

有·無限型大豆品種의 栽培條件에 따른 乾物生産 및 形質變異에 關한 研究

朴 根 龍
作物試驗場

Studies on Dry Matter Production and Variation of Agronomic Characteristics of Determinate and Indeterminate Types of Soybean Cultivars (*Glycine max* L.) Under Different Growing Condition

Keun Yong Park

Crop Experiment Station, O.R.D., Suwon, Korea

緒 言

우리나라의 大豆는 良質의 蛋白質 및 脂肪 給源作物으로서 約 2000年 前부터 栽培되어 왔으나 近年에는 每年 總 需要의 20% 内外를 導入에 依存하고 있는 實情이다. 따라서 國內 自給을 위해서는 于先 單位面積當 收量을 提高하는 것이 先決問題로 생각된다.

大豆는 單位面積當 生産性 및 收益性이 比較的 낮은 安全 多收穫이 어려운 故로 單位面積當 收量을 提高하는 研究方向으로서 諸 環境에서 安全性이 높은 多收性品種의 育成과 適正栽培方法을 究明하는 것이 考慮되어야 할 것이다. 이를 위해서는 現在 獎勵中인 有限型品種과 一般的으로 密植適應性이 높다고 하는 無限型品種들의 栽培條件에 따른 乾物生産 및 諸形質變異를 追究하는 것이 重要하다고 생각된다.

大豆는 短日性作物으로서 麥後作栽培가 普通인 故로 比較的 長日 高溫에서 播種되나 適期栽培보다 生長期間이 短縮되므로 營養生長量이 充分치 못하기 때문에 이를 補償하기 위하여 密植栽培가 研究對象이 되고 있고 施肥도 短期間에 營養生長을 促進하는 面에서 問題되고 있다.

乾物生産은 잎의 光合成 結果에 依한 生産物이며 直接 또는 間接的으로 收量과 關聯성을 갖는 것인데

大豆는 光合成能力이 比較的 낮은 乾物生産量이 적다고 알려져 있다. 그러므로 筆者는 育種 및 栽培技術改善의 一環으로서 몇가지 주어진 群落條件 즉 播種期, 施肥水準, 栽植密度 等を 달리한 條件下에서 有·無限型大豆品種의 乾物生産과 其他 諸 形質變異에 대한 知見을 얻고자 研究를 實施하였던 바 그 結果를 報告하는 바이다.

本 研究遂行에 있어 꾸준히 뒤밀어 주신 作物試驗場長 崔鉉玉 博士, 아낌없는 指導鞭撻을 하여 주신 서울大學校 農科大學 恩師 李殷雄, 許文會, 李弘和 博士, 高麗大學校 農科大學 趙載英 博士, 서울시立 產業大學 朴贊浩 博士께 深甚한 謝意를 表하며 아울러 實驗調査와 成績整理를 도와준 洪殷諤, 鄭吉雄 兩氏와 田作物研究室 同僚들 그리고 統計分析을 協助해 준 電子計算室 關係官들께 깊은 謝意를 表한다.

I. 研究史

大豆는 一般的으로 多收穫을 얻기 어려운 作物인데 安全 多收穫方法으로서 우리나라와 日本에서는 移植 摘芯栽培가 獎勵된 일이 있으며^{21, 52, 65, 78, 95, 1} TIBA 等 生長調節劑의 使用에 依한 增收效果가 國內에서도 報告^{52, 63)} 되고 있고 美國에서는 Regim-8(TIBA 14.3%)가 實用化 되고 있다¹⁰³⁾.

Basnet 등³⁰은 다른 어떤 作物의 경우 보다도 大豆에 대한 生長調節劑의 效果가 成功的이라고 하였고 Galston³⁹은 TIBA가 IAA와 拮抗作用을 하거나 IAA의 作用을 抑制시키는 效果가 있다고 하였으며 많은 사람들^{3,4,13,41,48,55,103,106}은 TIBA가 莖伸長을 抑制하고 節間長을 짧게 하여 倒伏을 減少시키는 反面分枝發生이 助長되고 特히 密植의 效果를 높게 한다고 하였다.

大豆의 莖伸育性인 有·無限型에 대해서는 高橋와 福山¹⁰⁰을 비롯해서 Etheridge 등³² 많은 사람들^{81-85, 112, 115}이 取扱하였다. 永田⁷⁹은 滿洲地方에서 由來된 品種과 美國의 中北部에서 栽培되고 있는 品種들은 大部分이 無限型이라고 하였고 韓國과 日本에는 有限型이 支配的이고 美國南部地方의 有限型品種들은 韓國이나 日本에서 由來된 것이라고 하였다. Woodworth¹¹⁶ 등^{78,80,104}은 有限·無限型은 基本的으로 開花後의 莖生長과 葉生産期間의 長短에 따라 區分하고 有限型은 몇개의 莖이 着生하는 頂節로 莖生育이 停止하는데 反해 無限型은 繼續해서 伸長 生育한다고 하였고 Bernard⁶은 大豆의 有·無限型間의 差異는 莖伸長停止의 時間的 結果라고 하고 定義하기를 有限型은 開花가 시작된 뒤 莖伸長이 갑자기 停止하며 無限型은 莖生長이 數週間 계속하는 것이라고 하였다. Thseng¹⁰¹ 등은 또한 開花後의 節數增加程度에 따라 有限, 中間, 無限型으로 區分하고 開花後의 節數增加程度는 開花期間中의 莖太增加, 第1節間長 莖長增加 等과 相關이 높다고 하였다.

有·無限型의 遺傳에 대해서 Woodworth^{114,115}은 F₂에서 無限型和 有限型이 3:1로 分離한다 하고 Dt dt의 遺傳子型을 提議했고 Caviness¹⁷ 등^{44,45,104}이 이를 是認했으며 河原⁶⁰은 F₂에서 蔓化型和 普通型이 3:1로 分離함을 調査하고 V₂ v₂ 遺傳子型을 提議하였으나 이는 Dt dt와 같은 것으로 Bernard⁶은 考察하였다. 近年에 와서 Thseng 등¹⁰²은 有·無限型의 遺傳關係를 部分優性으로 報告하였고 Bernard⁶은 莖伸育性이 段階的으로 存在하고 두개의 遺傳子 即 Dt₁과 Dt₂가 存在하여 Thseng 등¹⁰¹이 報告한 것처럼 純粹한 中間型이 存在한다고 하였다.

永田^{84,85}은 滿洲, 美國等地에서 栽培되고 있는 無限型品種들이 一般的으로 密植條件에서 倒伏抵抗性이 높다고 하고 韓國과 日本에서 從來 疎植으로 栽培되어 온 有限型品種들은 倒伏抵抗性이 낮다고指摘하였다. 따라서 疎植하고 移植摘芯을 하는 過去의 增收方法에서 密植省力의 增收方法이 當面한 研究方向으로 되고 있다. 藤盛³⁴는 北海道의 경우 無限型

品種들이 一般的으로 安全多收性이 높다고 하였으나 日本에서 無限型品種의 育種의 檢討를 研究한 永田^{81,82}은 無限型品種들은 開花期間이 길어서 種實의 整度가 有限型보다 떨어져 實用的으로 中小粒品種育成에나 쓸 것이라고 하였다. 永田⁸³은 또한 開花부터 成熟까지의 結實日數의 品種間 및 個體內의 差는 發達過程에 있는 種實에 있어서 初葉의 發生期間의 長短에 起因한다고 하고 無限型은 늦게 핀 꽃의 發育過程이 促進되기는 하지만 빨리 핀 꽃보다는 種實이 充實하지 못하다고 하였다.

한편 Shannon⁹²은 Clark와 Harosoy品種의 有·無·中間型 Isoline을 供試한 栽植密度試驗에서 有限型은 莖長이 짧고 倒伏이 안되나 疎植에서 收量이 떨어지고 中間~無限型은 莖長이 크고 倒伏은 多少되나 收量이 높다고 하였다. Hicks 등⁴⁹의 結果도 短稈有限型이 倒伏에는 極히 強하여 密植에서는 다른 草型의 Isoline과 收量이 거의 같으나 疎植에서는 떨어지고 細葉의 無限型은 透光率이 좋으면서도 廣葉의 有限型보다 收量이 떨어졌다고 하였다. Hartwig⁴⁷은 또한 長稈의 無限型品種은 甚한 倒伏으로 短稈인 有限型品種보다 20% 減收하였다고 하였다.

大豆의 日長과 溫度反應에 대해서는 많은 學者들^{8,9,40,88,89}의 報告가 있다. Garner⁴⁰은 早晚生의 4品種을 供試하여 短日感應度의 品種間差는 顯著하고 特히 晚生種의 感應도가 크며 溫度에 대한 感應도도 크지만 品種間의 差異는 認定하지 아니 하였고 Steinberg & Garner⁹⁷은 開花에 대한 最適日長 및 限界日長이 晚生種일수록 짧고 溫度로 因한 開花의 品種間 差는 적으며 低溫은 限界日長을 短縮시켰다고 하였다. 한편 播種期移動에 依하여 感溫, 感光性에 따른 生態型의 分類가 主로 日本에서 報告^{2,85,64,76,77}되었고 우리나라에서도 張^{18,19,20}의 報告가 있다. 그러나 美國에서는 播種期移動에 따른 品種의 成熟群分類^{1,9,17,83,87,110,115}가 많다.

