

# 小麥(*Triticum aestivum* L. em Thell)의 出穗期 遺傳에 關한 研究

作物試驗場  
曹 章 煥

Studies on the Inheritance of Heading Date in Wheat.  
(*Triticum aestivum* L. em Thell)

Chang Hwan CHO  
Crop Experiment Station, O.R.D., Suwon, Korea

## 緒 言

우리나라 小麥은 大麥에 比하여 熟期가 늦기 때문에 栽培面積이 擴大되지 못하고 있는 實情이다. 그러나 小麥의 需要는 날로 늘어나서 現在 約 200萬%을 導入하고 있는 實情이다. 우리나라 小麥의 自給度를 높이기 爲하여는 早熟品種育成으로 田畝의 作付體系를 改善하여 栽培面積을 擴大하는 것이 先決問題라고 생각된다.

小麥品種의 早熟化를 위한 研究의 方向은 播種부터 出穗期까지의 期間과 出穗期부터 成熟期까지의 登熟期間을 短縮시키는 두가지 面을 考慮해야 할 것이며 이러한 課題를 解決하기 爲하여는 出穗期 및 成熟期의 生理的, 遺傳的 解析이 매우 重要性을 갖게 된다.

小麥의 出穗期나 成熟期는 複合形質로서 遺傳的 性質과 環境要因, 特히 溫度와 日長과의 相互作用에 依해서 決定되는 것이다. 同一環境에 있어서는 品種의 遺傳性에 따라서 出穗期를 달리하며 同一品種이라도 地域에

따라서 亦是 出穗期를 달리한다.

그리고 出穗期에 關與하는 生理的, 遺傳的 要因은 그 品種의 生態的 適應性 뿐만 아니라 收量에 對해서도 直接的인 關聯性을 가진다. 出穗期는 一般적으로 높은 遺傳力을 나타내어 雜種初期世代에서 早熟性個體의 選拔이 可能하다 하더라도 選拔된 個體가 生態的 適應성이 낮거나 收量이 떨어지면 結局 早熟品種의 育成은 無意味하게 되는 것이다.

이와 같이 出穗期는 栽培上 重要한 特性인데 이에 關한 여러가지 重要한 課題들에 對한 知見을 얻고자 筆者는 日長과 溫度條件에 따른 小麥品種의 出穗反應과 早熟品種改良의 基礎가 되는 出穗期의 遺傳에 關한 研究를 實施하였던바 몇가지 結果를 얻었으므로 이에 報告하는 바이다.

끝으로 本研究의 遂行을 뒤밀어 주신 作物試驗場長 崔鉉玉 博士, 指導鞭撻을 하여 주신 서울大學校 農科大學 恩師 李殷雄, 許文會, 李弘祐 博士, 高麗大學校 農科大學 趙載英 博士, 研究의 機會를 주신 農村振興廳長 金寅煥 博士께 衷心으로 感謝드리며 아울러 實驗調查, 成績整理를 도와 준 麥類研究室 河龍雄, 鄭泰英 兩氏

와 同僚들에게 깊은 謝意를 表합니다.

## I. 研究史

麥類의 感光性 感溫性에 關한 研究는 Garner·Allard<sup>24)</sup>가 光週期律을 發見하고 Lysenko<sup>58)</sup>가 春化處理를 發見한 以後부터 많이 進展되었다.

日長, 溫度 및 春化處理 等에 따르는 出穗期의 變動에 關한 研究는 많으며, Garner·Allard<sup>25, 26)</sup>, Steinberg·Garner<sup>92)</sup>는 大豆에서 花芽分化의 主因은 溫度보다 日長이라 하였고, 榎本<sup>19)</sup>는 麥類의 座止를 이끄는 最初播種期의 早晚에 依해서 秋播性程度를 8階級으로 나누었으며, 和田·秋濱<sup>102)</sup>는 小麥에서 高溫長日期間에 따르는 出穗促進程度에 依해서 春播性程度를 5階級으로 分類하였고, 柿崎·鈴木<sup>48, 49)</sup>는 小麥의 出穗에 關해서 秋播性과 純粹早晚性이 同時에 關與한다고 하였다.

溫度 및 日長에 對한 出穗反應과 그들의 相互作用에 關하여 Roberts·Struckmeyer<sup>89)</sup>는 여러가지 植物에서 日長은 어떤 溫度 範圍內에서는 花芽形成의 支配的要因이나 그 溫度 範圍外에서는 影響이 弱하다고 하였는데, 村岡等<sup>87)</sup>은 담배에서, Knott<sup>54)</sup>는 시금치에서 같은 結果를 報告하였다.

品種에 따라서는 長日이 아니면 開花하지 않는 品種, 日長反應이 中性이어서 長, 短日 어느 쪽에서도 開花하는 品種과 中間程度의 行動을 하는 品種이 있다는 것에 對하여 Cooper<sup>12)</sup>는 *Lolium*에서, Doroshenko<sup>17)</sup>, Cooper<sup>14)</sup>, Riddle·Gries<sup>89)</sup>는 春播性 또는 完全히 春化시킨 小麥에서, Wiggans·Frey<sup>106)</sup>는 燕麥에서 같은 結論을 얻었다. 또한 村岡等<sup>87)</sup>은 低溫短日, 低溫長日, 高溫長日, 高溫短日의 4區를 두어 담배의 品種間 反應差를 報告하였다.

岡<sup>73)</sup>는 水稻品種의 感光性程度를 測定하는 경우 TDM (Tangent-Day-Minute)法을 使用할 것을 提案하였고, Ausemus<sup>3)</sup>는 小麥의 出穗, 成熟은 品種間에 日長感應度가 다르기 때문에 栽培地의 緯도가 크게 影響을 미친다고 하였고, 小西<sup>53)</sup>는 大麥에서 日本의 北쪽에서는 大部分의 早熟品種이 日長感應에 依해서, 南쪽에서는 播性에 依해서 支配된다고 하였으며, Martinic<sup>60)</sup>는 小麥의 春化處理와 日長感應性은 地域適應性에 必須의이라 하고 多收性 小麥品種은 두 條件에서 鈍感하다고 하였다.

日長 및 溫度와 發育과의 關係에 對하여 Riddle·Gries<sup>87)</sup>는 小麥品種의 發育促進現象은 光週反應이라 하였고 明暗의 길이와 發育과의 關係를 研究하였다. Kirby<sup>51)</sup>는 小麥의 日長反應과 分蘖, 葉分化, 幼穗始原體의 發展

關係를 研究하였으며, Ormord<sup>77)</sup>는 春播小麥의 幼穗分化와 節間伸長의 感光性 差異를 發見하고 出穗期代身 一定時間內의 節間伸長率로 表示하였다.

出穗期에 對한 溫度와 日長의 分析의인 研究에 있어서 自然條件下에서는 每日의 溫度나 日長이 다르므로 Bell<sup>8)</sup>, Cooper<sup>13)</sup>는 大麥과 *Lolium*에서 春播性이거나 또는 完全히 春化시킨 材料를 高溫長日條件下에서 實驗해야 한다고 하였다. 이러한 條件에서 實驗한 結果는 *Lolium*에서 出穗를 支配하는 生理的 主要因은 春化處理에 對한 反應과 光週反應이라 하였고 高橋·安田<sup>99, 100)</sup>는 大麥에 있어서 春秋播性, 光週反應, 純粹早晚性 (Belehradek<sup>7)</sup>의 溫度係數利用) 등이 生理的 主要因이라 하였으며 管<sup>95, 96)</sup>, 平野·管<sup>41)</sup>도 大麥과 裸麥에서, 永野·橋本<sup>68, 69)</sup>는 小麥에서 같은 結果를 報告하였다.

秋播性 消去에 依한 出穗促進에 關하여는 Lysenko<sup>58)</sup>의 春化處理의 發見以後 和田·秋濱<sup>102)</sup>, 桐山<sup>53)</sup>는 大小麥의 秋播性 程度가 V級인 것은 2°C에서 50日以上, 高橋·安田<sup>99)</sup>는 大麥에 있어서 3°C前後에서 73日間 處理하므로써 完全히 春化시켰고, 山本<sup>107)</sup>는 大麥을 供試하여 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>法을, 百足等<sup>65)</sup>은 小麥의 綠體春化法을 發見했으며, McKinney<sup>63)</sup>는 秋播小麥의 生殖生長은 播種前 發芽된 種子를 어두운 곳에서 低溫에 50~65日 處理하므로써 出穗를 促進시켰다고 했다.

出穗期의 遺傳에 關하여는 大麥과 小麥에 있어서 早生이 晩生에 對하여 優性이라고 한 報告<sup>6, 28, 4, 46, 64, 21, 10)</sup>와 晩生이 早生에 對하여 優性이라고 하는 相反된 報告<sup>22, 32)</sup>가 있으며, 數個의 主動遺傳子과 多數의 微動遺傳子가 關與한다는 報告<sup>101, 9, 27, 93, 70, 12, 47, 90, 45, 15, 18, 105)</sup>도 많다.

Wanser<sup>103)</sup>는 小麥에서 日長과 溫度가 節間伸長과 出穗에 獨立의으로 影響한다고 하였으며, Pinthus<sup>79)</sup>는 春播小麥에서 두 生育段階에 前後 2회에 걸쳐 日長과 溫度處理를 한 結果 早熟과 晩熟間에는 幼穗形成期과 幼穗形成期로부터 出穗期까지의 要因이 다르다고 하였고 두 要因은 Link 되어 再組合率은 10~25%이며 早熟이 優性이라고 하였다. Pugsley<sup>81, 82, 83, 84)</sup>는 Triple Dirk와 Selkirk를 使用하여 F<sub>1</sub>은 非感光性이 完全優性이고 F<sub>2</sub>와 Backcross에서 1因子差라고 推定하였으며 感光性이 높은 品種과 鈍한 品種과의 交雜에서 附加的인 因子가 있을 것이라 指摘하고 Triple Dirk와 Thatcher交雜에서 日長感應에 關與하는 主動因子 1個와 이보다 弱하게 感應하는 因子를 想定하였다.

Halloran·Boydell<sup>30, 31)</sup>은 Hope-chinese spring substitution lines을 使用하여 日長反應을 研究한 바 1個의 主

動遺傳자와 2개의 變異因子가 日長感應에, 2개의 變異因子가 日長鈍感性에 作用한다고 假定하였으며, 岡·村岡<sup>75)</sup>는 담배의 出穗日數의 遺傳分析에서 3雙의 短日性因子 B<sub>1</sub> B<sub>2</sub> B<sub>3</sub>를 가정하고 B<sub>1</sub>因子는 作用이 크고 完全優性이라 報告하였다. Coffman<sup>11)</sup>은 小麥의 春播와 秋播品種의 交配에서 非感光性에 對해 1雙 또는 2雙의 因子를 推定하였다.

大小麥의 早生과 晚生品種의 交雜에서 早生親보다 出穗가 더 빠른 超越型個體가 出現하는 것은 Fizuat·Atkins<sup>20)</sup>, Ennus<sup>18)</sup>, 安田·下山<sup>108)</sup>가, 晚生親보다 더 늦은 個體도 出現한다는 것은 安田·下山<sup>108)</sup>가 報告하였다. 또한 早生이 劣性主動遺傳子에 依해 支配된다는 例<sup>85,72,71)</sup>도 있다. Scholz<sup>90)</sup>은 人爲의인 突然變異에 依해서도 이것을 얻은바 있었다.

Kuspira·Unrau<sup>69)</sup>는 小麥에서 Chromosome을 置換한 系統을 供試하여 研究한 結果 出穗期는 播性과는 다른 2개의 主動遺傳子가 關與하고 이 遺傳子는 播性の 主動遺傳子를 變異한다고 하였다.

高溫長日條件下에서 春播性 또는 完全春化시킨 大麥의 長日 및 短日反應, 純粹早晩性, 圃場出穗期의 遺傳分析을 實施한 高橋·安田<sup>97,98,99)</sup>의 結果를 보면 上記形質은 Polygene에 依하여 支配되고 日長反應과 播性에 對하여 別個의 遺傳子가 作用한다고 하였으며, 安田·下山<sup>108)</sup>는 大麥의 圃場出穗期에 있어서 4種의 主動遺傳子를 想定하고 그 中 2個는 優性 早生遺傳子로 第七染色體上에 座位해서 芒의 粗滑性을 支配하는 遺傳子 Rr와 連鎖하고 있음을 推定했으며, Ramage·Suneson<sup>85)</sup>이 大麥에서 推定한 劣性 早生 遺傳子 ee(第6連鎖群)와는 座位를 달리한다고 했다. 또한 大麥의 早晩性 遺傳子와 Rr와의 連鎖는 Wexelsen<sup>105)</sup>, Frey<sup>22)</sup>, Bal<sup>5)</sup> 등이, Rr와 同一 染色體上에 있는 春秋播性遺傳子와 圃場出穗期와의 關係는 高橋·安田<sup>99)</sup>가 報告하였다.

Diallel cross에 依한 出穗期의 遺傳子 分析 研究를 보면 岡<sup>76)</sup>가 담배에서 開花日數의 遺傳은 部分優性이며 2個因子를, 朴<sup>78)</sup>은 洋麻의 短日反應性에서 2個因子를 推定하였고, 許<sup>40)</sup>는 水稻의 遠緣品種間 多數의 交配에서 F<sub>1</sub>이 短日下에서 早生이 晚生에 對하여 優性 또는 超優性이고 長日下에서는 優性 또는 不完全優性이며 F<sub>2</sub>의 早期栽培에서는 早生이 不完全優性이거나 中間性, 適期栽培에서는 晚生이 不完全優性이거나 中間性이라 報告하였다.

出穗期의 遺傳力과 選抜時期에 關하여는 Fizuat·Atkins<sup>20)</sup>, Frey<sup>22)</sup>, Frey·Horner<sup>23)</sup>, 桐山·小西<sup>52)</sup>, 趙<sup>10)</sup> 등이 大麥의 F<sub>2</sub>數個組合에서 遺傳力이 높아서 初期世代의

選抜이 可能하다고 하였고, 岡·時津等<sup>74)</sup>은 담배에서, 孫<sup>94)</sup>은 단수수에서 出穗期의 遺傳力이 높다고 하였으며, 稻村·野中<sup>42)</sup>은 小麥 4個組合의 F<sub>2</sub>와 F<sub>3</sub>에서 出穗期의 遺傳力이 높으나 耐寒性과 相關이 높은 稈의 伸長은 遺傳力이 多少 낮으므로 初期世代에서 강한 選抜은 不適當하다 하였고, Dantuma<sup>16)</sup>는 耐寒性이 강한 春播麥類品種의 育成이 可能하고 耐寒性인 品種이 春化處理를 오래 要求한다고도 말할 수 없다고 하였다.

高橋·安田<sup>99)</sup>는 大麥의 F<sub>2</sub>數個組合에서 光週反應, 純粹早晩性, 圃場出穗期의 遺傳力이 높고 圃場出穗期와 光週反應과는 높은 相關이 있다고 하였으며 早熟個體는 收量이 낮기 때문에 雜種世代에서 많은 個體의 取扱이 必要하다고 하였으며, 橋本·平野<sup>39)</sup>는 小麥의 交配組合에 따라 早熟이고 多收性인 品種選抜의 可能性을 提示하였다.

作物의 交雜育種에 있어서 優秀한 後代의 出現可能性與否를 早期에 推定할 수 있는 새로운 方法으로서 Allard<sup>2)</sup>가 박하에서 Diallel cross에 依하여 遺傳子와 環境과의 相互作用에 對한 分析方法을 研究한 것을 비롯하여 Mather<sup>59)</sup>等 그밖에 많은 研究者들<sup>80,29,34,35,36,37,38,39,50)</sup>이 Diallel cross에 依한 遺傳分析法을 體系化하였으며, Jinks<sup>43,44)</sup>, 岡<sup>76)</sup>가 담배, Matzinger·Kempthorne<sup>61)</sup>, Matzinger·Sprague·Cockerham<sup>62)</sup>가 옥수수, Aksel·Johnson<sup>1)</sup>이 보리, Crumpacker·Allard<sup>15)</sup>가 小麥, 許<sup>40)</sup>, Lee<sup>57)</sup>가 水稻, Niehaus·Pickett<sup>71)</sup>가 수수, 孫<sup>94)</sup>이 단수수 등을 材料로 하여 多角의인 遺傳分析을 하였으며, 그 結果는 育種面에서 많이 利用되고 있다.

## II. 材料 및 方法

本實驗은 1970년부터 1972년까지 3年間에 걸쳐 作物試驗場의 田作圃場 및 溫室에서 實施되었다. 實驗材料로는 우리나라에서 代表的인 小麥品種 長光, 水系 169號, 育成3號와 秋播 및 春播導入品種을 供試하였으며 그들의 特性은 다음과 같다.

1970년 10월 5일에 播種하여 12월부터 交配母本을 每2週마다 3回 溫室에 移植하고 1971년 3월부터 必要한 兩親을 交配하여 4월에 F<sub>1</sub>種子를 收穫하였으며 이 種子를 10월에 播種, F<sub>2</sub>種子 및 Backcross 種子를 養成하였고 1972년 1월부터 4월까지 Diallel cross를 다시 하여 F<sub>1</sub>種子를 確保하였다. 1972년 10월 Diallel cross 種子 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 및 Backcross 種子를 圃場에 播種하는 한편 同年 11월 8日 Diallel cross F<sub>1</sub>種子를 溫室

Sources and agronomic characteristics of varieties used.

Variety	Original country	Growth habit	Number of spikes per m <sup>2</sup>	Culm length(cm)	Yield (kg/10a)	
					Natural	Vinyl cover
Changkwang	Korea	Winter	366	99.6	443.0	528.6
Yukseung #3	Korea	Winter	503	96.7	411.4	513.6
Suke #169	Korea	Winter	440	97.3	365.8	400.0
Sturdy	U.S.A	Winter	477	72.2	321.9	444.2
Bezostaia	U.S.S.R	Winter	360	88.7	319.7	503.0
Blueboy	U.S.A	Winter	400	100.0	367.8	466.1
Yecora F70	Mexico	Spring	277	54.3	233.6	402.2
Parker	U.S.A	Winter	700	102.0	374.2	488.1

에 1 조합당 8 개 pot 씩(1 pot 당 6粒씩) 播種하였다.

