6	58.4	105	21.5	26.1	121
Original variety	Bo ok	1.77	1.55	114	42.1	41.8	101	23.8	27.0	113
Segregated strains	07-5-3-2-4	1.91	1.62	119	40.4	40.0	101	21.2	24.7	117
	07-5-3-2-5	1.88	1.58	119	40.0	39.2	102	21.3	24.8	116
	07-5-4-2-4	2.08	1.72	121	44.0	44.0	100	21.2	25.6	121
	07-5-4-2-5	1.95	1.61	121	40.8	39.2	104	20.9	25.3	121
	Average	1.96	1.63	120	41.3	40.6	102	21.2	25.1	118

제 4 표에서 보던 單繭重, 繭層重 및 繭層比率 공히 雌雄差의 정도가 本 分離系統이 寶玉보다 標準型에 가까운 것을 볼수 있다.

本 分離型의 雄差가 母品種인 寶玉에 비하여 보다 標準型(一般品種)에 접근되어 있다는것은 分離型의 W 轉座 染色體部位가 母品種보다 작아져서 그로 因한 生理的 障害가 적음으로서 實用形質에 미친 劣影響이 적어졌다고 생각할 수 있다.

단 分離를 위한 飼育中 突然變異를 유발할만한 하등의 처리가 없는 一般飼育에 불과했다는 점에서 보면本 分離型이 어떠한 原因에 의해서 W 轉座部位의 絶斷이 이루어져서 母品種보다 改良된 것인가에 대해서는 前項에서 보인 높은 頻度의 解離型의 出現과 함께 今後の 研究 과제이다.

이를 圖示化하면 第 5 圖와 같다.

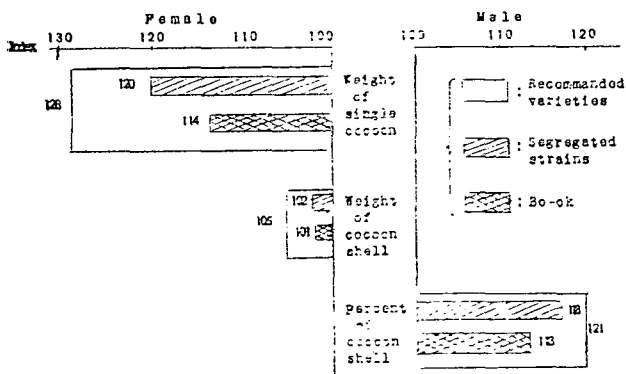
V. 摘 要

蠶 育種用 基礎品種으로 限性形蠶을 얻고져 日本으로부터 導入된 交雜種 寶玉×春山에 劣性斑紋 姬蠶을 數代 Back crossing 하여 다음 結果를 얻었다.

1. 限性形蠶 目的型(♀: 形斑蠶, ♂: 姬斑蠶)을 F₄에서 分離確認했다.

2. 目的型의 Genotype 은 ♀: $\frac{W+P}{Z} \cdot \frac{P}{P}$, ♂: $\frac{Z}{Z}$

Fig. 6. Difference of quantitative characteristics between male and female of sex-limited strains.



$\frac{P}{P}$ 로 斑紋의 遺傳은 分離計劃 推定模式圖와 一致했다

3. 分離選抜中 轉座染色體의 解離現象인 $\frac{W}{Z} \cdot \frac{P}{P}$ 의 雌蠶이 나타났다.

4. 分離選抜中 異常性比가 나타났다며 그의 機構에 대하여는 繼續 推求中이다.

5. 分離 限性系統의 雌雄蠶의 計量形質의 差는 母品種보다 分離系統이 一般品種의 그것과 가까웠다.

參 考 文 獻

1. 橋本春雄(1933) : 蠶의 四倍性雌의 遺傳學的研究, 蠶試報告 8(7), 359~381.
2. ———(1933) : 蠶における W染色體의 性決定에 對する 役割, 遺傳學雜誌 8(4), 245~247.
3. ———(1948) : 蠶의 えきす線突然變異 限性虎蠶, 日蠶雜 16 (3,4), 62~64.
4. 北原克己(1954) : W轉座染色體의 解離 特に その 原染色體への 復歸について, 蠶研 10, 28~32.
5. ——— : 限性品種その經過と問題點, 日本蠶絲試驗場 育種部, 25~32.
6. 木村敬助・原田忠次・青木秀夫(1971) : W蠶의 黃血 遺傳子의 轉座에 關する 研究, 日育種學雜誌 21(4), 19~23.
7. 蠶絲試驗場(1971) : 限性品種について, 養蠶講習教材, 339.
8. 田島彌太郎(1941) : 蠶兒의 斑紋利用による 簡易なる 雌雄鑑別法, 日蠶雜 12(3), 184~188.
9. ———(1942) : 蠶의 W染色體를 含む轉座에 關する 研究, 日蠶雜 13 (3), 118~119.
10. 田島彌太郎(1942) : 斑紋利用 による 蠶兒雌雄鑑別法의 細胞 遺傳學的 改良 (第一報), 日蠶雜 13(3), 81~94.
11. ———(1943) : 斑紋利用による 蠶兒雌雄鑑別法의 細胞遺傳學的 改良(第二報), 日蠶雜 14(1,2), 76~89.
12. ———(1943) : 蠶의 染色體 突然變異에 關する 研究 (第一報), 染色體의 附着と 之に關聯した 二三의 問題, 蠶試報告 11(5), 525~604.
13. ———(1944) : 蠶의 染色體 を 含む轉座에 關する 研究. II W染色體 を 含む轉座에 關する 研究, 蠶試報告 12(2), 109~181.
14. ——— : 原田忠次・太田登(1951) : 蠶卵의 色により 雌雄을 鑑別する 方法의 研究, 第一報. X線により 轉座染色體의 形成, 育種雜 1(1), 47~50.
15. ——— : 久米富男・上岡政美(1955) : 暗色斑紋 による 蠶兒의 雌雄差別, 蠶科彙報 第5號, 5~24.
16. ——— : 原田忠次・太田登・小林義彦・卜部澄子田(1955) : 卵色 による 雌雄鑑別의 研究, 蠶科彙報 5. 25~61.
17. ———(1970) : ソ連의 蠶絲研究, 蠶科技 9(11) 58~68.
18. 田中義磨(1917) : 蠶에 於ける 伴性遺傳, 大日本蠶絲會報 311, 5~8.
19. ———(1921) : 蠶에 於ける 伴性遺傳의 研究. 蠶試報告 6(1), 1~22.
20. ———(1939) : 蠶의 性染色體 不分離, 遺傳學雜誌 15(6), 359~361.