Osler 등⁸⁷은 Illinois에서 5月上中旬이 播種適期라고 하고 晚播일수록 倒伏이 甚해지는 傾向이 있다고 하였으며 福井와 後藤⁸⁸은 短日條件이 結實期間을 短縮하며 晚生種일수록 短縮率이 높다고 하였다.

播種期移動 또는 其他 栽培의 環境에 따라 種實의 品質이 變化하는 程度는 Cartter & Hopper¹⁶ 등^{26,33, 50,53,87,107,110}의 報告가 있으며 大體로 播種期와 栽植密度에 依한 蛋白質含量의 變化는 微微하나 脂肪含量은 晚播일수록 減少하는 傾向이었고 Cartter & Hopper¹⁶은 成熟前 4~7週의 氣溫이 21.1°C에서 26.6°C로 올라가면 脂肪含量이 2% 增加한다고 하고

脂肪과 蛋白質含量은 相反되는 傾向이나 蛋白質含量은 脂肪含量처럼 影響이 크지 않다고 하였으며 Feaster³³⁾는 收量이 많을때 蛋白質含量이 높은 傾向이 있다고 하였다.

李⁷²⁾는 麥後作 栽培條件下에서의 密植適應性品種에 關한 研究에서 7個品種으로 密植水準을 달리 했을 때 有限型인 光敎는 密植反應이 純하나 收量이 恒常 높고 無限型인 SRF-300 과 Verde 는 疎植인 경우 光敎 등의 收量에는 훨씬 못미치나 密植에서는 光敎와 비슷한 生産力을 나타내어 密植適應性은 높다 하였고 收量은 LAI, 莖長과 높은 相關이 있다고 하였다. 權⁷⁰⁾도 多分枝性인 有限型보다는 小分枝性이며 倒伏에 強한 無限型品種 Clark 가 密植適應性이 높다고 하였으며 위와 같은 國內試驗外에도 많은 경우^{50,56,57,90,98,111)} 密植하는 것이 增收된다고 하였다.

御子⁶⁵⁾와 川島⁶¹⁾은 莖長, 主莖節數, 莖太, 分枝節數, 莖重 등은 播種期, 栽植密度 등에 따라 變化하며 播種期가 늦어짐에 따라 低下하는 生育 및 收量은 密度를 높이므로서 補償될 수 있으며 晚播時에는 分枝보다 主莖莢數에 많이 依存하게 된다고 하였다. 한편 Probst⁹⁰⁾와 Johnson 등⁵⁷⁾은 品種에 따라 密植適應性이 顯著하게 다르다고 하였고 栽植密度의 限界를 Johnson⁵⁷⁾과 山崎¹¹⁶⁾는 2,500~3,300個體/a, Probst⁹⁰⁾는 2,500~5,000個體/a, 그리고 Wiggans¹¹¹⁾는 6,000個體/a 등으로 區區하게 말하여 栽植密度의 限界는 品種, 土壤條件, 播種期 등 栽培條件에 따라 一定치 않다는 것을 報告하고 있다. 같은 栽植本數 特別히 密植의 경우에는 廣畦보다 狹畦가 增收된다는 報告^{26,72,73,108)}가 많다.

大豆는 倒伏의 影響이 아주 적다는 報告⁷¹⁾도 있으나 Weber & Fehr¹⁰⁸⁾등⁵³⁾은 10~13%의 減收를 報告하였으며 Cooper²²⁾는 早期倒伏의 경우 21~23%나 減收되었다고 하였고, 過度의 密植은 倒伏을 助長하고 減收되었다는 報告^{48,90,109)}가 있으며 杉山⁹⁸⁾는 節間長이 倒伏과 相關이 높고 5cm 以上이면 倒伏된다고 하였다.

Beuerlein 등⁵⁾은 肥沃하고 灌水를 한 좋은 條件에서 分枝를 除去치 않은 自然區는 密植에서 收量이 낮았으나 分枝除去區는 密植일수록 多收였고 分枝를 除去하면 莢節數는 적어지지만 葉의 機能이上昇하고 倒伏이 減少되어 節當莢數 및 100粒重增加 그리고 收穫의 loss를 減少시킨다는 點을 들어 Donald^{24,25)}가 提議한 바와같이 將次 無分枝品種의 開發이 考慮되어야 한다고 하였다. Donald^{24,25)}는 一般栽培時 分枝는 疎植이나 缺株가 發生하였을 때에 必要한 것이지

만 多收를 위해서는 發芽後 個體間 및 個體內의 重疊에 依한 競爭이 적어야 하며 分枝가 없는 品種으로서 等四角型의 密植이 多收穫에 가장 理想的일 것이라고 하였다.

洪⁵¹⁾은 韓國品種들은 晚播條件에서 日本이나 美國品種들보다 LAI, DM이 높고 多收性이라고 하였다.

Gregory(1617), Blackman(1919), Engledow(1923), Boysen Jensen(1923), Heath & Gregory (1938), Watson (1952) 등 (以上은 文獻 105에서 引用)에 의하여 作物의 生育經過를 發育追跡法, 生長解釋法 및 光合成에 基礎를 둔 物質生産面 등으로 分析考察하는 方法이 研究發展된 以來 近年 Buttery¹⁴⁾, 등^{63,67,91)}이 大豆의 生育 및 收量에 對한 LAI, LAR, CGR, NAR, 乾物重 등을 調査하여 生長解釋法으로 考察하였다.

한편 作物間의 光合成差는 光吸收能力에 起因하는 것이라고 El-Sharkawy 등³¹⁾은 말하였으며 Buttery¹⁵⁾는 옥수수와 콩의 NAR를 調査하여 콩은 옥수수의 約 1/2 밖에 안된다고 이는 Canopy에 起因하는 것으로 解釋하였고 많은 研究者들^{5,7,11,12,23,27,28,30,43,62,86,119)}에 의해 콩의 品種間 또는 生育時期別 光合成率은 變異가 크다고 發表되었다.

Curtis 등²³⁾은 36個大豆品種의 生育初期의 光合成率은 光飽和點(43KI)에서 12~24 mg CO₂ dm⁻² hr⁻¹의 範圍라 하고 大部分의 報告는 13~22 mg CO₂ dm⁻² hr⁻¹이나 光度가 20~160 K lux의 範圍에서 最低 8mg, 最高 65 mg CO₂ dm⁻² hr⁻¹이라 하였고 Bowes 등¹⁰⁾은 光度가 높으면 光合成 및 葉比重이 높아져 最高 光合成率 및 光飽和도가 높아진다고 하였다.

小島⁸⁶⁾ 등^{42,58,69,95)}은 生育期別 CGR, 乾物重 등을 調査하여 生育初期에는 CGR 및 NAR이 높으나 이들은 頂葉期 以後 下降한다고 하였고 乾物을 生産하는데 最適 LAI는 5內外였다고 小島⁸⁶⁾은 發表하였다.

其他 Lux-moore⁷⁴⁾, Shaw⁹³⁾ 등은 Canopy 와 乾物生産 및 光合成 또는 植物體部位別 光度에 對해 報告하기를 群落狀態의 Canopy는 生育의 進展에 따라 一部分에서 漸次 커져서 一部分에서 68~85%의 光이 吸收되고 나머지는 아래로 透光된다고 하였다. Egli²⁹⁾는 有·無限品種의 乾物生産에 對해서 같은 熟期를 가지고 있는 境遇, 無限型은 開花期가 빠르고 乾物生長量이 有限型보다 훨씬 떨어지나 그 後 生長이 繼續되어 有限型보다 오히려 많아진다고 하였다.

II. 材料 및 方法

本 試驗은 1972~73年の 2個年에 걸쳐 作物試驗場

의 田作園場(東經 126° 59', 北緯 37° 17')에서 實施하였다. 1972년에는 代表的인 獎勵品種인 光教를 有限型品種으로 그리고 美國으로부터 近年에 導入된 SRF-300을 無限型品種으로 選定하여 播種期는 5月 20日(適期)과 6月 20日(麥後作)로 栽植密度는 a當 3,333 4,444 및 6,667個體의 水準으로 하여 播種期를 主區, 栽植密度를 細區 그리고 品種을 細細區로 하여 3反復으로 配置하였다. 施肥量은 10a當 N-P₂O₅-K₂O=4.0-5.6-4.4kg을 全量 基肥로 施用하였고 畦幅은 60cm, 45cm, 30cm로 하여 株間을 各各 10cm(2本立)로 區當 4畦 6畦 8畦씩 播種하였다. 乾物生産調査는 表 1 과 같이 5月 20日 播種區에서는 播種 後 39日과 品種別로 同一하지는 않으나 主要한 生育 Stage인 開花始期 및 頂葉展開期의 3회에 그리고 6月 20日 播種區에서는 開花始期와 頂葉展開期의 2회에 栽植密度

에 따라 8-18個體씩 標本을 採取, 80°C의 試料乾燥器에서 48時間씩 乾燥하여 乾物重을 調査하였다. 葉面積은 Punch法으로 調査하여 葉面積指數(LAI)를 計算하였다. 成熟期에는 處理別로 莖長, 莖太, 主莖 및 分枝節數, 主莖 및 分枝莢數와 收量 그리고 100粒重을 調査하였다.