Diallel cross F<sub>1</sub> 및 兩親을 春化處理를 시키기 위하여 發芽後 11月 12일부터 1月 24일까지 室外에서 栽培하고 極甚한 低溫일 때는 Vinyl로 덮어 寒害를 防止하였으며 1月 25일부터 溫室 및 硝子室을 利用하여 高溫, 低溫, 長日, 短日處理를 하였고, 處理當 2反覆으로 實驗하였다. 高溫處理는 平均氣溫이 19.9±2.0°C(1月 25日~4月 16日)이었고, 低溫處理는 13.8±1.2°C(1月 25日~5月 4日)이었으며, 短日處理는 自然日長을 利用하고, 長日處理는 100w 白熱電燈을 1m<sup>2</sup> 당 1個씩 植物體의 1m 距離 위에서 終夜照明을 하였다.

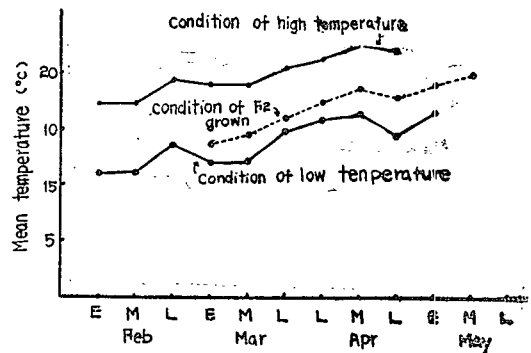
F<sub>2</sub> 世代 3組合은 圃場에서 春化處理시킨 後 2月 22日에 溫室에 移植, 亂塊法 2反覆으로 配置하여 實驗하였으며, 이 材料의 栽培 期間中の 溫度條件은 17.3±5.6°C(2月 22日~5月 12日)이었다.

溫室內에서 生育期間中の 溫度 및 日長의 變化와 圃場條件에서 溫度 및 日長의 變化는 다음 그림과 같다. 栽培方法은 溫室內에서는 日長 및 溫도의 影響을 均一히 하기 위하여 同一反覆內에 있는 pot 를 1週間隔으로 옮겨가며 栽培하였다. 圃場實驗의 植栽距離는 60cm 畦幅에 株當 距離 10cm 로 點播하였고, 施肥 및 其他 栽培管理는 慣行栽培法에 準하여 實施하였으며, 亂塊法 2反覆으로 配置하였다.

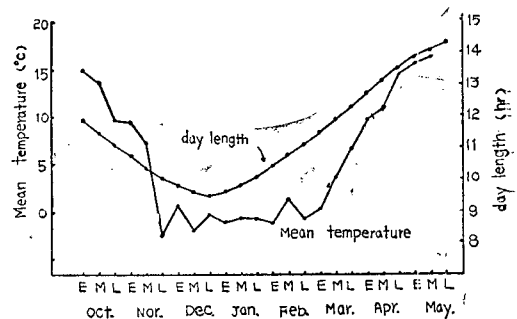
모든 調査는 5個體를 對象으로 調査하였으며 溫室內 Diallel cross F<sub>1</sub> 의 止葉展開日數는 處理日로부터 止葉이 完全히 展開된 日數로서 表示하였고, 出穗日數는 各個體의 主稈에서 이삭이 葉鞘上端에 出現한 때까지의 日數를 調査하여 5個體를 平均하였다.

圃場의 Diallel cross F<sub>1</sub> 및 F<sub>2</sub> 는 出穗日數를 計算의 便宜上 1月 1일부터 1株의 主稈 最初出穗日까지의 期間으로 表示하고 그 中에서 1日 平均氣溫이 0°C 以下인 日數는 除外하였다.

實驗成績의 分析은 Hayman, Jinks 等의 Diallel cross 分析法에 따라 農村振興廳 試驗局 電子計算機(컴퓨터)로 遺傳分析을 하였으며 F<sub>2</sub> 의 分析은 X<sup>2</sup>-test 및 Mather의 統計遺傳分析法에 依하였다.



Mean temperature in the greenhouse during experiment.



Mean temperature and daylength under natural condition (Suwon).

### III. 實驗 結果

#### 1. 小麥品種의 日長 및 溫度條件에 對한 出穗反應

##### 1) 主稈葉數 및 止葉展開日數

日長 및 溫度條件에 따른 小麥 品種間 主稈葉數 및 止葉展開日數의 變異는 圖 1에서 보는 바와 같다.

主稈葉數는 모든 處理를 概觀할때 春播性 品種인 Yecora F70이 9葉으로 가장 적었고 長光, 育成3號, 水系 169號, Blueboy는 10葉, Bezostaia, Parker가 11葉이었다. 葉의 展開速度는 處理初期인 下位葉에서는 品種間 또는 日長 및 溫度條件에 따라 差異가 적었으나 生育後期の 上位葉에서는 그 差異가 컸다. 即 全體의으로 보면 11月 12日~1月 24日까지 春化處理를 한 後 主稈葉數는 溫度나 日長條件의 差異에 따라 出現葉數에는 變化가 없고 出葉速度에만 影響을 주었다. 高溫條件 및 低溫條件에서 長日에 依하여 出葉速度가 빨라지고 低溫보다는 高溫에 依하여 빨라졌다.

止葉展開日數는 高溫에서 보다 低溫에서, 長日에서 보다는 短日에서 길어지는 傾向이 있었고 高溫長日, 高溫短日, 低溫長日, 低溫短日順으로 길었다. 止葉展開日數의 品種間 差異를 보면 Yecora F70이 가장 빠르고 水系 169號, Sturdy가 그 다음이며 나머지 品種은 비슷하였으나 止葉展開日數의 變異幅은 長光, Parker가 가장 컸고 Sturdy, Yecora F70, 水系 169號, 育成3號는 작았다.

##### 2) 出穗期

##### (1) 日長 및 溫度條件에 따른 出穗反應

各日長 및 溫度條件에 있어서 出穗日數의 差異는 圖2와 같았다. 高溫長日條件에서는 어느 處理에서보다 出穗가 가장 빨랐으며 品種間的 變異幅은 18日이었고 Yecora F70은 處理後 33日에 出穗되어 가장 빨랐으며 水系 169號, Sturdy, Parker, 育成3號, 長光, Blueboy는 40~45日에 出穗되었고 Bezostaia는 50日에 出穗하여 가장 늦었다.

高溫短日條件에서는 品種間 變異幅이 37日이고 高溫長日條件보다 出穗日數가 20~45日 遲延되는 傾向이 있으며 品種間 差異가 현저히 나타났다. 品種別로는 Yecora F70이 가장 빨랐고 長光, Parker가 가장 늦었으며 Bezostaia, Blueboy, 育成3號, Sturdy, 水系 169號는 中間程度에 屬하였다.

低溫長日條件에서는 高溫長日條件에서 보다 出穗가

27~31日 遲延되었으며 品種差에 있어서 出穗가 빠른 것과 늦은 것이 高溫長日條件에서와 傾向이 비슷하였으나 中間程度에 屬하는 品種들의 早晚의 順序는 多少 달랐다.

低溫短日條件에서도 高溫長日條件보다 出穗期가 46~56日 遲延되었으며 品種間 差異에 있어서 出穗期가 빠른 것과 늦은 것은 高溫短日과 傾向이 비슷하고 中間程度에 屬하는 品種들의 早晚의 順序는 多少 달라졌고 大部分의 品種이 出穗가 늦은 쪽에 기울어졌지만 出穗日數의 品種間 變異幅은 高溫短日에서보다 작았다.

自然條件에서는 前記한 4個處理의 境遇보다 出穗가 늦었으나 出穗日數의 品種間的 變異幅은 10日로서 도리어 짧았다. 品種間差異에 있어서 出穗가 빠른 것과 늦은 것은 그 傾向이 長光과 Bezostaia를 除外하면 低溫短日條件에서와 비슷하고 中間程度에 屬하는 品種들의 早晚의 順序와 晚熟쪽으로 치우치는 傾向도 低溫短日條件에서와 같았다.

高溫長日은 어떠한 品種에 있어서나 出穗期가 가장 빨라지는 條件이었고 品種間 差異도 적게 나타나는 때이며 出穗의 早晚은 日長反應보다도 純粹早晚性에 더욱 影響을 받는 듯하다.

低溫長日에서는 高溫長日에 比하여 出穗期는 늦어지거나 品種의 早晚의 順序는 高溫長日의 條件과 비슷하고 出穗期는 日長反應의 影響을 크게 받으며 그 影響은 低溫일 때보다도 高溫일 때 더 컸다.

##### (2) 日長差異에 依한 出穗反應의 品種間差異

相異한 溫度 條件下에서 出穗에 미치는 日長の 影響을 究明하기 위하여 高溫短日에서 高溫長日의 出穗日數를 빼고 低溫短日에서 低溫長日의 出穗日數를 빼서 얻은 短日에 依한 出穗遲延日數는 圖3에서와 같다.

高溫條件下에서 短日에 依한 出穗遲延日數는 長光, Parker가 45~36日로서 가장 길었고 其他品種은 24~19日로서 比較的 짧았으며 低溫下에서의 出穗遲延日數는 長光, Parker, 育成3號가 23~30日로서 가장 길고 其他品種은 16~20日로 가장 짧았다. 그리하여 高溫條件下에서는 低溫條件下에서보다 短日에 依한 出穗遲延日數가 컸다. 即 高溫일 때는 短日의 影響이 크고 低溫일 때는 短日의 影響이 작았다.

品種別로 보면 育成3號, Bezostaia, Yecora F70은 短日에 依한 出穗遲延日數가 高溫과 低溫에서 거의 비슷하고 水系 169號, Sturdy, Blueboy는 高溫에서보다 低溫에서 多少 짧아졌으며 長光, Parker는 高溫에서보다 低溫에서 顯著히 짧아졌다.

##### (3) 溫度差異에 依한 出穗反應의 品種間差異

相異한 日長條件下에서 出穗에 미치는 溫度의 影響을

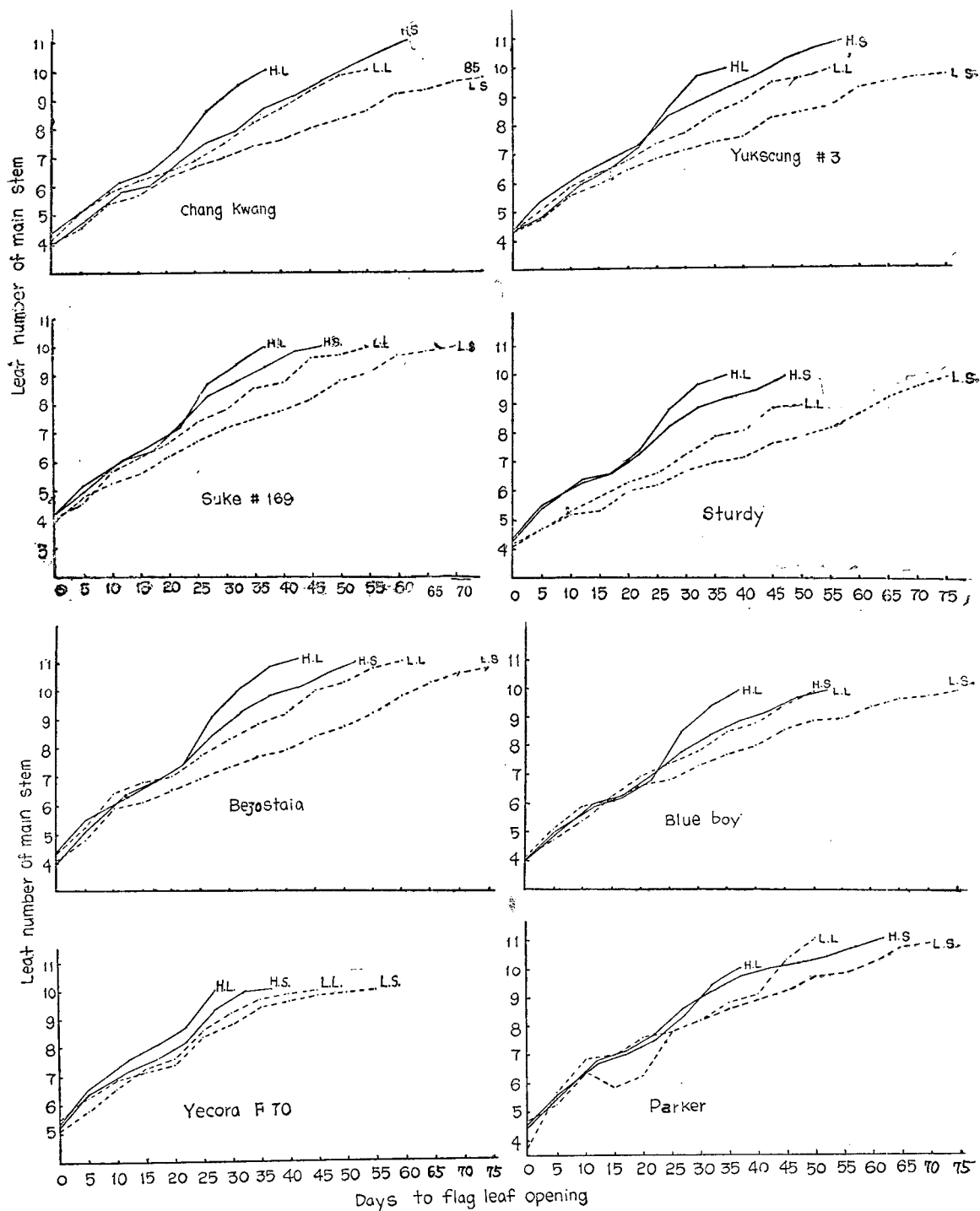


Fig. 1. Effects of daylength and temperature on leaf number of main stem and days to flag leaf opening of wheat varieties.

(H.L.=high temperature and long day)

(H.S.=high temperature and short day)

(L.L.=low temperature and long day)

(L.S.=low temperature and short day)

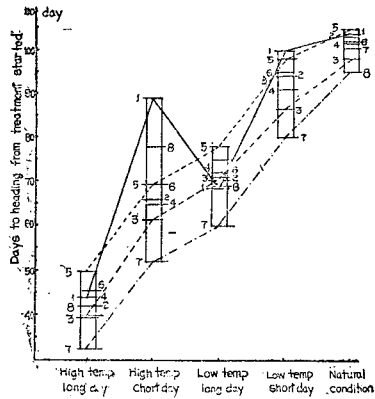


Fig. 2. Effect of daylength and temperature on days to heading of wheat varieties.

- 1: Changkwang 2: Yukseung #3 3: Suke #169  
 4: Sturdy 5: Bezostaia 6: Blueboy  
 7: Yecora F70 8: Parker

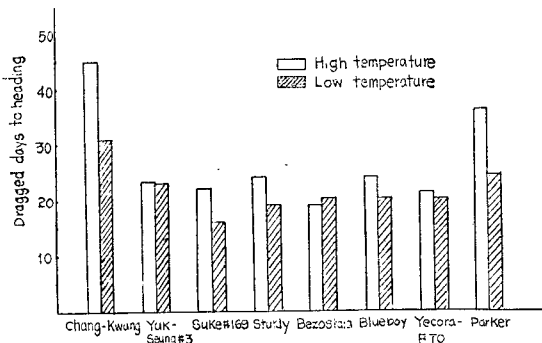


Fig. 3. Dragged days to heading due to daylength in various wheat varieties.

究明하기 위하여 低溫長日에서 高溫長日の 出穂日數를 빼고 低溫短日에서 高溫短日の 出穂日數를 빼서 얻은 出穂遲延日數의 品種間差異는 圖 4와 같다.

長日條件下에서 低溫에 의한 出穂遲延日數는 25~32日로서 短日條件下의 11~28日보다 길어진 傾向이 있었다.

長日條件에서는 品種間 差異가 적으며 短日條件에서도 大體로 品種間 差異가 적으나 長光, Parker의 二品種은 長日下에서 보다 短日下에서의 出穂遲延日數가 顯著히 짧은데 이것은 이 두 品種의 短日反應性이 크기 때문인 것 같으며 長日條件에서 品種間에 多少의 差異를 나타낸 것은 品種의 純粹早晚性과 溫度反應에 起因된 것이라고 思料된다. 또한 長日과 短日과의 品種間 差異는 育成 3號, Bezostaia, Yecora F70 등은 差異가

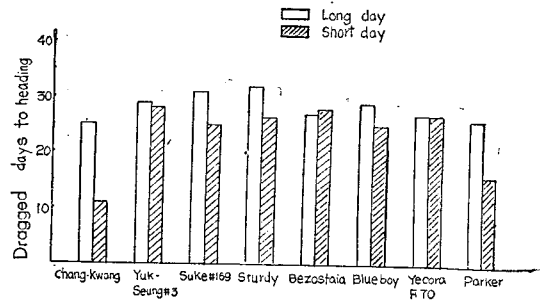


Fig. 4. Dragged days to heading due to temperature in various wheat varieties.

없고 水系 169號, Sturdy, Blueboy는 多少 差異가 있었다.

## 2. Diallel Cross F<sub>1</sub>에서의 日長 및 溫度反應性의 遺傳

### 1) 分散分割을 위한 假定の 檢定

Diallel cross의 遺傳分析上 다음의 假定을 滿足시키는 것이 必要하다. 即 ① Mendel的 遺傳을 行할것. ② 正逆間差가 없을 것. ③ 非對立遺傳子가 獨立的으로 遺傳할 것. ④ 兩親이 Homo일 것. ⑤ 遺傳子가 親間에는 獨立的으로 分布할 것.

이러한 假定을 滿足시키는가에 對한 檢定方法으로서 圃場條件에서 Reciprocal diallel cross를 하여 Jinks 分散分析方法을 利用하여 算出한 結果는 다음과 같다.