Table 1. Days to initial flowering (IF), terminal leaf stage (TL), and maturity (Mt) of varieties used in 1972.

Planted Stages Varieties	May 20			June 20		
	IF	TL	Mt	IF	TL	Mt
Kwang-kyo	65	86	133	40	71	117
SRF-300	54	93	128	37	79	115

Table 2. Days to initial flowering, terminal leaf, green bean stage and maturity of varieties used in 1973.

Plant type	Planted Stages Varieties	May 21				June 15				July 10			
		IF	TL	GB	Mt	IF	TL	GB	Mt	IF	TL	GB	Mt
		Determinate	Kwang-kyo	60	72	99	120	45	62	81	113	37	50
	Dong puk-tae	52	67	89	120	41	56	81	112	34	52	72	92
	Suke #51	60	72	98	120	45	59	82	112	37	50	73	92
Indeterminate	Shelby	49	81	105	120	38	67	82	111	32	56	72	97
	SRF-300	49	78	102	120	36	68	82	113	31	56	70	93
	Harosoy	43	80	105	117	36	68	83	109	30	56	72	90

播種期 對 栽植密度試驗에서는 上記 6品種으로 播種期는 5月 21日, 6月 15日, 7月 10日의 3水準으로 栽植密度는 a當 5,000, 3,333, 2,500, 1,250個體의 4水準으로 播種期를 主區, 品種을 細區, 栽植密度를 細細區로 하여 3反復으로 配置 하였다. 施肥量과 施肥法은 1972年과 같게 하였고 畦幅은 40cm로 하여 1株 1本立으로, 畦長 3m, 區當 4畦씩 播種하였다. 栽植密度別 株間距離는 5,000個體/a-5cm, 3,333個體/a-7.5cm, 2,500個體/a-10cm, 1,250個體/a-20cm였다. 施肥量 對 栽植密度試驗에서는 光教와 SRF-300을 供試하여 無肥, 普肥, 倍肥의 3個 施肥水準을 두고 栽植密度는 a當 5,000, 2,500, 1,250個體의 3水準으로 하여 施肥水準을 主區, 品種을 細區, 栽植密度를 細細區로 하여 3反復으로 配置하였다. 普肥水準의 施肥量은 10a當 N-P₂O₅-K₂O=4.0-5.5-4.4kg로 畦幅은 50cm, 1株 2本立으로 畦長 4m, 區當 6畦씩으로 6月 15日에 播種하였다. 栽植密度別 株間距離는 5,000個體/a-8cm, 2,500個體/a-16cm, 1,250個體/a-32cm였다.

5月 21日 播種區와 6月 15日 播種區는 스프링클러로 灌水하여 發芽를 促進하였으며 乾物生産調査는 表 2와 같이 各 品種別로 開花始期, 頂葉展開期 및 莢肥滿期에 處理別로 4個體씩 標本을 採取하여 葉, 葉柄, 主莖, 分枝 및 莢으로 分離, 80°C의 試料乾燥器에서 48時間씩 乾燥하여 乾物重을 調査하였다. 葉面積은 punch法으로 調査하였고 葉面積指數(LAI), 生長率(CGR)을 計算하였다. 成熟期에는 處理別로 莖長, 莖太, 主莖 및 分枝節數, 主莖 및 分枝重, 主莖 및 分枝莢數 그리고 收量を 調査하고 其他 100粒重과 脂肪, 蛋白質含量을 調査하였다.

以上 1972년부터 2個年間に 걸쳐 3種의 試驗을 實施하였으나 主로 1973年度의 有·無限型 6個品種을 供試하여 實施한 播種期 對 栽植密度試驗을 中心으로 하고 其他 2種의 試驗은 이를 뒷받침하였다. 本試驗期間中의 氣象은 附表 1과 같다. 1972年度의 5~10月은 平均氣溫이 0.2°C 낮았으며 7月까지는 平年보다 약간 높았고, 8月 以後 相當히 낮았으며 降水量도 8月 以後에 集中暴雨가 있어 例年보다 177mm

많았으며 日射量도 平均보다 18.2cal/日 낮았다. 1973 年度の 氣象은 平均氣溫이 0.5°C 높았고 日射量도 平均 20.7cal가 높았으나 降水量은 42mm 적었다. 兩年 모두 7月中에는 高溫, 多照, 適濕으로 初期生育에 좋은 氣象이었으나 1972年度の 8月 以後에는 低溫 寡照 多雨로 生育期間이 1972年보다 길었다.

Ⅲ. 試驗結果

1. 栽培條件과 乾物重, CGR, LAI, 植物體部分別 乾物重 및 收量과의 關係

가. 乾物重

播種期 對 栽植密度試驗(1973)에 있어서 各 品種의 開花始期 頂葉展開期 및 莢肥滿期의 乾物重을 有·無限型別로 보면 그림 1 및 表 3과 같다. 開花期에 있어서 乾物重은 어느 播種期를 莫論하고 密植 할수록 增加하는 傾向이 顯著하고 播種期間에는 5月 21日 區와 6月 15日 區가 7月 10日 區 보다 많았고 品種間에 있어서 有限型品種中에서는 光教, 無限型品種中에서는 SRF-300이 높았으나 無限型品種이 有限型보다 顯著하게 낮았다. 頂葉展開期에서도 栽植密度와 播種期에 따른 傾向은 開花期에와 같으나 無限型品種의 乾物重이 越等히 增加하여 有限型보다 오히려 높았고 莢肥滿期에 있어서는 品種에 따라 뚜렷한 傾向은 없으나 5月 21日과 6月 15日에 播種한 것은 開花期나 頂葉展開期에 처럼 密植할수록 乾物重이 增加하는 傾向이 微微하였으나 7月 10日에 播種한 것은 密植할수록 낮았다. 한편 生育期別로 보면 無限型品種은 頂葉展開期에 有限型品種보다 높은 乾物重을 나타냈으나 頂葉展開期以後의 增加가 微微하여 莢肥滿期에서는 거의 비슷하였다.

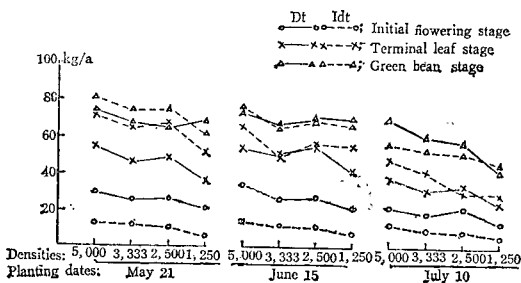


Fig. 1. Dry weight of determinate (Dt) and Indeterminate (Idt) varieties at different developing stages when planting times and densities were different in 1973.

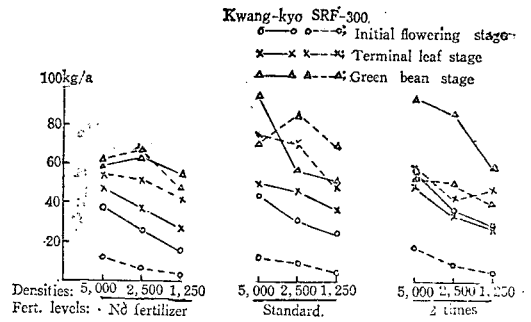


Fig. 2. Dry weight of Kwang-kyo and SRF-300 at different developing stages when fertilizer levels and plant densities were different.

施肥水準과 栽植密度를 달리했을 때의 乾物重을 生育期別로 보면(그림 2) 開花期에서는 密植을 하고 施肥水準이 높을수록 增加하며 施肥效果가 初期生育에 顯著하였음을 나타냈다. 이런 現象은 光教나 SRF-300 兩品種이 다 같은 傾向을 보였으나 SRF-300에 比하여 光教는 約 2倍 以上の 旺盛한 生育相을 나타냈다. 그러나 頂葉展開期에는 光教보다 SRF-300의 乾物重이 오히려 많아졌는데 光教는 開花期보다 별로 增加가 없는 反面 SRF-300은 많은 增加를 보여 播種期 對 栽植密度試驗의 結果와 類似하였다. 한편 光教는 莢肥滿期까지 乾物重이 繼續 增加하였으나 SRF-300은 無肥區에서 若干 增加하였고 普肥水準과 倍肥水準에서는 僅少하거나 거의 增加가 없었다. 따라서 光教는 多肥條件에서도 乾物重이 많아지나 SRF-300은 無肥水準에서 보다 倍肥水準에서는 오히려 減少하였다. 1972年度の 播種期 對 栽植密度試驗의 結果는 表 4와 같다. 5月 20日 播種區에 있어서 播種後 39日의 乾物重은 密植일수록 兩品種이 모두 顯著히 높아졌고 植物體 採取時期가 다른 開花期에서는 光教와 SRF-300의 差가 顯著하게 크지만 播種後 39日의 것은 그 差가 적기는 하나 亦是 SRF-300이 光教보다 떨어졌다. 頂葉展開期에는 栽植密度에 따른 乾物重의 差가 微微하였다.

나. CGR

乾物重으로 換算한 1日平均生長量인 CGR(그림 3, 表 5)를 보면 1973年度の 播種期 對 栽植密度試驗의 5月 21日 播種區는 高溫에서 生育된 6月 15日이나 7月 10日에 播種한 것보다 떨어지고 6月 15日 播種區가 가장 높았으며 栽植密度에서는 密植할수록 增大하는 傾向이 顯著하였고 品種間에 있어서는 無限型이 顯著하게 낮았다. 頂葉展開期에서는 5月 21日

Table 3. Dry weight of each variety at different developing stages when planting times and densities were different in 1973. (kg/a)

Planting date	Plant type	Stages		Initial flowering stage					Terminal leaf stage					Green bean stage				
		Varieties	Densities	Initial flowering stage					Terminal leaf stage					Green bean stage				
				5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean
May	Determinate (Dt)	Kwang-kyo Dong puk-tae Suke #51 mean	38.7	33.6	32.8	26.4	32.9	66.3	53.9	59.2	45.7	56.3	61.5	52.6	50.2	67.2	57.9	
			22.6	23.9	20.5	15.1	20.5	42.5	38.0	36.3	28.7	36.4	84.0	78.9	74.6	71.0	77.1	
May	Indeterminate (Idt)	Shelby SRF-300 Harosoy mean	30.1	20.7	24.9	20.6	24.1	60.9	50.8	51.8	37.7	50.3	80.0	74.1	75.5	69.7	74.8	
			30.5	26.1	26.1	20.7	25.8	56.6	47.6	49.1	37.4	47.7	75.2	68.5	66.8	69.3	69.9	
June	Dt	Kwang-kyo Dong puk-tae Suke #51 mean	15.7	13.4	11.5	7.5	12.0	70.7	70.1	68.6	47.5	64.2	86.5	92.3	84.9	64.5	82.1	
			30.1	19.8	22.9	13.5	21.6	52.1	40.5	55.3	35.0	46.0	79.8	59.0	65.6	59.5	66.0	
June	Idt	Shelby SRF-300 Harosoy mean	7.9	6.6	5.2	3.4	5.8	63.9	67.0	65.7	58.3	63.7	77.9	69.9	72.2	61.5	70.4	
			13.7	12.3	10.8	6.6	10.8	72.3	67.8	67.9	51.0	64.8	81.0	75.0	76.1	62.0	73.5	
July	Dt	Kwang-kyo Dong puk-tae Suke #51 mean	42.4	31.8	30.9	24.0	32.3	55.9	54.6	55.5	49.8	54.0	66.7	61.8	57.3	63.6	62.4	
			30.1	19.8	22.9	13.5	21.6	52.1	40.5	55.3	35.0	46.0	79.8	59.0	65.6	59.5	66.0	
July	Idt	Shelby SRF-300 Harosoy mean	32.9	24.0	27.6	24.5	27.3	56.4	56.4	54.7	37.3	51.0	72.9	82.1	88.5	86.8	82.6	
			35.1	25.2	27.1	20.7	27.0	54.8	50.5	55.2	40.7	50.3	73.1	67.6	70.5	70.0	70.3	
July	Dt	Kwang-kyo Dong puk-tae Suke #51 mean	21.6	15.9	15.4	9.8	15.7	73.3	48.0	59.6	55.8	59.0	67.2	65.2	76.4	54.8	65.9	
			12.3	11.4	8.3	5.4	9.4	62.5	56.3	55.2	54.0	57.0	78.0	66.1	69.8	68.1	70.3	
July	Idt	Shelby SRF-300 Harosoy mean	12.9	10.6	10.1	6.2	10.0	61.0	46.3	52.4	58.9	54.7	68.4	63.7	64.2	79.9	69.3	
			15.6	12.6	11.6	7.1	11.7	65.6	50.2	55.7	56.2	67.0	71.2	65.0	70.1	67.6	68.5	
July	Dt	Kwang-kyo Dong puk-tae Suke #51 mean	36.3	27.2	23.9	20.6	27.0	50.0	39.5	39.0	30.7	39.8	66.0	60.0	59.3	46.1	57.9	
			9.2	8.1	14.0	5.4	9.2	29.5	23.7	26.6	18.5	24.7	67.8	48.3	53.4	32.4	50.5	
July	Idt	Shelby SRF-300 Harosoy mean	21.1	19.3	26.2	14.4	20.3	36.7	31.6	37.9	23.1	32.3	77.8	71.7	62.3	48.0	65.0	
			22.2	18.2	21.4	13.4	18.8	38.7	31.6	34.5	24.1	32.3	70.5	60.0	58.3	42.2	57.8	
July	Dt	Kwang-kyo Dong puk-tae Suke #51 mean	12.8	9.9	8.0	5.6	12.1	48.0	41.2	30.0	27.1	36.6	58.7	52.3	52.1	37.7	50.2	
			13.5	8.7	8.6	5.5	9.1	44.8	41.4	31.8	25.4	35.9	53.8	59.4	54.7	44.9	53.2	
July	Idt	Shelby SRF-300 Harosoy mean	11.3	8.9	7.5	4.6	8.1	51.1	38.2	33.2	32.4	38.7	60.7	52.4	54.2	54.1	55.1	
			12.5	9.2	8.0	5.2	8.7	48.0	40.3	31.7	28.3	37.1	57.7	54.7	53.7	44.2	52.6	
LSD(5%) between			1.42	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	
planting times:			1.42	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	
varieties within same plt. date:			1.42	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	
densities within same plt. date:			1.42	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	
densities within same variety:			1.42	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	
-densities within same var. & date:			1.42	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	2.91	4.08	4.69	12.89	9.77	3.81	23.92	

Table 4. Dry weight of Kwang-kyo and SRF-300 at different developing stages when planting times and densities were different in 1972. (kg/a)

Planting date	Varieties	39 days after planting				Initial flowering				Terminal leaf																																											
		6,667	4,444	3,333	mean	6,667	4,444	3,333	mean	6,667	4,444	3,333	mean																																								
May 20	Kwang-kyo	11.4	8.6	5.3	8.4	37.4	33.3	34.8	35.2	60.0	63.4	51.8	60.1																																								
	SRF-300	8.1	7.3	4.8	6.7	10.1	8.2	5.3	7.9	52.3	68.3	61.6	60.7																																								
June 20	Kwang-kyo	—	—	—	—	40.2	43.5	36.3	40.0	54.7	74.6	60.7	63.3																																								
	SRF-300	—	—	—	—	13.6	10.3	7.7	10.5	59.9	77.1	59.3	65.4																																								
LSD (5%) between																																																					
planting times:										6.2				N S																																							
densities within same														4.7				N S																																			
plt. time:																		2.4				N S																															
varieties within same																						4.1				N S																											
density:																										5.9				N S																							
varieties within same																																																					
time and density:																																																					

과 6월 15일 播種間에는 큰 差異가 없었으나 早播한 것의 CGR가 多少 높은 傾向이었고 晚播區는 떨어졌다. 栽植密度間에 있어서는 晚播의 경우 密植이 뚜렷하게 높은 傾向이었으나 早·普播에서는 뚜렷한 傾向을 나타내지 않았다. 莢肥滿期에서는 全般的으로 一定한 傾向이 안보였으나 早播일수록 CGR이 顯著히 떨어졌다. 6월 15日區에서는 頂葉展開期보다 若干 떨어지거나 거의 같은 程度였고 5월 21日區에서는 頂葉展開期보다 顯著히 떨어졌으며 疎植의 것이 오히려 높은 傾向이었다. 그러나 晚播區에서는 莢肥滿期에 有限型이 頂葉展開期보다 모든 栽植密度에서 높았으나 無限型은 密植일때 오히려 떨어졌다.

施肥量 對 栽植密度試驗에 있어서 施肥水準과 栽

植密度를 달리했을때 光敎와 SRF-300의 生育時期別 CGR는 表6과 같다. 播種으로부터 開花期까지를 보면 密植을 하고 施肥水準이 높을수록 CGR가 增加하는 傾向을 나타냈으나 開花부터 頂葉展開期까지의 CGR는 無限型인 SRF-300이 光敎보다 顯著히 많았고 光敎는 倍肥區에서 오히려 負의 數値를 보여 過度했던 生長量이 開花期 以後에 오히려 減少된 것으로 나타났고 栽植密度間에는 光敎가 無肥 普肥 및 倍肥水準에서 a當 5,000 個體時에 가장 떨어졌으나 SRF-300은 a當 2,500~5,000 個體水準間에 거의 差가 없었다. 頂葉展開期 以後 莢肥滿期까지의 CGR는 光敎가 SRF-300보다 오히려 높아졌고 光敎는 倍肥水準에서 높은 傾向이고 5,000 個體水準에서는 光敎의 普肥水準을 除外하고는 모두 떨어지는 傾向이었다.