表 1에서 보는 바와 같이 各種要因이 關與되어 있는 圃場條件에서 Reciprocal 組合에 있어서 c가 有意差가 없기 때문에 相加的 效果에 對한 正逆間差는 없었으며 d는 有意差가 있었으나 分散의 量이 相加的 效果에 對하여 매우 적고, 또 b/d에서도 2.17로서 b에 對한 d의 差가 적기 때문에 正逆間 差異는 없는 것으로 認定되었다.

그래서 溫室內에서 뿐 아니라 圃場條件에 對하여도 Reciprocal을 除外한 Partial diallel cross를 가지고 遺傳分析을 하였다. 非對立因子가 獨立的으로 遺傳한다는 假定은 各系列의 F<sub>1</sub>分散과 兩親에 對한 各系列의 共分散(W<sub>r</sub>, V<sub>r</sub>)의 分析結果 高溫長日, 高溫短日, 低溫長日, 低溫短日, 高溫에서 日長效果, 低溫에서 日長效果 및 短日下의 溫度效果의 回歸 係數가 0.9644, 0.9094, 0.9569, 1.0604, 0.9452, 0.9309, 0.9243로서 1과 有意差가 없었기 때문에 非對立 遺傳子의 作用이 없다고 認定되었으며 長日下에서의 溫度效果에서는 回

Table 1. The mean squares and degrees of freedom for analysis of variance of 8×8 diallel cross under natural condition.

Item	MS	df	VR*	P	VR <sup>+</sup>	P
a	100.23	7	154.437	<0.01	455.59	<0.01
b	1.126	28	2.668	<0.01	5.118	<0.01
b <sub>1</sub>	7.069	1	243.958	<0.05	32.132	<0.01
	1.133	7	3.392	<0.05	5.150	<0.01
	0.825	20	1.744	ns	3.750	<0.01
c	0.244	7	0.284	ns	1.109	ns
d	0.517	21	3.114	<0.05	2.350	<0.01
Blocks	0.050	1				
B×a	0.649	7				
B×b	0.422	28				
B×b <sub>1</sub>	0.029	1				
	0.334	7				
	0.473	20				
B×c	0.859	7				
B×d	0.166	21				
B.I.	0.220	63				

\* Each item tested against its own block interactions. + All items tested against the pooled block interaction MS.

歸係數가 0.5867 로서 非對立 遺傳子의 作用이 있어 假定에서 벗어나는 傾向이었다. 圃場條件에서는  $W_r$ ,  $V_r$ 의 回歸係數가 0.8269 로서 1 과 有意差는 없었으며 溫室條件보다는 1에 對한 偏差가 컸으나  $W_r$ ,  $V_r$  graph를 相異하게 만들지는 않았다는 點으로 보아 遺傳分析에 있어서 오류의 要素라고는 할 수 없었다. 以上の 檢定結果로 보면 나타난 測定值를 使用하여도 尺度가 適當한 것으로 생각되었으며 上述의 假定은 滿足시켰다고 보여진다.

### 2) 高溫長日條件에서의 出穗日數의 遺傳

高溫長日條件에서 出穗日數의 分散成分은 表 2에서 보는 바와 같이 優性程度는  $\sqrt{H_1/D}=0.5614$ 이고  $D > H_1$  이므로 出穗日數에 對한 遺傳은 遺傳子의 相加的 作用이 큰 部分優性으로 나타났으며 平均優性程度는  $H_1/D = -0.3152$ ,  $\frac{V_{1L1}-E}{W_{0L1}-E/n} = 0.3678$  이었다.  $F$ 가 負數이며 兩親植物에서 優劣性遺傳子의 平均頻度는  $H_2/4H_1 = 0.1877$ , 全體數의 比는  $\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^- - F} = -0.2688$  로서 0.25보다 적으므로 劣性對立 遺傳子가 많이 關與한 것으로 보인다.

優性의 方向은  $F_1 - \bar{P} = -1.45$  이므로 早熟性이 晩熟性에 對하여 優性이었다.  $W_r$ ,  $V_r$  graph에서도 (圖 5, 高溫長日) 回歸直線이 原點위를 通過하므로 部分優性을 보였으며 回歸係數는  $b = 0.9644$  로 1과 有意差가 없으므로 大部分의 交配親의 出穗日數는 對立遺傳子의 影

響이 크고 非對立遺傳子의 作用은 없는 것으로 나타났다.

品種別로 보면 Yecora F70이 其他 品種에 對하여 優性으로 나타났고 Bezostaia, Blueboy가 다른 品種에 對하여 劣性으로 나타났다.

### 3) 高溫短日條件에서의 出穗日數의 遺傳

高溫短日條件에서 出穗日數의 分散成分은 表 3과 같다.

小麥品種의 出穗日數의 遺傳은 高溫長日條件에서의 같이  $D > H_1$  이고  $\sqrt{H_1/D} = 0.4236$  으로 部分優性을 나타냈으며 平均優性程度는  $H_1/D = -0.179$ ,  $\frac{V_{1L1}-E}{W_{0L1}-E/n} = 0.1613$  으로서 比較的 낮았다.  $F$ 值가 正의 數이고  $H_2/4H_1 = 0.1748$  이므로 優性遺傳子가 많이 關與하였으며 優性의 方向은  $F_1 - \bar{P} = -4.65$  로서 早熟性이 晩熟性에 對하여 優性이었다.

$W_r$ ,  $V_r$  graph (圖 5, 高溫短日)에서도 回歸直線이 原點위를 通過하는 部分優性을 보였으며 回歸係數  $b = 0.9094$  로서 非對立遺傳子의 作用은 없는 것으로 나타났다. 品種別로 보면 長光, Parker가 其他品種보다 原點으로부터 먼 回歸直線에 位置되어 劣性으로 나타났다. 이는 前述한 바와 같이 長光과 Parker가 短日感應度가 크며 長光, Parker를 片親으로 한  $F_1$ 들에서 短日感應性이 劣性으로 作用하였기 때문이라고 생각된다.

따라서 두 交配親을 除外한 나머지 6品種의  $W_r$ ,  $V_r$ 의 graph (圖 6)를 보면 高溫長日과 비슷한 傾向을 보



Table 2. Variance components for days to heading under high temperature and long day treatment.

Component of variation		Proportional value	
Notation	Estimated value		
D	22.0972	$(H_1/D)^+$	0.5614
F	-14.2872	$H_2/4H_1$	0.1877
H <sub>1</sub>	-6.9597	$\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F}$	-0.2688
H <sub>2</sub>	-5.2268	$H_1/D$	-0.3152
E	4.5178	$\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n}$	0.3678
F <sub>1</sub> - $\bar{P}$	-1.45	$\pm r(W_r + V_r/Y_r)$	0.9068

Table 4. Variance components for days to heading under low temperature and long day treatment.

Component of variation		Proportional value	
Notation	Estimated value		
D	21.3739	$(H_1/D)^+$	0.3962
F	-9.3647	$H_2/4H_1$	0.2495
H <sub>1</sub>	-3.3566	$\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F}$	0.2880
H <sub>2</sub>	-3.3499	$H_1/D$	-0.1570
E	5.4031	$\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n}$	0.3439
F <sub>1</sub> - $\bar{P}$	-0.31	$\pm r(W_r + V_r/Y_r)$	0.8558

여 주었다.

4) 低溫長日條件에서의 出穗日數의 遺傳

低溫長日條件에서 出穗日數의 分散成分은 表 4에서 보는 바와 같으며,  $D > H_1$ 이고, 優性程度는  $\sqrt{H_1/D} = 0.3962$ 로 部分優性을 나타냈으며 平均優性程度는  $H_1/D = -0.1570$ ,  $\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n} = 0.3439$ 로서 高溫長日條件보다 다소 낮았으며, F가 負數이고  $\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F} = 0.2880$ 이므로 劣性對立遺傳子가 많이 關與되었고 優性的 方向은 -0.31로서 早熟性이 晩熟性에 對하여 優性이었다.

$W_r, V_r$  graph (圖 5, 低溫長日)에서 보면 高溫長日과 比對하게 Yecora F70이 優性으로 Bezostaia가 其他品種에 對하여 劣性으로 區分되었으나 Yecora F70의 優性程度가 高溫長日에서 보다는 多少 낮게, Bezostaia의 劣性程度가 높게 表現되었고 長光 및 Blueboy가 高溫長日에서와 다른 反應을 보인 것으로 볼 때 品種別 日長反應의 遺傳은 溫度條件에 따라서 差異가 생기는 것으로 推測된다.

5) 低溫短日條件에서의 出穗日數의 遺傳

低溫短日條件에서의 分散成分은 表 5와 같다.

Table 3. Variance components for days to heading under high temperature and short day treatment.

Component of variation		Proportional value	
Notation	Estimated value		
D	97.0480	$(H_1/D)^+$	0.4236
F	6.4361	$H_2/4H_1$	0.1748
H <sub>1</sub>	-17.4182	$\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F}$	1.1698
H <sub>2</sub>	-12.1833	$H_1/D$	-0.1794
E	24.5184	$\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n}$	0.1613
F <sub>1</sub> - $\bar{P}$	-4.65	$\pm r(W_r + V_r/Y_r)$	0.9077

Table 5. Variance components for days to heading under low temperature and short day treatment.

Component of variation		Proportional value	
Notation	Estimated value		
D	32.1813	$(H_1/D)^+$	0.5567
F	-15.9544	$H_2/4H_1$	0.1577
H <sub>1</sub>	-9.9751	$\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F}$	0.3838
H <sub>2</sub>	-6.2963	$H_1/D$	-0.3099
E	8.7939	$\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n}$	0.2835
F <sub>1</sub> - $\bar{P}$	-2.19	$\pm r(W_r + V_r/Y_r)$	0.7509

$D > H_1$ 이고 優性程度는  $\sqrt{H_1/D} = 0.5567$ 로 部分優性을 나타냈으며 平均優性程度  $H_1/D = -0.3099$ 였다.  $\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n} = 0.2835$ , 優性的 方向은  $F_1 - \bar{P} = -2.19$ 로서 高溫長日에서와 比對한 數值를 보였고 高溫短日에서 보다는 多少 커지는 傾向을 보였으며  $F = -15.9544$ ,  $H_2/4H_1 = 0.1577$ ,  $\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F} = 0.3838$ 로서 劣性遺傳子가 많이 關與되었다.

$W_r, V_r$  graph (圖 5, 低溫短日)에서도 모든 交配親이 回歸直線에서 가까운 距離에 位置하며 다른 條件에서와 마찬가지로 非對立遺傳子의 作用은 없는 것으로 보였으나 各品種들이 直線상에 흩어져 있고 Bezostaia, Parker는 劣性, Sturdy, Yecora F70, 水系 169號는 優性쪽으로 나타났으며 長光是 特히 高溫短日에서와는 달리 中間에 位置하였다.

이러한 結果는 出穗日數에 關與하는 因子들이 溫度 및 日長條件이 다름에 따라 發現程度가 다르기 때문에 나타난 結果라고 생각된다.

6) 溫度條件에 따른 日長反應의 遺傳

溫度條件에 따른 日長反應의 效果를 求하기 위하여 高溫條件에서의 日長反應은 高溫短日의 出穗日數에서

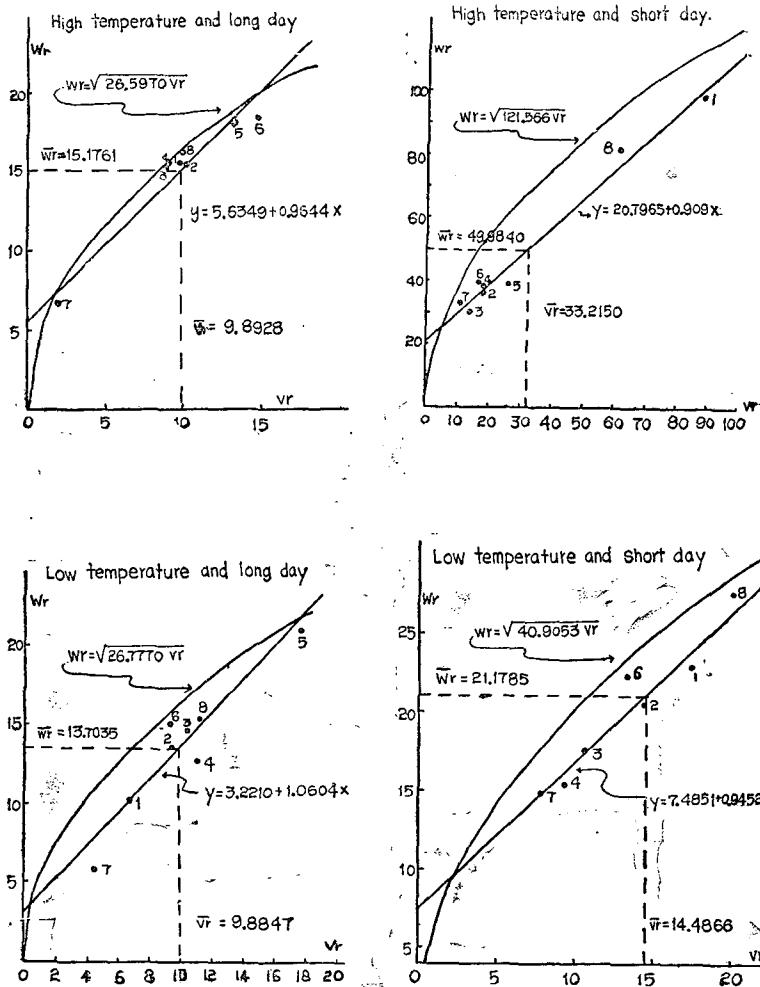


Fig. 5.  $W_r$ ,  $V_r$  graph for days to heading under different treatment.

- 1: Changkwang 2: Yukseung #3 3: Suke #169 4: Sturdy  
 5: Bezostaia 6: Blueboy 7: Yecora F70 8: Parker

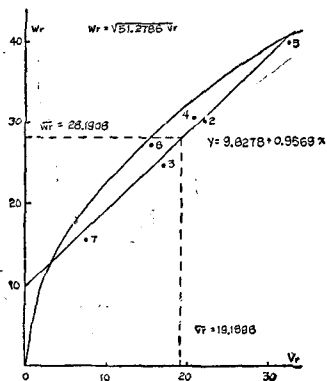


Fig. 6.  $W_r$ ,  $V_r$  graph for days to heading under high temperature and short day treatment (Changkwang and Parker excluded).

- 2: Yukseung #3 3: Suke #169 4: Sturdy 5: Bezostaia 6: Blueboy 7: Yecora F70

Table 6. Variance components for sensitivity to photoperiod in heading date under high temperature treatment.

Component of variation		Proportional value	
Notation	Estimated value		
D	61.0182	$(H_1/D)^+$	0.3498
F	24.3930	$H_2/4H_1$	0.2402
$H_1$	-7.4691	$\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F}$	3.6622
$H_2$	-7.1768	$H_1/D$	-0.1224
E	16.8167	$\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n}$	-0.0027
		$\pm r(W_r + V_r/Y_r)$	0.9588

高溫長日の 出穂日數를 뎨 數值를 使用하여 Diallel 分析을 한 分散成分을 表 6 에 表示하였다.

高溫條件에서 日長反應은  $D > H_1$  이고, 優性程度  $\sqrt{H_1/D} = 0.3498$  로 部分優性을 나타내었으며, 平均優性程度는  $H_1/D = -0.1224$ ,  $\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n} = -0.0027$  로 낮았다. 또 優劣性의 全體數의 比는  $\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F} = 3.6622$  이며, F 值가 正의 數值를 나타내었으므로 優性對立遺傳子의 關與度가 큰 것으로 생각된다.

$W_r, V_r$  graph(圖 7, 高溫下)에서도 長光, Parker 를 除外한 다른 交配親들이 모두 原點 가까운 곳에 集結되어 長光, Parker 에 對하여 優性으로 나타났다.

또한 低溫條件에서의 日長反應의 效果로서 低溫短日の 出穂日數에서 低溫長日の 出穂日數를 뎨 數值로 Diallel 分析을 한 分散成分을 表 7 에 表示하였다.

Table 7. Variance components for sensitivity to photoperiod in heading date under low temperature treatment.

Component of variation		Proportional value	
Notation	Estimated value		
D	14.6982	$(H_1/D)^+$	0.6259
F	5.7509	$H_2/4H_1$	0.2042
$H_1$	-5.7591	$\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F}$	1.9093
$H_2$	-4.7045	$H_1/D$	-0.3918
E	6.1208	$\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n}$	-0.3181
		$\pm r(W_r + V_r/Y_r)$	0.8412

$D > H_1$  이고 優性程度  $\sqrt{H_1/D} = 0.6259$  로 部分優性을 나타냈으며 平均優性 程度는  $H_1/D = -0.3918$ ,  $\frac{V_{1L1} - E}{W_{0L1} - E/n} = -0.3181$  이었다. 非相加的 作用部分은  $H_1 > H_2$  의 傾向을 보이고 兩親植物에서 優劣性遺傳子의 平均頻度가  $H_2/4H_1 = 0.2042$  이고 全體數의 比는  $\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F} = 1.9093$  이었으며 F 值도 高溫條件의 24.3930 보다 적은 5.7509 를 보여 優性因子의 關與度가 多少 크나 高溫條件에서 보다는 떨어지는 傾向이었다.

$W_r, V_r$  graph(圖 7, 低溫下)에서는 優性의 順序는 高溫條件과 비슷하였으나 育成 3 號, 水系 169 號, Bezostaia 가 劣性方向으로 移動되었으며 Sturdy 는  $W_r$  가 負의 數로 되어 原點보다 밑에 位置하여 溫度條件이 日長感應의 發現에 影響을 하였다고 보여진다.