다 LAI

播種期 對 栽植密度試驗(1973)에 있어서 (表7) LAI를 보면 開花期에 있어서는 有限型和 無限型間에 差異가 뚜렷하여 5월 21日區에서는 有·無限型品種群別로 各各 3.9~5.4, 1.1~3.2, 6월 15日區에서는 3.5~6.5, 1.3~3.0, 7월 10日區에서는 2.1~3.9, 0.9~2.4로 無限型品種群이 훨씬 떨어지고 頂葉展開期 및 莢肥滿期에서도 모두 無限型品種의 LAI가 낮았으며 어느 生育時期이거나 密植할수록 LAI가 높은 傾向이나 開花期에 그 傾向이 가장 뚜렷하였다.

播種期사이에 있어서는 어느 生育時期에 있어서나 5월 21日區에 比하여 6월 15日區가 비슷하거나 若干 떨어지는 傾向이었고 7월 10日의 晚播區에서는 훨씬

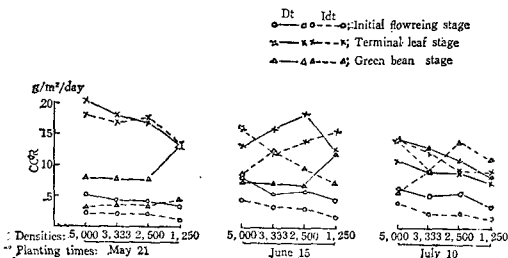


Fig. 3. CGR of determinate (Dt) and indeterminate (Idt) varieties at different stages when planting times and densities were different.

Table 5. CCR (gm/m²/day) of each variety at different developing stages when planting times and densities were different in 1973.

Planting date	Plant type	Stages		Planting to initial flowering					Flowering to terminal					Terminal leaf stage to green				
		Varieties	Densities	leaf stage					leaf stage					bean stage				
				5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean
May 21	Determinate (Dt)	Kwang-kyo	6.45	5.60	5.47	4.40	5.48	23.00	20.83	19.25	16.08	19.79	-1.78	-2.22	-2.11	7.96	0.46	
		Dong puk-tae	4.35	4.60	3.94	2.90	3.95	13.27	9.40	10.53	9.07	10.57	18.86	18.59	17.41	19.27	18.53	
		Suke #51	5.02	3.45	4.15	3.43	4.01	25.67	25.08	22.42	14.25	21.86	7.35	8.96	9.12	12.31	9.44	
		mean	5.27	4.55	4.52	3.58	4.50	20.65	18.44	17.40	13.13	17.4	8.14	8.44	8.14	13.18	9.48	
	Indeterminate (Idt)	Shelby	3.20	2.74	2.35	1.53	2.46	17.19	17.72	17.84	12.50	16.31	6.58	9.25	6.79	7.08	7.43	
		SRF-300	3.57	3.00	2.98	1.82	2.84	22.34	17.76	18.52	13.24	17.97	-1.58	-1.38	0.75	5.29	0.77	
		Harosoy	1.83	1.54	1.21	0.79	1.34	15.14	16.32	16.35	14.84	15.66	5.60	3.80	2.60	1.28	3.32	
		mean	2.87	2.43	2.18	1.38	2.24	18.22	17.27	17.57	13.53	16.65	3.53	3.89	3.38	4.55	3.84	
	June 15	Dt	Kwang-kyo	9.42	7.07	6.87	5.33	7.17	7.94	13.4	14.47	15.18	12.75	5.68	3.79	0.95	7.26	4.42
			Dong puk-tae	7.34	4.83	5.59	3.29	5.26	14.67	13.8	21.60	14.33	16.10	11.08	7.40	4.12	9.80	8.10
Suke #51			7.31	5.33	6.13	5.44	6.05	16.79	23.14	19.36	9.14	17.11	7.17	11.09	14.70	21.52	13.62	
mean			8.02	5.74	6.20	4.69	6.12	13.13	16.78	18.48	12.88	15.32	7.98	7.43	6.59	12.86	8.71	
Idt		Shelby	5.74	4.18	4.13	2.58	4.16	17.56	11.07	14.83	15.86	14.83	-4.07	11.47	11.20	-0.67	4.48	
		SRF-300	3.42	3.17	2.31	1.50	2.61	15.69	14.03	14.66	15.19	14.89	24.86	13.57	10.43	10.07	14.73	
		Harosoy	5.58	2.94	2.81	1.72	3.26	15.03	11.16	13.22	16.47	13.97	4.93	11.60	7.87	14.00	9.60	
		mean	4.92	3.43	3.08	1.95	3.35	16.09	12.09	14.24	15.84	14.56	8.57	12.21	9.83	9.86	9.60	
Dt		Kwang-kyo	9.81	7.35	6.46	5.57	4.85	10.54	9.46	11.62	7.77	9.85	7.62	9.76	9.67	7.33	8.60	
		Dong puk-tae	2.71	2.83	4.11	1.59	2.81	11.28	8.67	7.00	7.28	8.56	19.15	12.30	13.40	6.95	12.95	
	Suke #51	5.70	5.22	7.08	3.89	5.47	12.00	9.46	9.00	6.69	9.29	17.87	17.43	10.61	10.82	14.18		
	mean	6.80	5.13	5.88	3.68	5.19	11.27	9.20	9.21	7.25	9.23	14.88	13.16	11.23	8.37	11.91		
Idt	Shelby	4.00	3.09	2.50	1.75	2.84	14.67	13.04	9.17	8.96	11.46	6.69	6.94	13.81	6.63	8.52		
	SRF-300	4.36	2.81	2.77	1.77	3.18	12.52	13.08	9.28	7.96	10.71	6.42	12.86	16.36	13.93	12.40		
	Harosoy	3.77	2.97	2.50	1.53	2.69	15.31	11.27	9.89	10.69	11.79	6.00	8.88	13.10	13.60	10.40		
	mean	4.04	2.96	2.59	1.68	2.82	14.17	12.46	9.45	9.20	11.32	6.37	9.56	14.42	11.39	10.44		

Table 6. CGR (gm/m²/day) of Kwang-kyo and SRF-300 at different developing stages when fertilizer levels and plant densities were different.

Levels of fertilizers	Stages Densities Varieties	Planting to initial flowering stage				Flowering to terminal leaf stage				Terminal leaf stage to greenbean stage			
		5,000	2,500	1,250	mean	5,000	2,500	1,250	mean	5,000	2,500	1,250	mean
No fertilizer	Kwang-kyo	8.9	6.0	4.1	6.3	7.9	12.4	10.3	10.2	4.5	9.3	8.9	7.6
	SRF-300	3.4	1.9	1.0	2.1	4.6	15.3	13.1	14.3	3.4	8.8	4.4	5.5
Standard	Kwang-kyo	10.0	7.0	5.5	7.5	5.5	12.9	12.5	10.3	13.5	5.6	8.4	9.2
	SRF-300	3.9	2.8	1.3	2.7	19.9	19.7	14.3	18.0	1.8	4.7	14.1	6.9
2 times	Kwang-kyo	13.2	8.7	6.8	9.6	-7.1	-2.2	-1.8	-3.7	16.9	18.2	11.7	15.6
	SRF-300	5.5	2.7	1.4	3.2	12.9	9.9	14.2	12.3	-2.2	6.0	-4.7	-0.3

던어졌다. 晚播의 경우에는 開花期에 있어서 密植에서도 有限型이 4에 못미치고 無限型群은 2.5에도 미치지 못하며 頂葉展開期보다 莢肥滿期에는 無限型은若干 減少하였으나 有限型단은 계속 增加하여 獨特한 現狀을 나타냈다.

한편 施肥量 對 栽植密度試驗(表 8)에서는 開花期에서 品種 및 栽植密度에 따른 LAI는 播種期試驗의 結果와 類似하였고 施肥水準間에는 乾物量과 比例하여 施肥水準이 높을수록 增加하는 傾向이었다. 頂葉展開期에 있어서나 莢肥滿期에 있어서도 光敎는 언제나 SRF-300보다 높았으며 品種間의 差異가 施肥水準이 높을수록 增加하는 傾向이었고 頂葉展開期以後에 減少하는 傾向은 密植일수록 顯著하였다.

1972年度의 播種期 對 栽植密度試驗에 있어서의 生育時期別 LAI는 表 9와 같다. 乾物重에 있어서의 傾向과 같이 여기에서도 開花期 以前에는 密植의 效果가 顯著하였으나 頂葉展開期에는 兩 品種 모두 오히려 疎植한 것이 높거나 密度間에 別로 差異가 없었다. 品種間에는 1973年度의 試驗結果와 마찬가지로 SRF-300이 어떤 播種期나 栽植密度 그리고 生育時期를 莫論하고 光敎보다 떨어졌다.