7) 日長條件에 따른 溫度反應의 遺傳

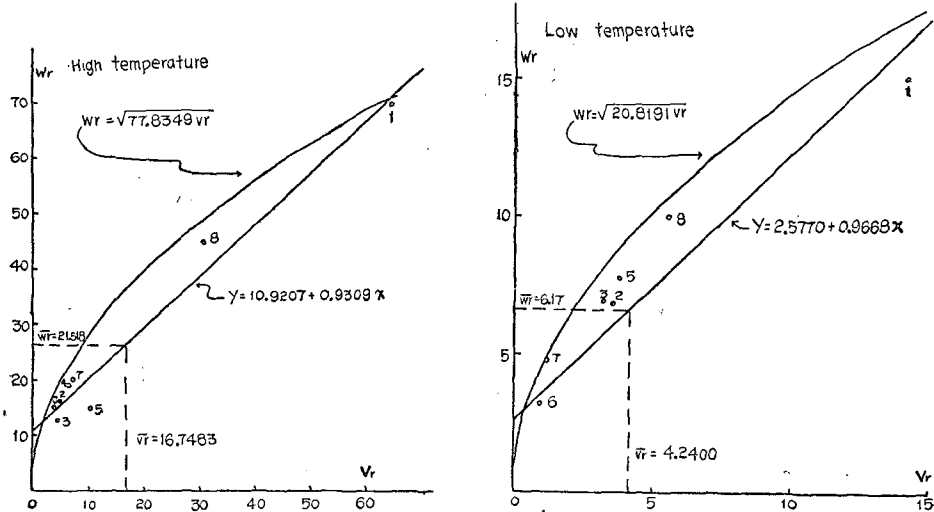


Fig. 7.  $W_r, V_r$  graph for sensitivity to photoperiod in heading date.

- 1: Changkwang 2: Yukseung #3 3: Suke #169 4: Sturdy  
5: Bezostaia 6: Blueboy 7: Yecora F70 8: Parker

日長條件에 따른 溫度反應의 效果를 求하기 爲하여 長日條件下에서의 溫度反應의 效果로서 低溫長日의 出穗日數에서 高溫長日의 出穗日數를 뺀 數值를, 그리고 短日條件에서의 溫度反應의 效果로서 低溫短日의 出穗日數에서 高溫短日의 出穗日數를 뺀 數值를 利用하여 算出한 分散成分 및  $W_r, V_r$  graph는 表 8, 9, 圖 8에 表示하였다.

長日條件下에서 溫度反應은  $D > H_1$  이고 優性程度  $\sqrt{H_1/D} = 0.5071$  이며 平均優性程度  $H_1/D = 0.2571$ ,  $\frac{V_{1L1}-E}{W_{0L1}-E/n} = -0.3910$  이므로 部分優性을 나타냈다. 兩親 植物에서 優劣性의 平均頻度는  $H_2/4H_1 = -0.1676$  이고  $F$ 는 正의 數로서 優性遺傳子의 關與度가 컸다고 보여지며, 非遺傳的 部分인  $E$ 가  $D$ 보다 컸다.

短日條件에서는 優性程度  $\sqrt{H_1/D} = 0.1308$ ,  $D >$

Table 8. Variance components for effect of temperature on heading date under long day treatment.

Component of variation		Proportional value	
Notation	Estimated value		
$D$	2.5957	$(H_1/D)^*$	0.5071
$F$	0.1824	$H_2/4H_1$	-0.1676
$H_1$	0.6675	$\frac{(4DH_1)^*+F}{(4DH_1)^*-F}$	1.1489
$H_2$	-0.4476	$H_1/D$	0.2571
$E$	2.8799	$\frac{V_{1L1}-E}{W_{0L1}-E/n}$	-0.3910
		$\pm r(W_r+V_r/Y_r)$	0.4951

$H_1$  이고 平均優性程度  $H_1/D = -0.0171$ ,  $\frac{V_{1L1}-E}{W_{0L1}-E/n} = -0.1770$  으로 部分 優性의 程度가 微微하고 完全優性에 가깝게 나타났다. 또  $H_2/4H_1 = -0.6451$ ,  $\frac{(4DH_1)^*+F}{(4DH_1)^*-F} = -3.1738$  이고  $F$ 가 正의 數值로서 優性對立遺傳子의 關與度가 컸으며  $H_1$ 이  $D$ 보다 현저히 낮았다.

$W_r, V_r$  graph(圖 8)에서 보면 長日條件에서는 各品種들이 回歸直線의 上下 또는 原點으로부터 距離 등이 다르게 散在해 있고 長光, Yecora F70, Sturdy가 回歸直線下部에 水系 169號, Parker, Bezostaia 등이 回歸直線 上部에 떨어져 分布되어 遺傳子間의 相互作用이 推定되며 回歸係數  $b = 0.5867$  로서 比較의 낮았다. 그러나 回歸直線 下部에 位置한 Yecora F70, Sturdy는 其他 品種과 다른 座位에 있다고 생각하고 이들을 除하

Table 9. Variance components for effect of temperature on heading date under short day treatment.

Component of variation		Proportional value	
Notation	Estimated value		
$D$	29.7864	$(H_1/D)^*$	0.1308
$F$	14.9701	$H_2/4H_1$	-0.6451
$H_1$	-0.5102	$\frac{(4DH_1)^*+F}{(4DH_1)^*-F}$	-3.1738
$H_2$	1.3167	$H_1/D$	-0.0171
$E$	12.6864	$\frac{V_{1L1}-E}{W_{0L1}-E/n}$	-0.1770
		$\pm r(W_r+V_r/Y_r)$	0.9849

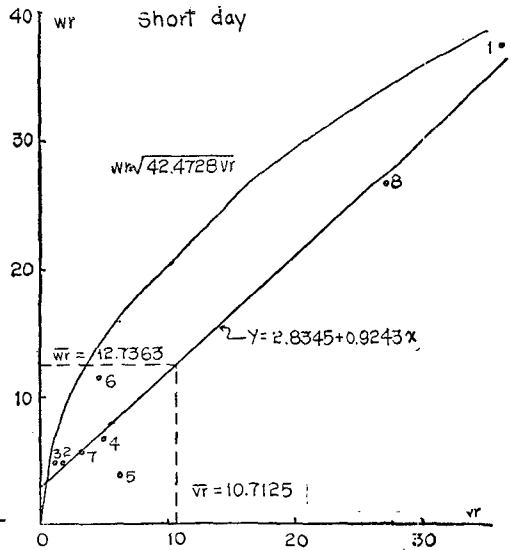
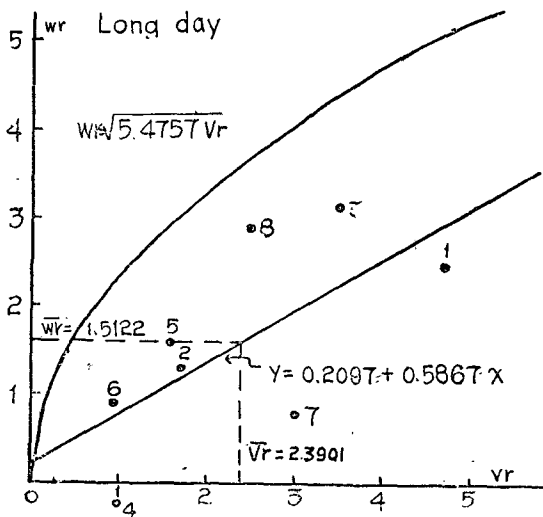


Fig. 8.  $W_r, V_r$  graph for effect of temperature on heading date.

- 1: Changkwang 2: Yukseung #3 3: Suke #169 4: Sturdy  
5: Bezostaia 6: Blueboy 7: Yecora F70 8: Parker

고 Diallel cross 分析을 한 結果 圖 9에서 보는 바와 같이 非感溫性이 感溫性에 對하여 部分優性으로 나타났고,  $b=0.7370$  으로 0.5867 보다 다소 높아졌으며 品種別로 보면 水系 169 號는 回歸直線後尾에 位置되어 長光, 育成 3 號, Bezostaia, Blueboy, Parker 에 對하여 劣性이었다.

短日條件에서는 長光, Parker 를 除外한 交配親들이 原點으로부터 가까운 部分에 모여 있고 Bezostaia 는 回歸直線 下部에, Blueboy 는 回歸直線 上部에 位置하였다.

長光, Parker 가 長日條件에서와 달리 回歸直線後尾에 位置하여 劣性으로 나타난 것은 이들 品種이 가진 感光性效果가 크기 때문에 溫度效果에까지 影響하여  $W_r, V_r$  의 回歸直線을 形成하였기 때문으로 생각된다.

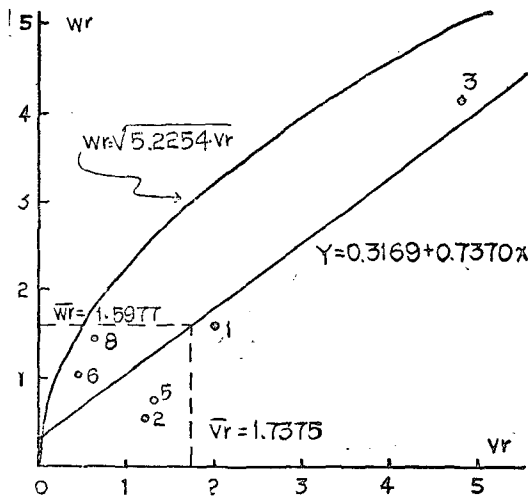


Fig. 9.  $W_r, V_r$  graph for effect of temperature on heading date under long day treatment (Sturdy and Yecora F70 excluded).

- 1: Changkwang 2: Yukseung #3 3: Suke #169  
5: Bezostaia 6: Blueboy 8: Parker

8) 自然條件에서의 出穗日數의 遺傳

自然條件에서의 出穗日數의 分散成分은 表10과 같다.

自然條件에서 出穗日數에 對한 遺傳은  $D > H_1$  이고 優性程度  $\sqrt{H_1/D} = 0.5969$ , 平均 優性程度  $H_1/D = -0.3563$ ,  $\frac{V_1 L_1 - E}{W_0 L_1 - E/n} = 0.3246$  이므로 部分 優性을 보였으며 優性의 方向은  $F_1 - \bar{P} = -0.88$  로서 早熟性이 優性이었으며  $F$  가 負의 數이고  $H_2/4H_1 = 0.1591$ ,  $\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F} = 0.3518$  이므로 모든 交配親들에 對하여 劣性 遺傳子가 많이 關與했다고 볼 수 있다.

$W_r, V_r$  graph (圖 10)에서 보면 回歸直線이 原點위로 通過하므로 部分優性이었으나 포물선에 接近해있고 回歸係數는  $b=0.8269$  로서 溫室條件보다 낮았다. 이것은

Table 10. Variance components for days to heading under natural condition.

Component of variation		Proportional value	
Notation	Estimated value		
$D$	8.7226	$(H_1/D)^+$	0.5969
$F$	-4.9943	$H_2/4H_1$	0.1591
$H_1$	-3.1080	$\frac{(4DH_1)^+ + F}{(4DH_1)^+ - F}$	0.3518
$H_2$	-1.9785	$H_1/D$	-0.3563
$E$	1.8994	$\frac{V_1 L_1 - E}{W_0 L_1 - E/n}$	0.3246
$F_1 - \bar{P}$	-0.88	$\pm r(W_r + V_r/Y_r)$	0.8407

圃場條件이 初期에는 低溫이었으나 後期에는 高溫이었기 때문에 品種間의 出穗日數의 變異가 적고 非遺傳的 效果가 多少 關與된 것으로 생각된다.

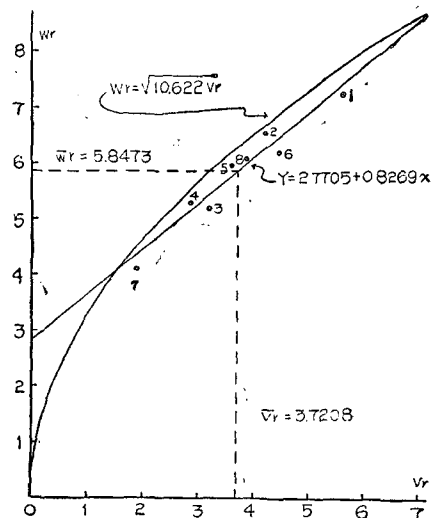


Fig. 10.  $W_r, V_r$  graph for days to heading under natural condition.

- 1: Changkwang 2: Yukseung #3  
3: Suke #169 4: Sturdy  
5: Bezostaia 6: Blueboy  
7: Yecora F70 8: Parker

9) 有效遺傳子數 및 遺傳力

相異한 日長 및 溫度條件에서 小麥品種의 有效因子數 및 遺傳力을 推定한 結果는 表 11과 같다. 遺傳力은

$$\frac{\frac{1}{2} D}{\frac{1}{2} D - \frac{1}{2} F + \frac{1}{2} H_1 - \frac{1}{4} H_2 + \frac{r(n+1)}{2n} E}$$

로, 有效優性遺傳子數( $k$ )는  $\frac{(\text{全體平均} - \text{親의 平均})^2}{\frac{1}{4} H_2}$  으로 算出하였다.

優性의 方向은 모든 處理條件에서 早熟이 晩熟에 對하여 優性이었으며 優性의 順位는 處理條件에 따라 多少

달라지고 있으나 Yecora F70 이 大體로 어느 處理條件에서나 優性이었으며 長光, Parker 는 短日에서는 劣性으로, 長日에서는 中間程度로 나타났다. 有効優性遺傳子數( $k$ )는 高溫長日에서  $k=0.9619$  이었으나 劣性遺傳子の 關與가 컸으므로 有効遺傳子數를 減少시키는 方向으로 作用하여 多少 낮게 나타난 것으로 생각되며 高溫短日에서 有効優性 遺傳子數는  $k=1.3389$ 이었으나 優性遺傳子の 關與度가 컸으므로 實際보다는 多少 크게 表現되었다고 思料되며 低溫長日에서  $k=1.6352$ , 低溫短日에서  $k=1.2165$ 로 各各 적게 나타났으나 日長에 感應하는 品種間的 限界低溫이 考慮되지 않았기 때문에 純粹早晚性 및 感光性에 關與하는 有効遺傳子の 效果만으로 생각할 수 없었다.

日長感應에 對하여는 高溫條件에서  $k=1.4896$  이었고 低溫下에서는  $k=0.4636$  으로 나타났으며 感溫性的 有

効優性 遺傳子數는 長日下에서  $k=1.0051 \approx 1$  이었고 Yecora F70, Sturdy 를 除外한 結果는 2.4514 이었으며 短日下에서는 6.6714 로서 Polygene 으로 나타났으나 溫度와 日長의 相互作用을 감안한다면 實際有効遺傳因子數는 多少 差異가 있을 것으로 본다.

Heritability 는 어느 處理條件에서나 0.51~0.72 로 높은 傾向이었으며 特히 感光性에 對하여는 0.8645(高溫條件), 0.7611(低溫條件)로 높았고 溫度反應에서는 0.2653 으로 낮은 傾向을 보였다.

#### 10) 出穗日數와 主要形質과의 相關

圃場條件에서 出穗日數와 稈長, 穗數, 粒數, 粒重, 收量과의 相關은 表12와 같다. 稈長, 粒數, 粒重, 收量과는 正의 높은 相關이 있으며 穗數와는 有意性은 없으나 負의 相關을 보였다.

Table 11. Estimates of dominance, dominance order, number of effective factors and heritability for days to heading under different treatments.

Treatment	Direction of dominance	Dominance order of array	Number of effective factors	Heritability
High temperature and long day	early	7, 3, 4, 1, 2, 8, 5, 6	0.9619	0.5974
High temperature and short day	"	3, 7, 2, 4, 6, 5, 8, 1	1.3389	0.7218
Low temperature and long day	"	7, 1, 4, 2, 6, 3, 8, 5	1.6352	0.5186
Low temperature and short day	"	7, 4, 3, 2, 6, 1, 8, 5	1.2165	0.5263
Natural condition	"	7, 4, 3, 5, 8, 6, 2, 1	1.5462	0.5496
Sensitivity to photoperiod under high temperature	"	3, 6, 2, 5, 4, 7, 8, 1	1.4896	0.8645
Sensitivity to photoperiod under low temperature	"	4, 6, 7, 3, 2, 5, 8, 1	0.4636	0.7611
Effect of temperature under long day	"	4, 6, 2, 5, 7, 8, 3, 1	1.0051	0.2653
Effect of temperature under short day	"	3, 2, 7, 5, 4, 6, 8, 1	6.6714	0.7060

Table 12. Correlation coefficients between the characteristics of parents and  $F_1$  under natural condition.

Character	1	2	3	4	5	6
Heading date (1)	—	0.6692**	-0.1188	0.6268**	0.3885*	0.5484**
Culm length (2)		—	-0.2973	0.4734**	0.5058**	0.4568**
Number of spikes (3)			—	-0.3004	-0.2868	-0.1021
Number of grains per spike (4)				—	0.6252**	0.8742**
Weight of 1,000 grains (5)					—	0.7380**
Yield (6)						—

\* : 5% : 0.3442

\*\* : 1% : 0.4428

### 3. $F_2$ 世代에서의 出穗期의 遺傳

#### 1) 高溫短日條件

(1) 長光×水系 169 號 組合

長光×水系 169 號組合에서는 出穗期의 分離樣相 및 頻度分布는 表 13 및 圖 11 에서와 같이  $F_1$  의 出穗期가 水系 169號와 비슷한 5月 3日이었으며  $F_2$  의 分離는 7日과 77日을 頂點으로 하여 2頂曲線의 樣相을 나타냈

으며 總 360 個體를 供試한  $F_2$  集團에서 長光의 出穗期 變異幅을 基準으로 하여 晚熟個體와 早熟個體를 나누어 分離比를 計算한 結果 1 雙의 優性遺傳子에 依하여 支配됨을 假定한 3:1의 理論的인 分離比와 大體로 一致되며 適中確率이 0.80~0.70 이었다.

長光의 Backcross 에 對하여도 理論的 分離比 1:1과 大體로 一致되며 適中確率이 0.70~0.50 이었고 水系 169 號의 Backcross 는 早熟方向으로만 分離되었다. 以上の 結果로 보면 長光×水系 169 號 組合에서는 出穗期는 單因子에 依하여 支配되고 있다는 것을 알 수 있다.

(2) 長光×Yecora F70 組合

長光×Yecora F70 組合에서 出穗期의 分離樣相 및 頻度分布는 表 14 및 圖 12 와 같다.