라. 植物體部分別 乾物重

播種期 對 栽植密度試驗(1973)에 있어서 6個 品種 중에서 가장 代表的이라 할 수 있는 光敎와 SRF-300의 植物體部分別 乾物重 即 莖, 葉, 葉柄 및 莢重을 播種期와 栽植密度別로 開花期, 頂葉展開期, 莢肥滿期別로 調査한 結果를 보면 그림 4와 같다.

全般的으로 보았을 때 開花期에서 頂葉展開期까지는 CGR와 乾物重이 增加한 것과 같이 植物體各部分의 乾物重도 모두 增加하였으나 頂葉展開期以後에는 品種, 播種期 및 栽植密度에 따라 莖重에는 큰 變化가 없고 莢重이 全般的으로 크게 增加하였다.

莢重과 葉柄重의 變化는 다르게 나타나서 早播할

수록 莢重과 葉柄重이 크게 減少하는 傾向이 뚜렷하였고 晚播한 것은 계속 增加하거나 頂葉展開期와 비슷한 水準을 維持하였다. 栽植密度間에 있어서는 a當 2,500個體 以上일 때 5月 21日과 6月 15日에 播種한 것이 莢重과 葉柄重이 減少되는 傾向이었고 晚播區에서는 a當 5,000個體일 때 莢重과 葉柄重이 많이 減少하는 傾向이었다. 品種間에는 큰 差가 없으나 SRF-300은 光敎보다 減少하는 傾向이 적었다.

施肥量水準과 栽植密度가 다를 때의 植物體部分別 乾物重을 生育期別로 보면 그림 5와 같다.

開花期에서 頂葉展開期로 經過할때 全般的으로 많은 增加를 보였고 開花期때의 生育量이 낮은 SRF-300은 光敎보다 더 많은 增加를 나타냈으나 倍肥水準에 있어서 光敎는 오히려 減少되는 結果를 보였다.

頂葉展開期에서 莢肥滿期로 經過하는 동안에는 a當 2,500個體 以上の 密植에서는 莢重과 葉柄重이 減少하였으나 疎植區인 a當 1,250個體區에서는 增加率は 떨어졌으나 繼續增加하는 傾向을 보였다. 그런데 倍肥區의 光敎에서는 開花期以後 減少하던 莢과 葉柄重이 頂葉展開期以後에 다시 增加하는 傾向을 나타냈다.

그리고 SRF-300의 各 處理에서는 莖重이 頂葉展開期以後 別로 變化가 없는데 反해서 光敎만은 倍肥水準에서 莖重이 增加한 것은 特異한 現象이었다.

全體 乾物重中에서 植物體各部分이 차지하는 比率을 보면(表 10) 開花期에 있어서 光敎는 5月 21日 播種區에서 莖重이 31~36%, 葉柄重이 24~26%, 葉重이 41~45%이고 密植할수록 莖重比率은 增加하였고 葉重比率은 減少하는 傾向이었으며 6月 15日區에서는 莖重이 21~34%, 葉柄重이 28~30%, 葉重이 36~42%이었고, 7月 10日區에서는 莖重이 24~32%, 葉柄重이 21~23%, 葉重이 45~55%로서 5月 21日 區와 6月 15日區間에 큰 差가 없으나 葉重의 比率이

Table 7. LAI of each variety at different developing stages when planting times and densities were different in 1973.

Planting dates	Plant type	Stages		Initial flowering					Terminal leaf					Green bean						
		Varieties	Densities	5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean		
May 21	Determinate	Kwang-kyo	5.5	5.8	6.0	4.9	5.6	9.2	7.1	7.7	5.7	7.4	2.3	1.9	2.7	2.7	2.3	2.3		
		Dong-puk-tae	5.2	4.8	4.5	3.2	4.4	6.8	4.5	4.5	3.9	4.9	5.9	4.4	3.7	3.5	3.5	4.4	3.4	
		Suke #51	5.5	4.3	5.3	3.5	4.7	11.4	6.8	8.1	5.8	8.0	2.1	2.8	4.0	4.8	3.4	3.0	3.7	3.4
		mean	5.4	5.0	5.3	3.9	4.9	9.1	6.1	6.7	5.1	6.8	3.4	3.0	3.3	3.3	3.4	3.7	3.4	
June 15	Indeterminate	Shelby	3.5	2.4	2.0	1.2	2.3	3.9	4.9	4.9	4.9	5.7	4.6	1.5	2.6	2.0	2.1	2.1	2.1	
		SRF-300	4.3	3.1	2.6	1.5	2.9	7.4	5.0	5.0	5.2	5.7	1.8	2.1	2.4	1.9	2.4	1.9	2.1	
		Harosoy	1.9	1.5	1.0	0.7	1.4	5.9	4.7	4.5	4.3	4.9	2.8	1.7	1.3	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0
		mean	3.2	2.3	1.9	1.1	2.1	5.7	4.9	4.8	4.7	5.1	2.0	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	
July 10	Determinate	Kwang-kyo	7.5	5.2	5.0	4.1	5.4	5.2	6.3	5.1	4.9	5.1	2.9	3.0	2.8	3.5	3.5	3.1	3.1	
		Dong-puk-tae	5.1	3.3	3.7	2.3	3.6	7.5	5.2	6.9	4.4	6.0	4.4	3.4	3.4	3.4	2.6	3.5	3.5	4.1
		Suke #51	6.8	5.5	5.4	4.2	5.5	5.5	6.5	8.0	4.1	6.0	2.8	4.2	4.9	4.6	4.1	4.6	4.1	4.1
		mean	6.5	4.7	4.7	3.5	5.0	6.1	6.0	6.7	4.5	5.8	3.4	3.5	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	
July 10	Indeterminate	Shelby	3.7	2.9	2.8	1.7	2.8	6.2	5.2	4.1	3.8	4.8	2.7	2.2	2.9	2.4	2.6	2.9	2.9	
		SRF-300	2.6	2.3	1.6	1.0	1.9	5.2	4.0	3.3	3.9	4.1	3.8	2.3	2.3	3.2	3.2	2.9	2.9	
		Harosoy	2.7	2.2	2.2	1.2	1.8	4.1	3.0	3.2	3.4	3.4	2.2	1.1	1.5	3.5	3.5	2.1	2.1	
		mean	3.0	2.5	2.2	1.3	2.2	5.2	4.1	3.5	3.7	4.1	2.9	1.9	2.2	3.0	2.5	2.5		
July 10	Determinate	Kwang-kyo	5.6	4.4	4.4	2.8	4.3	6.0	5.0	4.6	3.2	4.7	7.0	4.8	5.7	3.8	5.3	5.3	5.3	
		Dong-puk-tae	1.7	1.5	2.5	0.9	1.7	3.5	2.4	2.6	1.8	2.6	4.1	2.6	2.9	1.8	2.9	2.9	2.9	
		Suke #51	4.3	4.0	4.8	2.5	3.9	5.5	4.2	5.0	2.7	4.4	8.5	7.8	4.4	4.5	6.3	6.3	6.3	
		mean	3.9	3.3	3.9	2.1	3.3	5.0	3.9	4.1	2.6	3.9	6.5	5.1	4.3	3.4	4.8	4.8		
July 10	Indeterminate	Shelby	2.6	2.7	1.5	0.9	1.9	4.2	3.3	2.2	2.0	2.9	2.5	2.6	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2	
		SRF-300	2.5	1.9	1.9	1.0	1.9	3.1	2.7	2.4	1.8	2.5	2.2	2.2	1.9	1.7	2.0	2.0	2.0	
		Harosoy	2.0	1.6	1.3	0.8	1.6	3.1	2.7	2.2	2.3	2.6	1.9	2.0	2.4	2.1	2.1	2.1	2.1	
		mean	2.4	3.1	1.6	0.9	1.8	3.5	2.9	2.3	2.0	2.7	2.2	2.1	2.0	1.9	2.1	2.1		
L. S. D (5%) between																				
planting times :		0.37																		
varieties :		0.46																		
densities :		0.26																		
varieties within same planting time :		0.80																		
densities within same planting time :		0.44																		
varieties within same variety :		0.63																		
densities within same time and variety :		1.09																		
		0.89																		
		0.74																		
		0.45																		
		1.29																		
		0.79																		
		1.11																		
		1.93																		
		1.06																		
		0.53																		
		0.46																		
		0.92																		
		0.68																		
		0.97																		
		1.68																		

Table 8. LAI of Kwang-kyo and SRF-300 at different developing stages when fertilizer levels and planting densities were different.

Levels of fertilizers	Stages Densities Varieties	Initial flowering				Terminal leaf				Green bean			
		5,000	2,500	1,250	mean	5,000	2,500	1,250	mean	5,000	2,500	1,250	mean
		No fertilizer	Kwang-kyo	5.3	4.4	2.9	4.2	6.5	6.3	4.1	5.6	2.9	3.2
	SRF-300	3.3	1.5	0.8	1.9	4.7	4.2	3.0	4.0	2.7	2.7	2.3	2.6
Standard	Kwang-kyo	6.8	5.6	3.8	5.4	6.9	8.0	4.9	6.6	4.4	2.6	3.4	3.5
	SRF-300	2.9	2.2	0.9	2.0	5.6	4.5	2.8	4.3	2.1	2.6	2.9	2.5
2 times	Kwang-kyo	9.9	5.9	4.6	6.8	7.1	3.7	3.9	4.9	3.5	3.3	2.5	3.1
	SRF-300	4.1	2.0	0.7	2.3	3.4	2.6	3.0	3.0	1.5	2.0	2.0	1.8
LSD (5%) between													
levels :										0.93			
varieties :										1.11			
densities :										0.93			
varieties within same level :										0.67			
densities within same level :										1.21			
densities within same variety :										0.67			
densities within same level and variety :										0.74			
										0.63			
										1.16			
										2.10			
										1.09			
										0.80			
										1.16			
										1.29			
										0.94			
										1.05			
										1.64			
										1.82			
										1.54			

Table 9. LAI of Kwang-kyo and SRF-300 at different developing stages when planting times and densities were different in 1972.

Planting times	Stages Densities Varieties	39 days after planting				Initial flowering				Terminal leaf			
		6,667	4,444	3,333	mean	6,667	4,444	3,333	mean	6,667	4,444	3,333	mean
		May 20	Kwang-kyo	4.3	3.3	2.3	3.3	5.7	5.0	4.6	5.1	4.7	4.8
	SRF-300	2.7	2.7	1.6	2.3	3.0	2.6	1.6	2.4	3.2	3.8	4.5	3.8
June 20	Kwang-kyo	—	—	—	—	7.6	7.6	5.9	7.0	5.6	8.6	7.2	7.1
	SRF-300	—	—	—	—	2.6	1.9	1.3	1.9	4.5	4.0	4.3	4.3
LSD (5%) between													
planting times :										0.23			
densities within same plt. time :										2.46			
varieties within same plt. time :										0.45			
varieties within same density :										0.75			
varieties within same time and density :										1.24			
										0.92			
										1.52			
										1.31			
										2.15			

7월 10일區에서 높아졌고 密植을 하면 莖重比率이 높아지는 反面 葉重比率이 減少하는 傾向이 顯著하였다.

한편 開花期에 있어서 SRF-300은 5월 21日區에서 莖重이 30~32%, 葉柄重이 16~18%, 葉重이 49~53%이고 6월 15日區에서는 莖重이 32~40%, 葉柄

重이 12~19%, 葉重이 45~52%였으며 7월 10日區에서는 莖重이 29~35%, 葉柄重이 16~22%, 葉重이 48~52%로서 光敎처럼 密度에 따른 莖과 葉重比率의 變化傾向이 적게 보이나 葉柄重의 比率이 光敎에 比하여 全般的으로 낮았다.

頂葉展開期과 莢肥滿期에서는 莖重의 比率이 增加

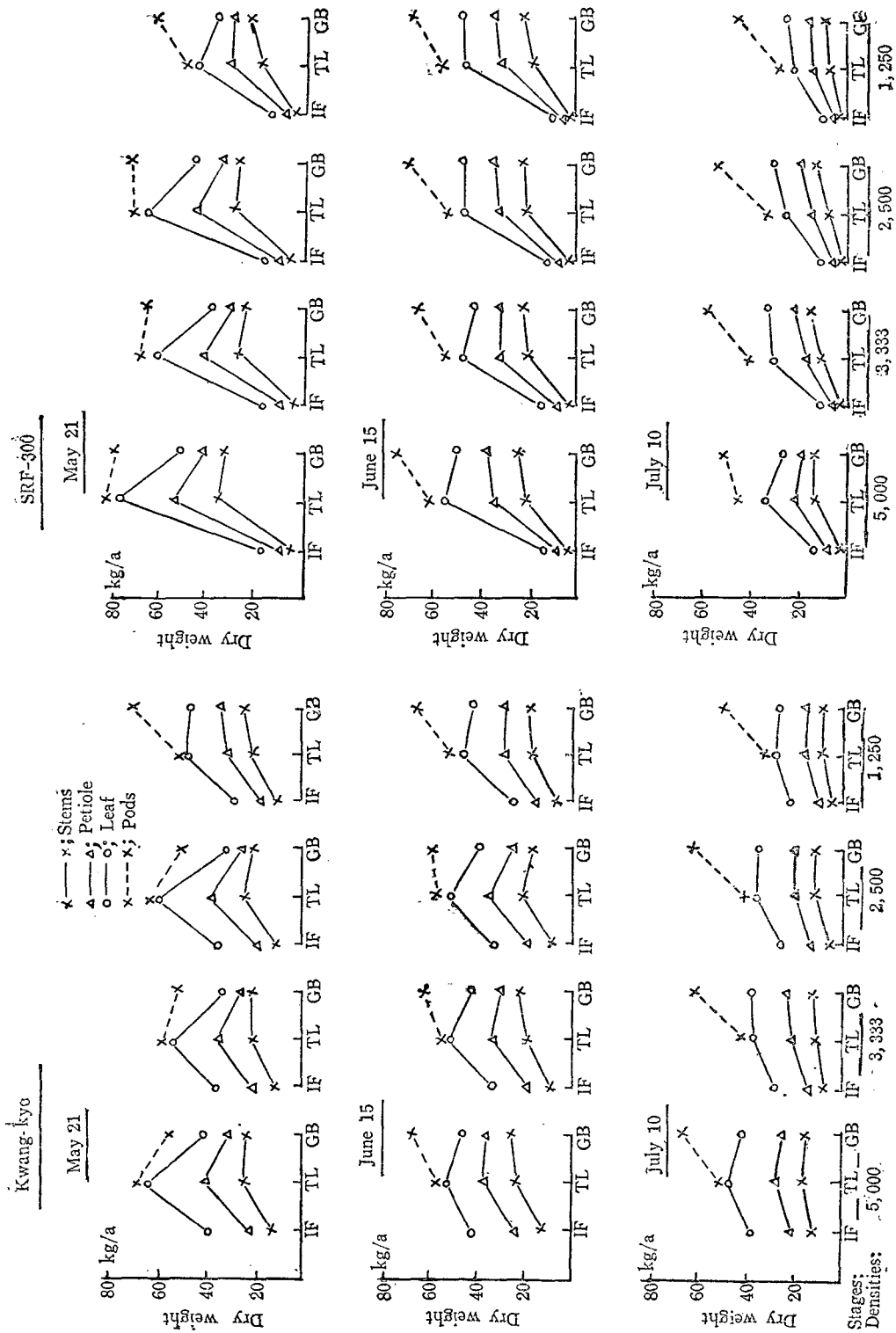


Fig. 4. Dry weight of each plant part of Kwang-kyo and SRF-300 at each developing stage when planting times and densities were different in 1973.

하고 잎이나 葉柄重比率이 컸고 5月 21日區와 6月 15日區는 7月 10日區보다 減少傾向이 크게 보였다. 그리고 頂葉展開期에 있어서 莢重의 比率은 SRF-300이 光教보다 越等히 컸다.

頂葉展開期의 各 植物體 部分別 乾物重에 대한 開花期때의 乾物重比率을 보면 (表 11) 栽植密度間에 多少 差異가 있었으나 光教는 大體로 莖重이 5月 21日區에서는 51%, 6月 15日區에서는 49%, 7月 10日區에서는 65%에 達하고 葉柄重과 葉重은 各各 5月 21日區에서 56%, 69%, 6月 15日區에서는 66%, 74%, 7月 10日區에서는 69%, 84%로서 晚播 특히 7月 10日區에서는 開花期 때의 比率이 越等히 높았

다. 한편 SRF-300은 莖重, 葉柄重, 葉重이 5月 21日區에서 各各 16%, 17%, 39%, 6月 15日區에서 17%, 13%, 30%, 7月 10日區에서는 27%, 26%, 42%로서 光教와 같이 晚播時에 開花期 때의 比率이 높은 傾向은 있으나 頂葉展開期의 光教에 比하여 越等히 낮았다.

마. 種實收量

播種期 對 栽植密度試驗(1973)에 있어서의 收量을 보면(表 12) 播種期間에 있어서 7月 10日의 晚播가 顯著히 떨어졌으나 5月 21日區와 6月 15日區間에는 큰 差가 없었다.