圖 12 에서 보는 바와 같이  $F_1$  은 早熟性인 Yecora F70

보다는 平均 2 日程度 늦었고 長光보다는 8 日程度 빨라서 部分優性を 나타냈으며  $F_2$  의 分離는 67 日과 75 日을 頂點으로 하여 早熟과 晚熟의 2 頂曲線을 보였으며 長光의 出穗期變異幅을 基準으로 하여 晚熟個體와 早熟個體를 나누어 分離比를 計算한 結果 3:1의 分離比에는 適中되지 않았고 13:3의 理論的 分離比에는 大體로 一致되었으며 適中確率이 0.95~0.98 이었다.

Yecora F70의 Backcross 에서는 長光을 基準으로 할 때 大部分이 早熟이었고 極少數만이 晚熟으로 分離하였으나 長光의 Backcross 에서는 3 頂曲線을 形成하였지만 13:3에 맞는 2:1:1의 比와는 잘 一致되지 않았다. 以上の 結果로 보면 長光×Yecora F70 組合에서는 2 雙의 遺傳子에 依하여 出穗期가 支配된다는 것을 알 수 있다.

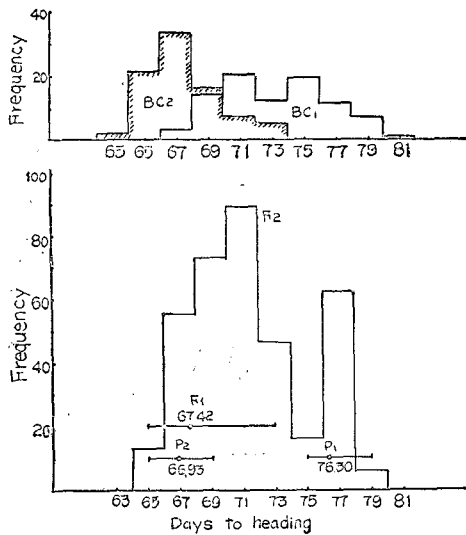


Fig. 11. Frequency distribution of parents,  $F_1$ ,  $BC_1$ ,  $BC_2$  and  $F_2$  plants for days to heading in the cross between Changkwang ( $P_1$ ) and Suke #169 ( $P_2$ ).

Solid horizontal lines show the range of parents and dots show the parental means.

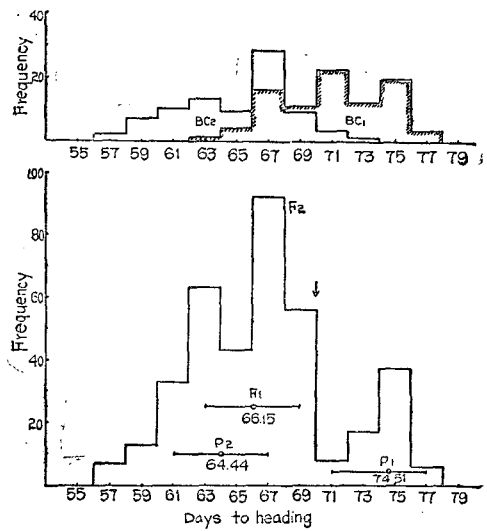


Fig. 12. Frequency distribution of parents,  $F_1$ ,  $BC_1$ ,  $BC_2$  and  $F_2$  plants for days to heading in the cross between Changkwang ( $P_1$ ) and Yecora F70 ( $P_2$ ).

Solid horizontal lines show the range of parents and dots show the parental means.

Table 13. Segregation in days to heading of  $F_2$  population and backcross generation in the cross between Changkwang and Suke #169 under high temperature and short day treatment.

Days to heading	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	Total	$\bar{X}$
Changkwang ( $P_1$ )	—	—	—	—	—	—	10	11	12	—	23	76.30
Suke #169 ( $P_2$ )	—	7	16	6	—	—	—	—	—	—	29	66.93
$F_1$	—	5	18	7	1	1	—	—	—	—	32	67.43
$F_2$	—	13	55	73	89	46	16	62	6	—	360	71.36
$BC_1$	—	—	3	14	20	12	19	11	7	1	87	73.20
$BC_2$	2	21	33	16	7	5	—	—	—	—	84	66.47

Table 14. Segregation in days to heading of the F<sub>2</sub> population and backcross generation in the cross between Changkwang and Yecora F70 under high temperature and short day treatment.

Days to heading	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	Total	$\bar{X}$
Changkwang (P <sub>1</sub> )	—	—	—	—	—	—	—	2	9	12	6	29	74.51
Yecora F70 (P <sub>2</sub> )	—	—	1	12	10	6	—	—	—	—	—	29	64.44
F <sub>1</sub>	—	—	—	5	8	16	4	—	—	—	—	33	66.15
F <sub>2</sub>	7	13	33	63	43	92	56	8	17	37	6	375	66.15
BC <sub>1</sub>	—	—	—	1	4	16	11	22	12	19	3	88	71.00
BC <sub>2</sub>	2	7	10	13	9	28	9	3	1	—	—	82	64.92

(3) 水系 169號×Yecora F70 組合

水系 169號×Yecora F70 組合에서 兩親, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, BC<sub>1</sub> 및 BC<sub>2</sub>의 頻度分布를 보면 圖 13에서와 같이 各集團은 不連續點을 보이지 않고 거의 正規曲線을 나타내었으므로 Mather의 統計 遺傳學의 方法을 利用하여 分散成分, 遺傳子數를 推定하여 表 15, 16에 各各 表示하였다.

表 16에서 보는 바와 같이 相加의 部分이 非相加의 部分보다 많았으나 最少遺傳子數는 0.1152로서 적었다.

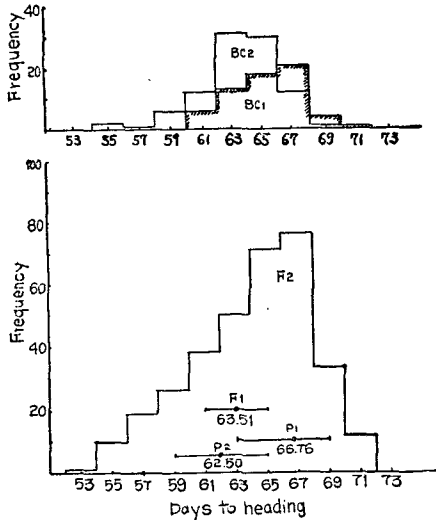


Fig. 13. Frequency distribution of parents, F<sub>1</sub>, BC<sub>1</sub>, BC<sub>2</sub> and F<sub>2</sub> plants for days to heading in the cross between Suke #169 (P<sub>1</sub>) and Yecora F70 (P<sub>2</sub>).

2) 圃場條件

圖14에서 보던 F<sub>1</sub>은 모든 組合에서 早熟이 晩熟에 對하여 優性이었으며 長光×Sturdy, 長光×Bezostaia, Sturdy×Bezostaia 組合에서는 F<sub>1</sub>이 早熟의 片親보다 若干 早熟쪽으로 기울어졌으나 이는 調査個數가 적은데 그 原因이 있는 듯하다.

Table 15. Scaling test using mean values and standard error of P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> and backcross progenies in the cross between Suke #169 and Yecora F70.

Population	Days to heading	Standard error
P <sub>1</sub>	66.763	±0.314
P <sub>2</sub>	62.500	±0.275
BC <sub>1</sub>	65.730	±0.327
BC <sub>2</sub>	63.010	±0.267
F <sub>1</sub>	63.519	±0.398
F <sub>2</sub>	64.592	±0.215
A	1.178	0.684
B	0.001	0.519
C	2.067	1.547

$$A = 2B_1 - \bar{P}_1 - F_1$$

$$B = 2B_2 - \bar{P}_2 - F_1$$

$$C = 4F_2 - 2F_1 - \bar{P}_1 - \bar{P}_2$$

Table 16. Estimates of variance components and minimum number of genes for days to heading.

Component	Observed value	
V <sub>F2</sub>	$\frac{1}{2}D + \frac{1}{4}H + E_1$	15.525
2V <sub>F2</sub>	$D + \frac{1}{2}H + 2E_1$	31.050
V <sub>B1</sub> + V <sub>B2</sub>	$\frac{1}{2}D + \frac{1}{2}H + 2E_1$	13.486
2V <sub>F2</sub> - (V <sub>B1</sub> + V <sub>B2</sub> )	$\frac{1}{2}D$	17.564
Non-heritable	E <sub>1</sub>	3.379
	D	35.128
	H	-21.662
	E <sub>1</sub>	3.379
Number of genes	$\frac{(\bar{P}_1 - \bar{P}_2)^2}{4D}$	0.1152

$$V_{E1} = \frac{1}{3}(V_{P1} + V_{P2} + V_{F1})$$

F<sub>2</sub> 分離에 있어서 長光×水系 169號, 水系 169號×Bezostaia 組合에서는 2頂曲線을 나타내고 있어 早熟과 晩熟의 分離를 보이고 있었으며 水系 169號×Yecora



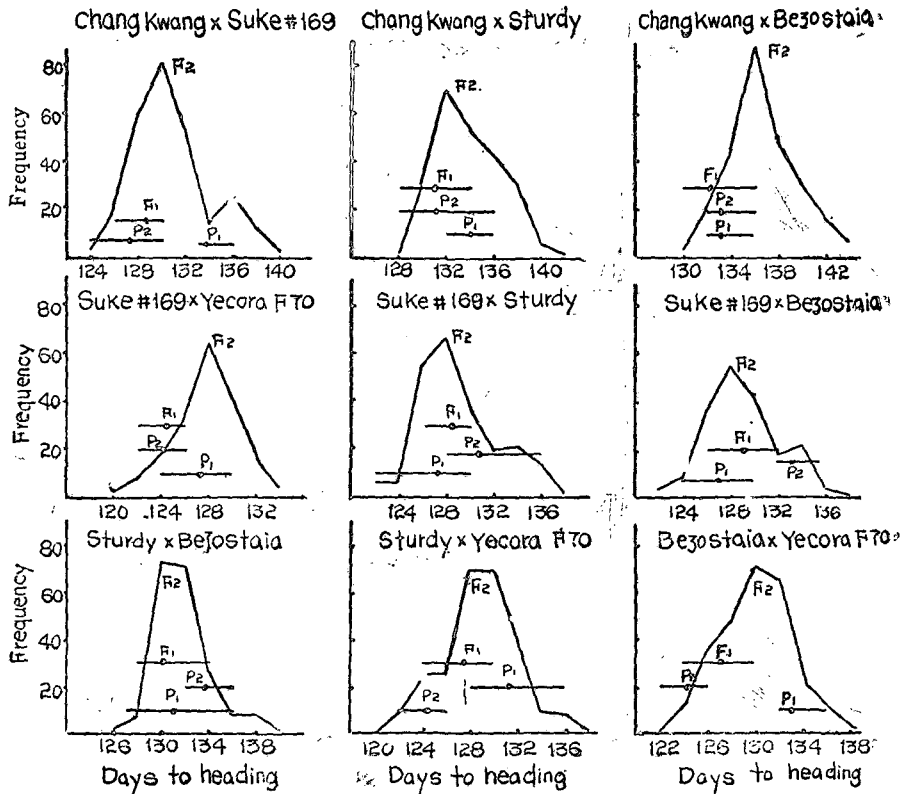


Fig. 14. Frequency distribution of parents,  $F_1$  and  $F_2$  for days to heading in the crosses between: five parental varieties. Mean values are expressed on the line as dot.

F70, Sturdy×Yecora F70, Bezostaia×Yecora F70 組合에서는 早熟個體가 많이 分離되었으나 2頂曲線은 形成되지 않았으며 長光×Bezostaia, 長光×Sturdy, 長光×水系 169號 組合等은 晩熟으로 超越分離를 하였다.

#### IV. 考 察

##### 1. 小麥品種의 日長 및 溫度條件에 對한 出穗反應

出穗期는 品種의 遺傳的性質이 環境 特히 日長과 溫度의 複合條件에 反應된 結果로서 決定되는 것이다. 日長과 溫度에 對한 出穗反應의 品種間 差異를 推定할려면 다른 條件을 日長이나 溫度條件만을 變更시켜서 그 影響을 調査해야 한다.

Bell<sup>6)</sup>, Cooper<sup>13)</sup>는 自然條件에서 每日의 日長과 溫度가 다르기 때문에 明確한 結果를 얻기 어렵다고 指摘

하였으므로 本實驗은 春播性 品種과 秋播性 品種 8 品種을 74 日間 完全히 春化處理하여 比較的 좋은 條件인 溫室內에서 日長과 溫度의 4 個處理를 하여 調査하였다..

主稈葉數: 主稈葉數는 出穗期나 止葉展開日數보다 어떤 日長 및 溫度條件下에서도 變動이 거의 없으며 單只 出葉速度에만 差異가 있었고, 春播性品種인 Yecora F70은 다른 秋播性品種보다 主稈葉數가 적으나 秋播性品種間에는 差異가 없었다. 高橋·安田<sup>10)</sup>는 大麥에서: 主稈葉數는 止葉展開日數보다 日長과 溫度의 影響을 적게 받고 品種間에는 差異가 있다고 하였으나 이는 春化處理를 하지 않았기 때문이며 Coffman<sup>11)</sup>은 小麥에 있어서 어떤 一定한 時期에 春化를 시킨 後에는 主稈葉數가 日長 및 溫度變化에 依해서 變動되지 않고 出葉速度에만 差異를 나타낸다고 하였으며 本實驗 結果와 잘 一致하였다.

日長差異에 의한 出穗反應의 品種間 差異: 日長差異에 의한 品種들의 出穗反應을 보면 出穗期와 止葉展開期는 같은 傾向을 나타냈으며 高溫條件下에서는 長日이 되면 出穗나 止葉展開가 빨라지며 品種間에 差異는 적으나, 短日이 되면 늦어지면서 品種間에 差異가 컸으며, 低溫條件에 있어서는 長日에서 多少 빨라지며 短日에서 늦어지고 品種間에 早晚의 順序가 달라진다.

日長反應의 品種間差異는 Garner·Allard<sup>24,25</sup>, Steinberg·Garner<sup>92</sup>의 大豆品種에 對한 研究를 비롯하여 많은 植物에서 알려져 있고, Doroshenko<sup>17</sup>, 榎本<sup>19</sup>도 品種間에 短日에 對한 反應差異를 指摘하였다. Allard<sup>25</sup>에 依하면 長日植物인 薄荷에 있어서 長日에서 모두 開花하나 品種에 따라서 開花가 抑制되는 限界日長을 달리 하며 어떤 品種은 中間的인 反應을 한다고 하였다.

長日條件에서는 出穗反應의 品種間差異가 적고, 短日에서 顯著한 差異가 나타난다고 하는 報告는 Cooper<sup>12</sup>가 *Lolium*에서, Doroshenko<sup>17</sup>, Cooper<sup>14</sup>, Riddle·Gries<sup>87,88</sup>가 春播性 또는 完全히 春化시킨 小麥에서, Wiggans·Frey<sup>109</sup>가 燕麥에서, 高橋·安田<sup>100</sup>가 大麥에서 同一한 結果를 認定하였다.

溫度差異에 의한 出穗反應의 品種間 差異: 溫度的 影響을 보면 一定한 溫度範圍에서 高溫은 出穗日數와 止葉展開日數가 빨라지고, 低溫에서는 늦어지며, 長日條件이나 短日條件에서나 溫度에 依한 品種間差異는 적었고, 品種間의 多少의 差異는 純粹 早晚性이 主로 關與되어 있는 것으로 思料된다.

長日條件에서는 小麥 葉의 生長, 分化나 出穗期의 早晚은 品種의 日長反應과는 關係가 없고, 溫度에만 主로 支配된다는 것은 Steinberg·Garner<sup>92</sup>가 大豆에서, 村岡等<sup>67</sup>이 담배에서, 高橋·安田<sup>100</sup>가 大麥에서 얻은 結果와 같았다.

日長과 溫度的 相互作用: 本實驗에서 高, 低溫과 長, 短日의 相異한 4個處理를 두어 調査하였던바 高溫長日에서는 出穗期와 止葉展開期의 品種間 差異가 적으며 日長反應의 影響이 없고 純粹早晚性에 依해서 그 差異가 나타났다.

低溫長日에서는 高溫長日에서보다 出穗期나 止葉展開期가 늦어나 品種의 早晚의 順序는 長日反應과 關係가 없으며 이와 反對로 短日條件에서 出穗期는 日長反應性의 支配를 많이 받아서 品種間에 差異가 컸다. 따라서 그 傾向은 高溫條件일 때 顯著하고, 低溫일 때는 弱하다. 이와 같이 短日의 效果가 高溫에서 크고 低溫에서 적은 것에 對하여는 高橋·安田<sup>100</sup>, Riddle·Gries<sup>87,88</sup>가 一定한 範圍內의 日長과 溫度條件에서 大小

麥의 實驗으로 明白히 하였다.

榎本<sup>19</sup>는 大小麥에서 柿崎·鈴木<sup>48,49</sup>는 小麥에서 品種이 日長뿐만 아니라 溫度에 對하여도 相異한 反應을 나타내어서 感溫, 感光性의 品種間 差異가 있다고 하였으며, 日長反應은 比較的 明確한 結果를 얻었으나, 溫度反應은 高溫短日에서와 低溫短日에의 差로서 表示하였는데 이는 短日에 依한 影響이 包含되어 있기 때문에 溫度反應이라고만 말하기는 어렵다.

日長과 溫度的 相互作用은 여러가지 植物에서 材料 및 方法에 따라 相異한 結果를 나타내고 있으며 Roberts·Struckmeyer<sup>89</sup>, 高橋·安田<sup>100</sup>, Coffman<sup>111</sup>, 管<sup>95,96</sup> 등은 大小麥以外 여러가지 植物에서 日長과 溫度的 4~6 處理로 栽培하여 止葉展開日數 및 花芽形成狀態를 比較하였던 바 日長은 어떤 溫度範圍에서는 止葉展開日數 및 花芽形成의 主要한 要因이나 그 溫度範圍外에서는 日長의 影響이 적다고 하였다. 例를 들면 村岡·時津·岡<sup>67</sup>는 담배에서 Knott<sup>54</sup>는 시금치에서 日長과 溫度的 最適條件이 있다고 하였고, Garner·Allard<sup>24,25</sup>는 熟期가 다른 大豆 4 品種을 周年播種하여 試驗한 結果에서 溫度는 특별히 開花期에 크게 影響을 미치나 溫度에 依해서 品種의 早晚順位가 變動하지 않고, 品種의 花芽分化 決定은 日長이라 하였으며 Steinberg·Garner<sup>92</sup>는 같은 材料로 溫度와 日長의 一定條件下에서 日長의 影響이 크다는 것을 再確認하였다. 以上の 實驗들과 本實驗에서는 高溫短日 및 低溫短日條件에서 品種의 短日에 對한 反應이 強하게 나타나므로 溫度的 影響이라고 할 수 없다는 結果는 잘 一致하며 榎本<sup>19</sup>가 實驗한 高溫短日과 低溫短日과의 差의 比率로서 溫度的 影響이라고는 말할 수 없는 것이다.

## 2. Diallel Cross F<sub>1</sub>에서의 日長 및 溫度反應性의 遺傳

日長感應性의 遺傳: 感光性에 對한 遺傳은 高溫長日條件과 高溫短日條件과의 差로서 解析할 수 있다. 前述한 바와 같이 長光 및 Parker가 日長感應이 다른 品種보다 크고, 高溫長日에서는  $W_r$ ,  $V_r$  graph의 中間에 位置하였던 것이 高溫短日에서는  $W_r$ ,  $V_r$  graph 回歸直線 後尾에 位置하였기 때문에 出穗期에 關與하는 感光性이 非感光性에 對하여 劣性으로 表現되었다고 볼 수 있으며 高溫條件에서 日長反應의 效果를 分析한 結果에서도 같은 傾向이었다.

有效遺傳子數의 推定은 高溫 短日處理에서  $k=1.3389$ 로 1보다 多少 크게 나타났다나 모든 交配親에서 優性 遺傳子가 劣性 遺傳子보다 많이 關與한 것을 槓案한다면 大體로 單因子에 依하여 支配된다고 볼 수 있

다.

이 결과는 Pugsley<sup>81,82,83</sup>가 春播 小麥品種 Triple Dirk 와 Thatcher 를 使用하여 感光性이 非感光性에 對하여 優性 單因子라고 한 結果와 Coffman<sup>121</sup>이 非感光性 品種 Sonora 64 와 感光性 品種 Sunset 를 交配하여 檢定한 結果와 一致한다. 이와 같은 點으로 보아 本實驗에 材料로 使用한 育成 3號, 水系 169號, Sturdy, Bezostaia, Blueboy, Yecora F70 은 長光, Parker 에 對하여 感光성에 關與하는 優性單因子를 가진 것으로 보였으며, 長光 및 Parker 는 다른 品種에 對하여 劣性으로 表現되었으나 두 品種의 感光性 程度가 다르기 때문에 이 두 品種이 同一 劣性遺傳子의 支配에 依하여 나타난 結果인지의 與否는 앞으로 正確한 檢討가 要望된다.

한편 低溫條件에서의 日長反應은 高溫條件에서의 日長反應과 같이 部分 優性으로 表現되었으나 高溫條件에서의 平均 優性程度  $-0.3918$ 보다 低溫條件에서의 平均 優性程度는  $-0.1224$ 로 낮고 高溫條件에서 遺傳因子數  $1.4896$ 에 對하여, 低溫條件에서의 遺傳因子數도  $0.4636$ 으로 낮게 表現되었다.

이는 低溫의 影響이 感光性 發現程度를 鈍化시키거나 抑制하는 作用으로 생각되며 Riddle·Gries<sup>87,88</sup>, 高橋·安田<sup>87,100</sup> 등의 結果와 一致한다.

溫度反應의 遺傳: 出穗期에 關與하는 溫度效果는 長日 및 短日條件에서의 高溫區와 低溫區의 出穗日數 差異로 나타낼 수가 있다.

優性的 程度는 어느 條件에서나 모두 部分優性으로 나타났으나 平均 優性程度는 長日條件下에서 高溫이  $-0.3152$ 로서 低溫  $-0.1570$ 보다 컸으며  $W, V, graph$ 에서도 Yecora F70의 優性程度가 高溫에서 컸다.

이 結果는 Yecora F70 및 그 系列  $F_1$ 들이 低溫에 依하여 다른 品種보다 出穗日數가 遲延되고, Sturdy 가 다른 品種보다 多少 빨랐기 때문에 低溫長日區에서 優性的 關與度가 뚜렷하지 못하게 表現된 것으로 推測된다. 따라서 이 두 品種은 其他品種과는 다른 感溫性 對立 遺傳子를 갖고 있다고 推定되었으며 이를 除外한 品種間에서는 非感溫性이 感溫性에 對하여 優性이었고, 品種別로는 水系 169號가 長光, 育成 3號, Bezostaia, Blueboy, Parker 에 對하여 劣性遺傳因子를 갖고 있다고 思料되었다. 그러나 短日條件下에서는 低溫인 境遇, 長光 및 Parker 의 短일에 依한 出穗遲延現象을 볼 수 없었으며, 品種間 優劣의 差도 뚜렷하지 않기 때문에 短日條件에서 溫度效果는 感光性的 影響이 컸다고 思料되었다.

以上の 結果로 보아 短日條件에서는 出穗日數의 品種

間差나 感溫性程度의 表現이 充分치 못한 것으로 思料된다.

純粹 早晚性的 遺傳: 高溫長日條件은 出穗의 制約要 因인 溫度 및 日長을 어느 程度 充足시킨 狀態이므로 이 때의 出穗日數의 差異는 高橋·安田<sup>89</sup>가 主張하는 純粹早晚性的 差異라고 할 수 있다.

$F_1$  및 Parent 變異로부터 算出한 優性程度 및 優性方向은 早熟이 晩熟에 對하여 部分優性으로 나타났으며 劣性因子의 關與度가 優性因子의 關與度 보다 크다는 結果를 얻었다.

이는 Crumpacker, Allard<sup>150</sup> 등이 Diallel cross 를 利用한 小麥에서의 出穗期 遺傳의 結果와 一致한다. 有効 遺傳因子數는  $0.9619$ 로 優性 單因子에 依한 反應으로 나타나 春播品種인 Yecora F70 과 秋播品種 사이에서는 純粹 早晚性에 遺傳的 差異가 있다고 思料되나 劣性因子의 關與度가 큰 것으로 보아 有効 遺傳因子數의 表現이 多少 過少 評價된 것으로 推測되었다. 純粹 早晚性에 對하여는 高橋·安田<sup>89</sup>가 春播×秋播大麥을 使用하여 有効 遺傳因子數를  $1.5026$ 으로 推定 發表하여 本實驗結果와는 多少의 差가 있으나 이는 供試材料의 純粹 早晚性 差가 큰 때문이라고 思料된다.

自然條件에서의 出穗日數의 遺傳: 自然條件에서 早熟이 晩熟에 對하여 部分優性으로 나타난 것은 溫室條件의 結果와 같았으며  $W, V, graph$ 에서 長光이 다른 品種보다 劣性으로 나타난 것은 短日感應이 多少 關與된 것으로 보여진다.

또한 Yecora F70 이 다른 品種보다 優性으로 나타났고 有効 因子數가  $1.5462$ 로 나타난 것으로 보아 圃場 出穗의 品種間 優劣關係를 認定할 수 있었다.

Johnson·Paul<sup>49</sup>이 大麥 5 組合를 가지고 實驗한 結果는 早熟이 晩熟에 對하여 優性이나 2~5의 微動遺傳子의 支配를 받는다고 發表하였고 Tompson<sup>101</sup>이 小麥 11 組合으로 實驗한 結果 4 種의 主動遺傳子의 支配에 따라 早熟과 晩熟이 決定된다는 報告와도 差異가 있었다.

그러나 Barbacki<sup>6</sup>, Ayad<sup>4</sup>, Griffee<sup>28</sup>, Johnson<sup>48</sup>, Mettin<sup>64</sup>, 趙<sup>10</sup>, Florell<sup>21</sup> 등은 圃場에서 出穗期에 關한 遺傳分析 結果 早熟이 晩熟에 對하여 優性 單因子에 依하여 支配된다는 報告를 하였다.

以上の 結果로 보아 圃場 出穗期의 有効因子數는 單因子라고 볼 수 없고, 2 個程度의 優性 主動遺傳子를 假想할 수 있으나 微動遺傳子의 作用도 있는 것으로 보여졌다.

### 3. $F_2$ 世代에서의 出穗期의 遺傳

高溫短日條件: 長光×水系 169號 組合에서는  $F_1$  이 水系 169號와 같은 出穗를 보여 完全 優性을 보였으며

$F_2$ 에 있어서는 早熟과 晩熟의 分離比가 3:1로 되고 Backcross 에서는 1:1로 分離되어 1雙의 對立遺傳子에 依하여 支配되고 있다는 結果를 얻었다.

이것은 高溫短日條件의 Diallel cross에 依하여 얻은 實驗結果와도 合致되어 長光이 短日에 感應하여 出穗를 遲延시키는 劣性單因子를 가지고 있다고 思料되었으며, 이는 前述한 Pugsley<sup>82,83</sup>와 Coffman<sup>11</sup>이 밝힌 短日 感應性(ee)이 短日鈍感性(EE)에 對하여 劣性單因子作用이라는 結果의 一致되었다. 따라서 長光은 短日 感應 劣性 遺傳子 ee를 水系 169號는 短日 鈍感 優性 遺傳子 EE를 各各 갖고 있다고 推定되었다.

따라서 長光은 短日에 感應하여 出穗를 遲延시키는 因子를 가지고 있으며 이는 短日에 比較的 鈍感한 水系 169號에 對하여 劣性因子로 假定할 수 있다.

長光과 Yecora F70 組合에서도  $F_2$  集團中 短日에 感應하는 個體가 多數 出現하였으나 1雙의 劣性 遺傳子를 想定한 3:1의 比率로는 分離되지 않았고, 早熟과 晩熟이 13:3의 比率로 分離되었다.

이러한 點은 高溫長日條件의 Diallel cross에서 밝힌 바와 같이 Yecora F70은 長光에 比하여 純粹 早晚性 面에서 早熟性因子를 가지고 있다고 한 結果를 考慮하고 또 純粹 早晚性에 對한 遺傳子 表記를 en, En (Earliness of narrow sense)라고 表示하면 長光과 Yecora F70 사이에는 感光性에 關與하는 因子 ee, EE와 純粹 早晚性에 關與하는 enen, EnEn의 2雙의 對立因子에 依하여 支配된다고 推定된다. 이 때 EE와 EnEn間에는 早熟方向으로 相加의 作用을 하고 또한 En과 en間에도 相加의 作用을 할 것이며 短日條件에서는 EE의 效果가 EnEn의 效果보다 크나 長日條件에서는 EE의 效果는 없고, EnEn의 效果만 發現되며 遺傳子 組成이 ee, Enen일 때는 En의 優性效果가 微弱하여 晩熟으로 表現되었다고 생각되었다.

水系 169號×Yecora F70 組合에서  $F_2$  및 Backcross 集團에서는 連續的 分離現象을 보여 Mather의 統計 遺傳的方法을 利用한 分散成分 및 遺傳子를 推定하여 相加의部分이 非相加의部分 보다 많으나 最少 遺傳子數는 0.1152로 적었다는 結果를 얻었다. 이는 Yecora F70과 水系 169號 兩品種間의 純粹 早晚性의 差가 長光과 Yecora F70 사이 보다 훨씬 적고 環境의 變異가 컸기 때문에 나타난 結果로 思料된다.

圃場條件: 長光×水系 169號 및 水系 169號×Bezostaia 組合에서는 2頂曲線이 形成되어서 分離比를 算出한 結果 1雙의 遺傳子를 假定한 3:1의 比에는 適中되지 않았고, 其他 모든 組合은 連續分離를 보였다.

이 結果는 安田·下山<sup>108</sup>, 高橋·安田<sup>99</sup> 등이 大小麥을 使用하여 圃場에서의  $F_2$  分離를 調査하였을 때 大部分

의 組合은 連續變異를 하고 一部 組合은 2頂曲線을 보인 結果와 같았다. 이는 Bell<sup>6</sup>이 말한 바와 같이 圃場의 日長 및 溫度가 出穗期 分離에 影響한 때문이라고 思料된다.

長光×Bezostaia 組合의  $F_2$  分離가 兩親보다 晩熟으로 超越分離를 한 點은 앞으로의 研究課題이며 Yecora F70의 片親組合에서 早熟個體가 多數 出現된 點은 早熟性 育種에 밝은 展望을 보여 주는 것이라 본다.

出穗期の 他形質과의 相關, 遺傳力 및 選拔: 出穗期와 主要形質과의 相關을 兩親과  $F_1$ 에서 調査한 結果 1穗粒數, 千粒重, 收量은 出穗期가 빠를수록 적어지는 傾向이나 穗數는 有意性은 認定되지 않으나 出穗期가 빠를수록 많아질 수 있는 可能性을 보여 주었으며, 桐山·小西<sup>52</sup>, 高橋·安田<sup>99</sup>도 이와 같은 結果를 報告하였다.

早熟 多收性의 結合을 爲하여는 많은 組合을 供試하여 出穗期에 對해 早熟化 能力이 큰 組合을 찾는 것이 所望스러운 일이다. 橋本·平野<sup>80</sup>도 小麥의  $F_3$ ,  $F_5$ 에서 穗數 增大를 가져 올 수 있는 早熟多收 組合으로 Prelude×中國 81號, 農林 35號×中國 81號를 選定하였고, 1穗粒數 및 千粒重이 높은 早熟種의 選拔도 可能하다고 하였다.

出穗期에 關與하는 遺傳子數는 比較的 적고  $F_1$ 에서 遺傳力이 0.51~0.72로 높은 傾向이며 特히 感光性에 對하여는 0.8645~0.7671로 높았다. 이러한 點으로 따져 보면 出穗期에 對한 初期世代의 選拔이 可能하리라 보여진다. 그러나 出穗期와 耐寒性, 收量等과의 關係를 考慮해 볼 때 初期世代에서의 強選拔은 不適當하다고 생각된다. 이 點에 關해서는 Fizuat·Atkins<sup>20</sup>, Frey<sup>22</sup>, Frey·Horner<sup>23</sup>, 桐山·小西<sup>52</sup>, 趙<sup>10</sup> 등이 大麥의 數個 交雜組合의  $F_2$ 에서 遺傳力이 높아 初期世代의 選拔이 可能하다 하였고, 岡等<sup>74</sup>은 당배에서, 孫<sup>94</sup>은 丹黍에서 같은 結果를 얻었으며, 高橋·安田<sup>99</sup>은 大麥에 있어서 數個組合의  $F_2$ 에서 日長反應, 純粹 早晚性, 圃場出穗期の 遺傳力이 높으나 早熟個體는 收량이 낮기 때문에 雜種初期世代에서 多數個體를 取扱해야 한다고 하였다.

早熟多收性 品種 育成에 있어서 秋播×秋播의 交雜보다는 秋播×春播가 有利하다고 생각되며 이를 爲해서는 耐寒性問題가 뒤따르게 된다. 稻村·野中<sup>42</sup>은 小麥 4個組合의  $F_2$ 와  $F_3$ 에서 出穗期の 遺傳力은 높으나 出穗期와 相關이 높은 稈의 伸長이 耐寒性과도 높은 相關이 있는데 初期世代에서는 稈伸長의 遺傳力이 多少 낮아서 強選拔은 不適當하다 하였으며 Dantuma<sup>16</sup>는 耐寒性이 강한 春播性 麥類品種의 育成이 可能하다는 것을 提示하였다.

本實驗에 있어서도 春播性인 Yecora F70과 交雜된 組

습은早熟個體의出現이 많았던 것으로도 가능성을提示한 것이라고 본다.

## V. 摘 要

小麥의早熟品種育成을爲하여는春播性品種의早熟因子를秋播性品種에導入하는것이重要한課題이므로春秋播性小麥品種의日長과溫度條件에다른出穗反應 및出穗期를支配하는生理的要因의究明과出穗期の遺傳에關한知見을얻고져本實驗을實施하였다.水原作物試驗場 田作圃場 및溫室에서1970년부터早熟品種 Yecora F70, 中熟品種 水系 169 號, 育成 3 號 晚熟品種 長光, Bezostaia, Sturdy, Blueboy 等 8 個品種을相互交配하여 1972 년부터 1973 년에溫室 및 硝子室을利用하여兩親과 Diallel cross  $F_1$  을高溫長日, 高溫短日, 低溫長日, 低溫短日の 4 處理條件 및 圃場條件에서, 3 組合의  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $BC_1$ ,  $BC_2$  및 兩親들은 高溫短日條件에서,  $F_1$ ,  $F_2$  9 組合 및 그 兩親은圃場에서各各栽培實驗하였다. 그結果를要約하면 다음과 같다.

1. 春化處理後의主稈葉數는日長 및溫度條件에關係없이一定하였으나主稈의出葉速度에만影響을주었으며春播性品種은秋播性品種보다主稈葉數가적었다.
2. 止葉展開日數의日長 및溫度反應은出穗速度에依하여決定되며日長과溫度에다른出葉速度의差異는下位葉보다上位葉에서 컸다.
3. 春化處理後의出穗期에對한生理的要因은日長反應과純粹早晚性이며, 出穗日數의品種間變異는高溫短日에서 가장 크고圃場條件에서 가장 적었으며 高溫長日, 低溫長日, 低溫短日是 비슷하였다.
4. 日長差異에依한出穗日數의品種間反應은長光, Parker 가 크고, Yecora F70, 水系 169 號等 其他品種들은比較的 적었으며, 長光, Parker 는短日에依하여出穗日數가크게遲延되는感光性品種이었다.
5. 日長反應은溫도의影響을크게받고出穗日數의品種間差異는低溫일 때보다 高溫일 때 顯著히 나타났다.
6. 溫度差異에依한出穗日數의品種間反應은 비슷하였으며, 어떠한品種이라도 高溫에依하여出穗가促進되고 低溫에依해서遲延되었다.
7. 出穗日數에對한遺傳은日長 및溫度條件이變하여도早熟은晚熟에對하여部分優性이었으며, 優性の程度는短日에서 크고長日에서 적었다.
8. 高溫長日條件에서出穗日數의品種間差異는純粹早晚性的差異라고 할 수 있으며, 春播性品種인 Yecora F70 은秋播性品種에對하여優性程度가 컸고

秋播性品種間에는優性程度가 없거나 적었다. 이때의有效優性遺傳子數는1雙의對立遺傳子에依해서支配되나多少의微動遺傳子가關與되었다.

9. 出穗日數에關與하는非感光性은感光性에對하여優性單因子差에依하여支配되었고低溫條件에서는短日感應性的發現程度가鈍化 또는抑制되었다.
10. 純粹早晚性和短日感應性은모두早熟이晚熟에對하여部分優性으로表現되었다.
11. 出穗期에關與하는感溫性的品種間反應은對立遺傳子 및 非對立遺傳子の支配를받으며같은對立遺傳子를 가진品種群에서는非感溫性이感溫性에對하여優性으로表現되나日長 및純粹早晚性보다는그程度가微微하다.
12. 長光과 水系 169 號 사이에는感光性에關與하는1雙의對立因子 ee 와 EE 에依하여早晚이決定되었고, 長光과 Yecora F70 사이에는 ee, enen 과 EE, EnEn 의 2 雙의對立因子에依하여支配된다고推定되었다. 이때 EE 와 EnEn 은早熟方向에相加的으로作用하여短日條件下에서는 EE 의效果가 EnEn 의效果보다 크다. 長日條件下에서는 EE 의效果는 나타나지 않고, EnEn 效果만發現된다. En 과 en 사이에優劣關係는 E 와 e 사이 보다 적고相加的的作用을하고 있다고 본다.
13. 本實驗의圃場條件에서는2個程度의優性主動遺傳子를假定할 수 있으나生育初期의低溫短日과生育後期の高溫長日의影響으로2個의優性遺傳子表現이不確實하며  $F_2$  分離에 있어서는日長 및溫도의影響과微動遺傳子の影響으로連續變異를하였다.
14. 出穗日數의遺傳力은 0.51~0.72 로서 어느條件에서나 높은傾向으로初期世代的選抜效果가 큰 것으로認定되었으며, 環境에依하여多少의差異가있어長日보다는短日에서遺傳力이 컸고, 低溫보다는 高溫에서 큰傾向이었다. 또한感光性的遺傳力은 0.86~0.76 으로 컸으나溫度效果의遺傳力은 적었다.
15. 出穗期가 빨라지므로써1穗粒數, 千粒重, 收量이 낮아지는相關關係를보여早熟多收性品種選抜이 어렵다는結果를보였으나穗數와는負의相關(有意性은 없음)을보여早熟品種으로서穗數型品種을選抜하면收量を 올릴 수 있는苦干的 가능성도 보였다.

## 引 用 文 獻

1. AKSEL, S., and L.P.V. JOHNSON. 1961. Genetic studies on sowing-to-heading and heading-to-ripen-

- ing periods in barley and their relation to yield and yield components. *Can. J. Gen. Cytol.* 3:242-259.
2. ALLARD, H.A. 1941. Further studies of the photoperiodic behavior of some mints (*Labiatae*). *J. Agr. Res.* 63:35-64.
  3. AUSEMUS, R.E., F.H. McNEAL, and J.W. SCHMIDT. 1967. Genetics and inheritance in wheat and wheat improvement (K.S. Quisenberry, ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
  4. AYAD, M. A.G. 1952. Inheritance studies of some qualitative characters in Egyptian varieties of wheat. *Proc. Egypt. Acad. Sci.* 8:26-38.
  5. BAL, B.S., C.A. SUNESON., and R.T. RAMAGE. 1959. Genetic shift during 30 generation of natural selection in barley. *Agr. J.* 51:555-557.
  6. BARBACKI, S. 1930. Studies on barley. Variability and inheritance of some physiological characters. The importance of breeding characters. *Parm. Panst. Inst. Nauk. Gosp. Wie. W. Pul.* 11:579-610.
  7. BELEHRADEK, J. 1926. Influence of temperature on biological processes. *Nature* 118(2960):117-118.
  8. BELL, G.D.H. 1939. A study on the date of ear emergence in barley. *J. Agr. Sci.* 29:175-228.
  9. BRYAN, W.E., and E.H. PRESLEY. 1921. Inheritance of earliness in wheat. *Ariz. Agr. Exp. Sta. Ann. Rep.* 32:603-605.
  10. 趙載英. 1972. 大麥の早熟性遺傳에 關한 基礎的研究(未發表).
  11. COFFMAN, W.R. 1971. Daylength insensitivity in wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell) with special reference to winter wheats (Unpublished).
  12. COOPER, J.P. 1952. Studies on growth and development in *Lolium*. III. Influence of season and latitude on ear emergence. *J. Ecology* 40:352-379.
  13. COOPER, J.P. 1954. Studies on growth and development in *Lolium*. IV. Genetic control of heading responses in local population. *J. Ecology* 42:521-556.
  14. COOPER, J.P. 1956. Developmental analysis of populations in the cereals and herbage grasses. I. Methods and techniques. *J. Agr. Sci.* 47:262-279.
  15. CRUMPACKER, D.W., and R.W. ALLARD. 1962. A diallel cross analysis of heading date in wheat. *Hilgardia*. 32(6):275-318.
  16. DANTUMA, G. 1958. Breeding wheat and barley for winter hardiness. *Euphytica* 7:189-195.
  17. DOROSHENKO, A. 1927. Photoperiodism of some cultivated forms in connection with their origin. (Russian with English summary). *Bull. Appl. Bot. Gen. and Plant-Breed.* 17(1):167-220.
  18. ENNUS, A.M. 1964. Inheritance of earliness in barley. *Euphytica* 13:46-56.
  19. 榎本中衛. 1929. 麥類における春播型と秋播型の生理的差異に關する研究. *農試彙報* 1(2):107-136.
  20. FIZUAT, Y., and R.E. ATKINS. 1953. Genetic and environmental variability in segregation barley populations. *Agr. J.* 45:414-420.
  21. FLORELL, V.H. 1924. Studies on the inheritance of earliness in wheat. *J. Agr. Res.* 29:333-347.
  22. FREY, K.J. 1954. Inheritance and heritability of heading date in barley. *Agr. J.* 46:226-228.
  23. FREY, K.J., and T. HORNER. 1955. Comparison of actual and predicted gains in barley selection experiments. *Agr. J.* 47:186-188.
  24. GARNER, W.W., and H.A. ALLARD. 1920. Effect of the relative length of day and night and factors of the environment on growth and reproduction in plants. *J. Agr. Res.* 18:553-606.
  25. GARNER, W.W. and H.A. ALLARD. 1923. Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night. *J. Agr. Res.* 23:871-919.
  26. GARNER, W.W., and H.A. ALLARD. 1930. Photoperiodic response of soybeans in relation to temperature and other environmental factors. *J. Agr. Res.* 41:719-735.
  27. GFELLER, F. 1937. Inheritance of earliness of heading and other characters in Garnett x Red Fife crosses. *Sci. Agr.* 17:482-491.
  28. GRIFFEE, F. 1925. Correlated inheritance of botanical characters in barley and manner of relation to *Helminthosporium sativum*. *J. Agr. Res.* 30:915-935.
  29. GRIFFING, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Aust. J. Biol. Sci.* 9:463-493.
  30. HALLORAN, G.M., and C.W. BOYDELL. 1967. Wheat chromosomes with genes for vernalization response. *Can. J. Gen. and Cyt.* 9:632-639.

31. HALLORAN, G.M., and C.W. BOYDELL. 1967. Wheat chromosomes with genes for photoperiodic response. *Can. J. Gen. and Cyt.* 9(2):394-498.
32. HARLAN, H.V., and M.L. MARTINI. 1929. Earliness in  $F_1$  barley hybrids. *J. Hered.* 20:557-560.
33. 橋本 隆, 平野壽助. 1963. 小麥の早熟性育種における雑交親選抜について. 第3報  $F_3$  以後における早熟組合せの選抜と早熟性の解析. 中國農試報告 A9: 31-61.
34. HAYMAN, B.I. 1954a. The analysis of variance of diallel crosses. *Biometrics* 10:235-244.
35. HAYMAN, B.I. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39:789-809.
36. HAYMAN, B.I. 1957. Interaction, heterosis and diallel crosses. *Genetics* 42:336-355.
37. HAYMAN, B.I. 1958a. The theory and analysis of diallel crosses II. *Genetics* 43:63-85.
38. HAYMAN, B.I. 1958b. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. *Heredity* 12:371-390.
39. HAYMAN, B.I. 1960. The theory and analysis of diallel crosses III. *Genetics* 45:155-172.
40. 許文會. 1968. 水稻遠緣品種間雜種에 있어서의 生育日數斗 不稔에 關한 研究. 韓國作物學會誌 4:31-71.
41. 平野壽助, 管 洋. 1963. 大麥の出穂生理 IV. 秋播性大麥における幼苗期の低温及び短日感應. 育種 13(1): 41-47.
42. 稻村 宏, 野中舞二. 1958. 小麥の莖立ち, 出穂始, 穗重の遺傳力ならびに組合せ選抜について. 農事試験場研究報告 11:29-35.
43. JINKS, J.L. 1954. The analysis of continuous variations in a diallel cross of *Nicotiana rustica*. *Genetics* 39:767-788.
44. JINKS, J.L. 1955. A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses. *Heredity* 9:233-238.
45. JOHNSON, L.P.V., and G.I. PAUL. 1958. Inheritance of earliness in barley. *Can. J. Pl. Sci.* 38:219-233.
46. JOHNSON, L.P.V., and R. AKSEL. 1954. The inheritance of malting quality and agronomic characters in diallel cross of barley. *Can. J. Gen. Cytol.* 6:178-200.
47. JOHNSTON, W.H., and O.S. AAMODT. 1935. The breeding of disease-resistant smooth awned varieties of barley. *Can. J. Res.* 13(C):315-388.
48. 柿崎洋一, 鈴木眞三郎. 1937. 小麥こおける出穂の生理に關する研究. 農事試験場彙報 3(1):41-92.
49. 柿崎洋一, 鈴木眞三郎. 1944. 小麥品種の感温性程度の差異の機構. 育種研究 2:35-40.
50. KEMPTHORNE, C. 1956. The theory of diallel crosses. *Genetics* 41:451-459.
51. KIRBY, E. J.M. 1969. The effects of day length upon the development and growth of wheat, barley and oats (Review article). *Field Crop Abs.* 22:1-7.
52. 桐山 毅, 小西猛郎. 1958. 大麥の選抜効果に關する研究. 植物の集團育種法研究: 181-189.
53. 桐山 毅. 1959. 麥類の世代促進方法について. 育種學最近の進歩 1集: 29-32.
54. KNOTT, J.E. 1939. The effect of temperature on the photoperiodic response of spinach. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Memoirs* 218:38.
55. KONISHI, T., and H. SUGISHIMA. 1964. The nature of regional difference of barley varieties responsible for heading time. *Kyushu Agr. Expt. Sta. Bull.* 10:1-10.
56. KUSPIRA, J., and J. UNRAU. 1957. Genetic analysis of certain characters in common wheat using whole chromosome substitution lines. *Can. J. Plant Sci.* 37:300-326.
57. LEE, H.S. 1971. Studies on the germinability of rice seeds. 7. Inheritance of seed germinability at low-temperature and its relation to early seedling growth. *Seoul Uni. Faculty Pap.* 1(E):119-132.
58. LYSENKO, T.D. 1932. On the control of the length of the vegetative period in agricultural plants. *Bul. Jarov. No.* 1:5-13.
59. MATHER, K. 1949. *Biometrical genetics.* Methuen, London.
60. MARTINIC, Z. 1970. Vernalization and photoperiodism of common wheat as related to the general and specific adaptability of varieties. A Paper Presented to the UNESCO Symposium on Plant Response to Climatic Factors Held at Uppsala, Sweden, December. 15-20.
61. MATZINGER, D.G., and O. KEMPTHORNE. 1956. The modified diallel table with partial inbreeding and environment. *Genetics* 41:822-833.
62. MATZINGER, D.G., G.F. SPRAGUE, and C.C. COCKERHAM. 1959. Diallel cross of maize in

- experiments repeated over locations and years. Agr. J. 51:346-350.
63. McKINNEY, H.H., and W.J. SANDO. 1973. Earliness and seasonal growth habit in wheat as influenced by temperature and photoperiodism. J. Hered. 24:169-179.
64. METTIN, D. 1961. Mutationsversuche an Kulturpflanzen. XII. Ueber das genetische Verhalten von früheifen Gerstenmutanten. Züchter 31:83-89.
65. MUKADE, K., M. KAMIO, and K. HOSODA. 1970. Studies on the generation shortening technique in wheat breeding for rust resistance (Unpublished).
66. 村岡洋三, 時津忠臣, 大堀和信. 1953. たばこの温度及び日長の複合条件下に於ける發育過程の品種間差異. 育種 2:133-141.
67. 村岡洋三, 時津忠臣, 岡克. 1957. 本邦たばこ品種の花芽分化及び開花に及ぼす温度の影響. 育種 7:31-38.
68. 永野義治, 橋本 隆. 1953. 小麦の早熟性育種における雑交親の選擇について. 第1報  $F_1$ 及び $F_2$ 世代における早熟雑交組合の選抜. 中國農業研究 5:1-3.
69. 永野義治, 橋本 隆. 1953. 小麦の早熟性育種における雑交親の選擇について. 第2報 雑交親の早熟性に関する特性分析. 中國農業研究 5:3-5
70. NEATBY, K.W. 1929. An analysis of the inheritance of quantitative characters and linkage in barley. Sci. Agr. 9:701-718.
1. NIEHAUS, M.H., and R.C. PICKETT. 1966. Heterosis and combining ability in a diallel cross in *Sorghum vulgare* Pers. Crop Sci. 6:33-36.
72. NILAN, R.A. 1964. The cytology and genetics of barley 1951-1962. Monograph. Suppl. No. 3 Washing. Sta. Univ. 32(1):278.
73. 岡彦一. 1954. 稻品種の感光性感温性及び生育日数の品種間變異. 栽培稻の系統發生的分化(第3報). 育種 4(2):92-100.
74. 岡克, 時津忠臣, 村岡洋三. 1955. たばこの品種間交配における2,3形質の遺傳. 育種 5(2):55-56.
75. 岡克, 村岡洋三. 1957. タバコ品種における短日性の遺傳. I. キサンチとブライト・エローの交雜について. 育種 7(1):12-16.
76. 岡克. 1959. 黄色種タバコ品種における量的形質の二面交雜による遺傳分析. 育種 9(2-3): 87-92.
77. ORMORD, D.P. 1962. Photoperiodic sensitivity of head differentiation, culm elongation, and heading in some spring wheat and spring barley varieties. Can. J. Plant Sci. 43:323-329.
78. 朴鍾汶. 1966. 纖維用洋麻의 育種에 關한 研究. 農事試驗研究報告 9:103-126.
79. PINTHUS, M.J. 1963. Inheritance of heading date in some spring wheat varieties. Crop Sci. 3:301-304.
80. POWERS, L.R., L. LOCKE, and J. GARRET. 1950. Partitioning method of genetic analysis applied to quantitative characters of tomato crosses. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. No. 998.
81. PUGSLEY, A.T. 1965. Inheritance of a correlated day-length response in spring wheat. Nature 207-208.
82. PUGSLEY, A.T. 1966. The photoperiodic sensitivity of some spring wheats with special reference to the variety Thatcher. Aust. J. Agr. Res. 17:591-599.
83. PUGSLEY, A.T. 1968. Genetic studies of phasic development and their application to wheat breeding. Proc. Third Int. Wheat Genet. Sym. : 55-60.
84. PUGSLEY, A.T. 1971. A genetic analysis of the spring winter habit of growth in wheat. Aust. J. Agric. Res. 22:21-31.
85. RAMAGE, R.T., and C.A. SUNESON. 1958. A gene marker for the G chromosome of barley. Agr. J. 50:114.
86. 李正行. 1962. 참깨 育種에 關한 基礎的 研究. 農事試驗研究報告 5: 1-26.
87. RIDDLE, J.A., and George A. GRIES. 1958. Development of spring wheat. I. The effect of photoperiod. Agr. J. 50:735-738.
88. RIDDLE, J.A., and George A. GRIES. 1958. Development of spring wheat. II. The effect of temperature on responses to photoperiod. Agr. J. 50:739-742.
89. ROBERTS, R.H., and B.E. STRUCKMEYER. 1939. Further studies of the effects of temperature and other environmental factors upon the photoperiodic response of plants. J. Agr. Res. 56:699-709.
90. SCHOLZ, F. 1957. Mutationsversuche an Kulturpflanzen. VII. Untersuchungen über den züchterischen Wert röntgeninduzierter Mutanter verschiedener Merkmalsgruppen bei Sommer- und Wintergerste. Zeit. Pflanzenzucht 38:225-274.



91. SMITH, L. 1951. Cytology and genetics of barley. Bot. Rev. 17(1, 3, 5).
92. STEINBERG, R.A., and W.W. GARNER. 1936. Response of certain plants to length of day and temperature under controlled conditions. J. Agr. Res. 52: 943-960.
93. STEPHENS, F.E. 1927. Inheritance of earliness in certain varieties of spring wheat. J. Amer. Soc. Agr. 19:1060-1090.
94. 孫世鎬. 1971. 단닝宁品種의 生態變異 및 有用形質의 遺傳에 關한 研究. 作物學會誌 10:1-43.
95. 管洋. 1961. 大麥の出穂生理 I. 春化後の日長反應特にその大小と溫度との關係. 育雜 11(3): 163-168.
96. 管洋. 1961. 大麥の出穂生理 II. 異なる溫度, 日長で前處理した場合の出穂反應. 育雜 11(1):10-18.
97. TAKAHASHI, R., and S. YASUDA. 1956. Genetic studies of time of heading in barley. Proc. Intern. Gen. Symp. : 489-501.
98. TAKAHASHI, R., and S. YASUDA. 1956. Genetic studies of spring and winter habit of growth in barley. Ber. Ohara Inst. landw. Biol. 10:245-308.
99. 高橋隆平, 安田昭三. 1958. 大麥における出穂期の遺傳機構と選抜の問題. 植物の集團育種法研究: 44-64.
100. 高橋隆平, 安田昭三. 1960. 麥類の出穂生理とその遺傳 第5報 大麥品種の光週性と溫度との關係. 農學研究 47(4):213-228.
101. TOMPSON, W.P. 1921. Earliness in wheat and its inheritance. Sci. Agr. 1:193-199.
102. 和田榮太郎, 秋濱浩三. 1935. 播種期の早晚に依る小麥品種の生態的特性の變異. 農及園 10(2).
103. WANSER, H.H. 1922. Photoperiodism of wheat: a determining factor in acclimatization. Science 56 :313-315.
104. WELSH, J.R., D.L. KEIN, B. PIRASTEH, and R.D. RICHARDS. 1973. Genetic control of photoperiod response in wheat. Agr. Colo. Sta. Univ.:1-6.
105. WEXELSEN, H. 1934. Quantitative inheritance and linkage in barley. Heredity 18:307-348.
106. WIGGANS, S.C., and K.J. FREY. 1955. The effect of increased day length on the production of green house grown oats. Agr. J. 47:387.
107. 山本健吾. 1949. 大麥の穗發芽に關する研究. 農學研究彙報 (1).
108. 安田昭三, 下山博. 1964. 麥類の出穂生理とその遺傳 第6報 大麥の戶外秋播出穂期に關與する遺傳子の檢出. 農學研究 50(4):167-186.

## SUMMARY

Introducing genes for earliness of wheat varieties is important to develop early varieties in winter wheat. In order to obtain basic informations on the response of heading to the different daylength and temperature treatments and on the inheritance of heading dates, experiments were conducted at the field and greenhouse of the Crop Experiment Station, Suwon. Varieties used in this experiments were, early variety Yecora F70, medium varieties Suke #169, Parker and Yukseung #3, and late varieties Changkwang, Bezostai, Sturdy and Blueboy

The parents and  $F_1$ s of partial diallel crosses of above eight varieties were subjected the following four different treatments; 1. high temperature and long day, 2. high temperature and short day, 3. low temperature and long day, and 4. low temperature and short day. The same materials were grown also in field condition. Parents,  $F_1$  and  $F_2$  generation were grown also in both greenhouse under high temperature and short day and in field.

The results obtained were summarized as follow:

1. No effects of temperature and daylength on the number of leaves on the main stem were found when varieties were vernalized. The number of main stem leaves were fewer for spring type of varieties than for winter type of varieties.

2. The effects of temperature and daylength on the days to flag leaf opening were dependent on the speed of leaf emergence. The speed of leaf emergence were faster for lower leaves than for upper leaves.

3. The response to short day and long day (earliness of narrow sense) of varieties were found to be direct factor responsible to physiology of heading dates in vernalized varieties. Great difference of varieties to heading date was found in high temperature and short day treatment, but less differences were found in high temperature and long day, low temperature and long day and low temperature and short day treatments, respectively. The least varietal difference for heading dates was found in the field condition.

4. Changkwang and Parker were found to be the most sensitive to short day treatment (photosensitive) and the heading of these varieties were delayed by short day treatment. No great varietal differences were found among other varieties.

5. Varietal differences of heading dates due to daylength were greater in high temperature than in low temperature.

6. Varietal differences of heading dates due to temperature were not great, but in general the heading dates of varieties were faster under high temperature than under low temperature.

7. Earliness of heading dates was due to partial dominance effect of genes involved in any condition. The degree of dominance was greater under short day than under long day treatment.

8. The varietal differences of heading date under high temperature and long day were due to earliness of narrow sense (response to long day) of varieties. The degree of dominance was greater for Yecora F70, spring type than for other winter type of varieties. No differences or less differences of degree of dominance was found among winter type of varieties. The estimated number of effective factor concerned in the earliness of narrow sense was one pair of allele with minor genes.

9. The insensitivity of varieties to short day treatment in heading dates was due to single dominant gene effect. Under the low temperature the sensitivity of varieties to short day treatment was less apparent.

10. The earliness of short day and long day (earliness of narrow sense) sensitivities of varieties appeared to be due to partial dominance of earliness over lateness. In strict sense, the degree of the dominance should be distinguished.

11. Dominant gene effects were found for the thermo-sensitivity of varieties, and the effect was less significant than the earliness in narrow sense.

12. One pair of allele, ee and EE, for photosensitivity was responsible for the difference in the heading date between Changkwang and Suke #169. Two pairs of alleles, ee, enen and EE, EnEn, appeared to be responsible for the difference between Changkwang and Yecora F70. The effects of EE and EnEn were additive to the earliness and the effects of EE were greater than EnEn under short day. However, the effects of EE were not evident in long day but the effects of EnEn were observed in long day.

13. Two pairs of dominant alleles for the earliness were estimated from the analysis of  $F_1$  diallels in the field but the effects of these alleles in  $F_2$  were not apparent due to low temperature and short day treatment in early part of growth and high temperature and long day treatment in later part of growth. The  $F_2$  population shows continuous variation due to environmental effects and due to other minor gene effects.

14. The heritabilities for heading dates were ranged from 0.51 to 0.72, indicating that the selection in early generation might be effective. The extent of heritability for heading dates varied with environments; higher magnitude of heritability was obtained in short day treatment and high temperature compared with long day and low temperature treatments. The heritabilities of heading date due to response to short day were 0.86 in high temperature and 0.76 in low temperature. The heritabilities of heading date due to temperature were not significantly high.

15. The correlation coefficients of heading dates to the number of grains per spike, weight of 1,000 grains and grain yield were positive and high, indicating the difficulties of selections of high yielding lines from early population. But no significant correlation coefficient was obtained between the earliness and the number of spikes, indicating the effective selection for high tillering from early varieties for high yielding.

Appendix 1. Days to heading of parents and diallel cross F<sub>1</sub> under high temperature and long day treatment.

Parent	1	2	3	4	5	6	7	8
Block 1								
1. Changkwang	44.5	42.0	40.5	40.3	44.6	43.2	35.6	42.6
2. Yukseung #3		43.2	40.8	40.8	43.0	45.2	35.8	40.4
3. Suke #169			39.2	39.2	43.0	40.6	33.0	38.2
4. Sturdy				40.0	44.6	41.8	34.2	40.2
5. Bezostaia					50.4	47.5	36.0	45.4
6. Blueboy						44.4	34.6	43.0
7. Yecora F70							32.4	35.0
8. Parker								42.3
Block 2								
1. Changkwang	43.5	40.8	40.5	42.8	46.3	45.3	35.0	42.6
2. Yukseung #3		42.0	39.0	40.6	46.2	44.4	33.6	40.0
3. Suke #169			39.3	38.4	44.8	42.6	33.4	39.4
4. Sturdy				40.6	45.2	44.4	35.0	41.4
5. Bezostaia					50.2	46.0	38.4	44.6
6. Blueboy						46.3	34.2	45.0
7. Yecora F70							32.5	34.4
8. Parker								42.3
Average								
1. Changkwang	44.0	41.4	40.5	41.6	45.5	44.3	35.3	42.6
2. Yukseung #3		42.6	39.9	40.7	44.6	44.8	34.7	40.2
3. Suke #169			39.3	38.8	43.9	41.6	33.2	38.8
4. Sturdy				40.3	44.9	43.1	34.6	40.8
5. Bezostaia					50.3	46.8	37.2	45.0
6. Blueboy						45.4	34.4	44.0
7. Yecora F70							32.5	34.7
8. Parker								42.3

Appendix 2. Days to heading of parents and diallel cross F<sub>1</sub> under high temperature and short day treatment.

Parent	1	2	3	4	5	6	7	8
Block 1								
1. Changkwang	89.0	66.8	62.8	67.8	66.4	71.6	60.8	80.8
2. Yukseung #3		65.8	59.0	63.2	64.6	67.7	55.0	63.8
3. Suke #169			61.7	60.5	61.0	64.5	51.0	61.3
4. Sturdy				65.6	65.8	68.3	54.8	66.0
5. Bezostaia					69.0	68.6	56.6	72.8
6. Blueboy						70.3	59.2	69.6
7. Yecora F70							51.6	60.2
8. Parker								73.4
Block 2								
1. Changkwang	89.0	67.3	64.3	68.4	66.4	71.8	61.2	80.7
2. Yukseung #3		65.8	58.8	62.8	65.5	67.5	55.3	65.0

3. Suke #169			621.	601.	61.8	63.0	53.0	61.6
4. Sturdy				64.0	65.5	67.3	55.0	63.2
5. Bezostaia					70.0	69.5	56.5	73.8
6. Blueboy						68.5	59.2	72.8
7. Yecora F70							52.3	57.5
8. Parker								82.0
Average								
1. Changkwang	89.0	67.1	63.6	68.1	66.4	71.7	61.0	80.8
2. Yukseung #3		65.8	58.9	63.0	65.1	67.6	55.2	64.4
3. Suke #169			61.5	60.8	61.4	63.8	52.0	61.5
4. Sturdy				64.8	65.7	67.8	54.9	64.6
5. Bezostaia					69.5	69.1	56.6	73.3
6. Blueboy						69.4	59.2	71.2
7. Yecora F70							52.0	58.9
8. Parker								77.7

Appendix 3. Days to heading of parents and diallel cross F<sub>1</sub> under low temperature and long day treatment.

Parent	1	2	3	4	5	6	7	8
Block 1								
1. Changkwang	69.2	69.0	66.8	72.6	71.6	72.8	66.6	70.2
2. Yukseung #3		72.0	66.8	71.8	70.2	73.6	63.2	68.8
3. Suke #169			71.0	66.8	70.0	72.2	60.8	66.4
4. Sturdy				74.2	75.0	73.4	66.0	71.6
5. Bezostaia					77.4	76.0	64.4	71.8
6. Blueboy						74.2	66.0	73.6
7. Yecora F70							60.8	61.0
8. Parker								69.8
Block 2								
1. Changkwang	68.2	67.0	66.0	71.0	70.8	73.5	64.8	68.4
2. Yukseung #3		70.4	66.4	69.4	71.8	73.6	64.4	68.0
3. Suke #169			70.0	67.6	69.8	70.8	61.4	67.4
4. Sturdy				69.8	72.8	72.5	64.2	72.8
5. Bezostaia					78.0	75.2	63.0	71.3
6. Blueboy						75.6	65.2	70.3
7. Yecora F70							59.4	63.0
8. Parker								68.3
Average								
1. Changkwang	63.7	68.0	66.4	71.8	71.2	73.2	65.7	69.3
2. Yukseung #3		71.2	66.6	70.6	71.0	73.6	63.8	68.4
3. Suke #169			70.5	67.2	69.9	71.5	61.1	66.9
4. Sturdy				72.0	73.9	73.0	65.1	72.2
5. Bezostaia					77.7	75.6	63.7	71.6
6. Blueboy						74.9	65.6	72.0
7. Yecora F70							60.1	62.0
8. Parker								69.1

Appendix 4. Days to heading of parents and diallel cross F<sub>1</sub> under low temperature and short day treatment.

Parent	1	2	3	4	5	6	7	8
Block 1								
1. Changkwang	100.0	90.8	89.5	91.6	96.6	95.0	87.8	99.3
2. Yukseung #3		93.6	85.2	89.2	91.0	94.0	83.4	91.2
3. Suke #169			85.5	87.8	89.3	90.5	82.0	88.5
4. Sturdy				90.5	93.0	92.8	83.2	95.0
5. Bezostaia					98.0	96.6	83.8	94.6
6. Blueboy						94.8	85.0	93.5
7. Yecora F70							79.6	82.2
8. Parker								90.0
Block 2								
1. Changkwang	99.8	91.8	87.8	89.6	94.4	95.4	88.6	94.0
2. Yukseung #3		94.2	87.8	90.4	92.6	94.3	83.2	94.0
3. Suke #169			88.0	88.2	89.0	91.0	77.8	87.8
4. Sturdy				92.3	92.2	94.3	86.4	92.8
5. Bezostaia					97.3	98.3	82.8	94.2
6. Blueboy						94.6	85.5	91.8
7. Yecora F70							79.8	82.7
8. Parker								97.3
Average								
1. Changkwang	99.9	91.3	88.7	90.6	95.5	95.2	88.2	96.7
2. Yukseung #3		93.9	86.5	89.8	91.8	94.2	83.3	92.6
3. Suke #169			86.8	88.0	89.2	90.8	79.9	88.2
4. Sturdy				91.4	92.6	93.6	84.8	93.9
5. Bezostaia					97.7	97.5	83.3	94.4
6. Blueboy						94.7	85.3	92.7
7. Yecora F70							79.7	82.5
8. Parker								93.7

Appendix 5. Days to heading of parents and diallel cross F<sub>1</sub> under field condition.

Parent	1	2	3	4	5	6	7	8
Block 1								
1. Changkwang	103.4	102.2	98.6	101.6	103.4	105.2	98.4	102.3
2. Yukseung #3	102.9	102.2	99.2	100.8	102.5	102.4	95.6	100.3
3. Suke #169	99.1	99.2	98.1	98.9	99.8	100.4	96.0	98.5
4. Sturdy	102.0	100.1	98.9	100.7	102.0	101.0	97.1	100.0
5. Bezostaia	103.2	102.5	100.8	101.7	103.8	103.1	97.7	101.7
6. Blueboy	105.1	102.7	99.2	101.5	103.8	103.2	98.2	102.3
7. Yecora F70	98.5	97.1	94.5	97.3	97.5	98.7	95.3	96.7
8. Parker	102.5	101.4	99.5	100.6	102.0	103.2	97.2	101.7
Block 2								
1. Changkwang	104.6	102.0	98.7	101.3	102.5	105.2	98.4	101.6

2. Yukseung # 3	102.2	101.5	98.7	101.0	102.5	102.5	97.6	101.0
3. Suke # 169	99.8	98.3	97.4	99.1	101.5	101.8	94.5	98.3
4. Sturdy	102.1	100.9	99.0	100.6	102.7	101.3	96.7	100.9
5. Bezostaia	103.3	101.5	100.2	101.7	104.7	104.1	98.7	101.8
6. Blueboy	102.3	101.8	100.8	102.0	104.1	104.6	98.9	99.5
7. Yecora F70	99.6	97.3	95.2	97.6	97.8	99.1	94.9	95.7
8. Parker	101.9	100.3	97.7	100.8	102.1	102.4	96.4	101.4
Average								
1. Changkwang	104.0	102.1	98.7	101.5	103.0	105.2	98.4	102.0
2. Yukseung #3	102.6	101.9	99.0	100.9	102.5	102.5	96.6	100.7
3. Suke #169	99.5	98.8	97.8	99.0	100.7	101.1	95.3	98.4
4. Sturdy	102.1	100.5	99.0	100.7	102.4	101.2	96.9	100.5
5. Bezostaia	103.3	102.0	100.5	101.7	104.3	103.6	98.2	101.8
6. Blueboy	103.7	102.3	100.0	101.8	104.0	103.9	98.6	100.9
7. Yecora F70	99.1	97.2	94.9	97.5	97.7	98.9	95.1	96.2
8. Parker	102.2	100.9	98.6	100.7	102.1	102.8	96.8	101.6

Appendix 6. Segregation in days to heading of the F<sub>2</sub> and backcross population in the cross Suke #169 (P<sub>1</sub>) × Yecora F70(P<sub>2</sub>) under high temperature and short day treatment.

Cross and parent	Days to heading											Total	$\bar{X}$
	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73		
Suke #169(P <sub>1</sub> )						6	12	13	7			38	66.763
Yecora F70(P <sub>2</sub> )				2	13	11	2					28	62.500
F <sub>1</sub>					4	19	4					27	63.519
F <sub>2</sub>	1	10	19	26	38	50	71	76	33	11	1	336	64.592
BC <sub>1</sub>					6	13	18	21	4	1		63	65.730
BC <sub>2</sub>		2	1	6	12	31	12	1				95	63.010

Appendix 7. Frequency distribution of parents, F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> for days to heading in the crosses between various varieties.

Cross and parent	Days to heading														No. of plants	$\bar{X}$
	120	122	124	126	128	130	132	134	136	138	140	142	144			
Changkwang							9	15	2					26	133.46	
Changkwang x Suke #169 F <sub>2</sub>			2	17	60	81	54	14	25	12	2			267	130.86	
" F <sub>1</sub>				6	12	7								25	128.08	
Changkwang x Sturdy F <sub>2</sub>					1	30	70	53	43	30	6	1		234	133.93	
" F <sub>1</sub>					4	16	5	1						26	130.23	
Changkwang x Bezostaia F <sub>2</sub>						2	24	53	88	48	30	16	3	264	133.84	
" F <sub>1</sub>						9	8	7	1					25	132.00	
Suke #169			1	4	7	3								15	127.60	
Suke #169 x Sturdy F <sub>2</sub>			6	6	55	67	36	20	21	12	1			224	130.95	
" F <sub>1</sub>				5	17	10								32	128.31	

Suke #169 x Bezostaia	F <sub>2</sub>		3	8	35	54	41	17	11	3	1	173	130.75	
"	F <sub>1</sub>			8	5	7	8					28	129.07	
Suke #169 x Yecora F70	F <sub>2</sub>	3	9	13	34	64	39	16	3			181	127.79	
"	F <sub>1</sub>		4	15	11							30	124.46	
Sturdy					4	13	10	7	1			35	131.31	
Sturdy x Bezostaia	F <sub>2</sub>			3	8	73	61	27	8	8	1	189	131.71	
"	F <sub>1</sub>				5	15	3	1				24	130.00	
Sturdy x Yecora F70	F <sub>2</sub>	1	9	25	21	70	69	37	9	8	1	250	128.84	
"	F <sub>1</sub>			1	11	9	7					28	127.57	
Bezostaia							18	7	5			30	133.13	
Bezostaia x Yecora F70	F <sub>2</sub>		2	12	36	49	71	65	25	12	3	1	276	130.02
"	F <sub>1</sub>			1	12	9	4					26	127.23	
Yecora F70		1	14	5								20	124.40	