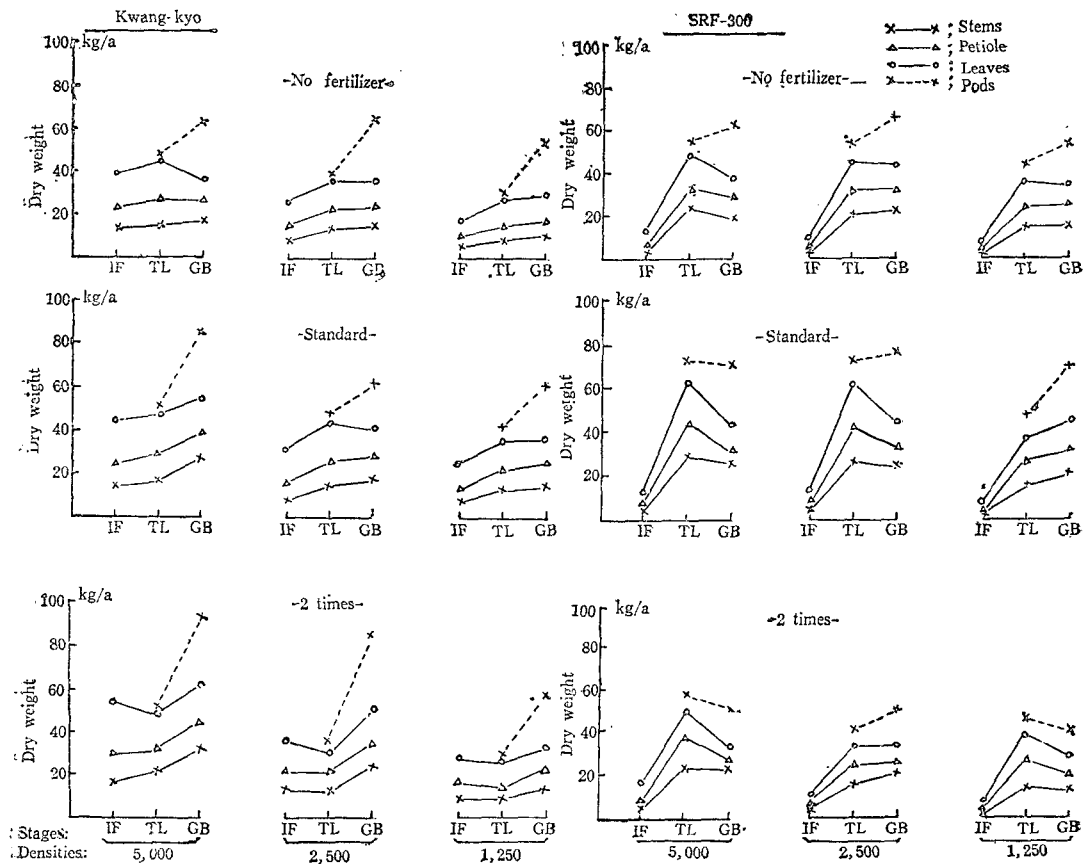


Fig. 5. Dry weight of each plant part of Kwang-kyo and SRF-300 at different developing stages when fertilizer levels and plant densities were different.

Table 10. Ratio of dry weight of each plant part to total dry weight in Kwang-kyo and SRF-300 at different developing stages when planting times and densities were different in 1973. (%)

Planting dates	Varieties	Plant parts	Densities											
			5,000			3,333			2,500			1,250		
			IF	TL	GB	IF	TL	GB	IF	TL	GB	IF	TL	GB
May 21	Kwang-kyo	Stems	36	37	38	32	36	36	32	39	37	31	37	33
		Petiole	24	26	12	26	27	10	25	26	11	25	25	15
		Leaves	41	35	14	43	36	17	43	35	12	45	38	17
		Pods		3	35		1	37		1	41		1	36
	SRF-300	Stems	32	45	40	30	42	34	32	43	29	32	40	26
		Petiole	18	23	14	18	22	15	18	23	16	16	24	18
		Leaves	49	28	15	52	28	19	50	29	19	53	32	21
		Pods		5	31		8	32		6	35		4	35
June 15	Kwang-kyo	Stems	34	42	23	31	36	22	31	38	20	28	31	18
		Petiole	30	25	15	28	26	15	29	25	14	30	27	14
		Leaves	36	28	25	42	32	25	40	29	24	42	33	25
		Pods		6	38		6	39		9	43		10	44
	SRF-300	Stems	32	36	42	35	36	36	36	36	37	40	35	37
		Petiole	19	23	12	18	23	12	12	23	13	15	22	12
		Leaves	48	31	9	47	26	12	52	25	12	45	29	13
		Pods		10	37		11	40		16	39		15	38
July 10	Kwang-kyo	Stems	32	32	32	30	29	34	26	29	33	24	27	32
		Petiole	23	23	18	24	23	15	24	21	20	21	22	19
		Leaves	45	38	18	46	39	16	49	39	16	55	41	21
		Pods		7	32		9	35		11	32		10	29
	SRF-300	Stems	35	33	27	32	31	25	35	30	25	29	30	22
		Petiole	16	17	10	16	17	10	16	18	10	22	17	11
		Leaves	49	27	16	52	30	21	49	30	20	48	34	23
		Pods		23	48		22	44		23	46		18	44

Table 11. Ratio of dry weight of each plant part at initial flowering stage to the terminal leaf stage when planting times and densities were different. (%)

Planting dates	Plant parts	Vars.									
		Kwang-kyo					SRF-300				
		5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean
May 21	Stems	56	54	45	48	51	15	18	17	15	16
	Petiole	53	60	55	57	56	17	21	18	12	17
	Leaves	68	73	67	69	69	38	47	39	31	39
June 15	Stems	55	49	47	43	49	18	20	15	14	17
	Petiole	82	61	66	55	66	17	16	8	9	13
	Leaves	87	73	75	61	74	31	36	32	19	30
July 10	Stems	73	72	56	60	65	32	22	31	22	27
	Petiole	72	71	70	63	69	29	20	25	30	26
	Leaves	87	81	78	90	84	54	37	46	32	42

한편 栽植密度水準間에는 統計的인 有意差는 없었으나 (附表 2) 播種期와 栽植密度間에는 有意的인 相互作用이 認定되었는데 5月 21日 播種區에 있어서는 有限型品種인 光教, 東北太, 水系51號와 無限型品種인 Shelby, SRF-300 및 Harosoy 가 a當 1,250~2,500 個體水準에서 各各 가장 높은 收量을 보였으나 無限型은 密植에서 더 높은 傾向이었고 6月 15日區에서는 a當 2,500個體水準에서 收量이 가장 높은 傾向이고 7月 10日區에서는 a當 3,333個體水準이 가장 收量이 높았다. 品種間에 있어서는 Harosoy 가 a當 2,500

個體水準에서 40kg의 最高 收量을 보였으나 有·無限型間에는 5月 21日區에서는 別差가 없었으나 6月 15日區에서는 有限型이 無限型보다 높은 傾向이고 7月 10日區에서는 有限型이 無限型보다 顯著히 높았으며 有限型品種中에서 特히 光教는 密植反應이 鈍하고 無限型品種들은 疎植일 때 크게 減收되었다.

施肥量 對 栽植密度試驗(表13)에서는 光教가 어느 施肥水準이든 絶對 收量이 높았고 栽植密度間에 있어서는 a當 2,500個體水準이 全般的으로 높은 傾向을 보였고 統計的 有意性(附表 3)도 있었다.

Table 12. Yield of each varieties at different planting times and densities in 1973. (kg/a)

Plant type	Dates		May 21				June 15				July 10			
	Densities	Varieties	5,000	3,333	2,500	1,250	5,000	3,333	2,500	1,250	5,000	3,333	2,500	1,250
Determinate		Kwang-kyo	23.2	24.2	24.6	31.8	28.2	26.9	28.3	26.9	19.5	20.3	21.5	22.9
		Dong puk-tae	32.7	32.1	27.5	33.5	31.1	27.4	32.5	29.7	21.8	24.7	21.3	19.5
		Suke #51	31.2	31.6	32.8	30.6	25.5	25.3	32.5	29.6	21.1	25.5	25.3	18.6
		mean	29.0	29.3	28.3	32.0	28.3	26.5	31.1	28.7	20.8	23.5	22.7	20.3
Indeterminate		Shelby	25.8	25.9	26.5	30.5	25.9	25.4	28.4	26.9	18.3	21.5	20.5	17.1
		SRF-300	35.2	29.4	31.7	31.3	28.0	24.9	26.8	24.7	19.6	19.8	18.4	16.7
		Harosoy	33.6	34.9	39.9	36.0	27.6	28.1	29.6	27.3	20.6	20.6	19.2	15.6
		mean	31.5	30.1	32.7	32.6	27.2	26.1	28.3	26.3	19.5	20.6	19.4	16.5
mean			30.3	29.7	30.5	32.3	27.8	26.3	29.7	27.5	20.2	22.1	21.1	18.4

LSD(5%) between

planting times:	1.52
Varieties:	2.21
densities:	1.50
varieties within same plt. time:	3.84
densities within same plt. time:	2.60
densities within same variety	3.68
densities within same time and variety:	6.37

Table 13. Yield of Kwang-kyo and SRF-300 at different fertilizer levels and plant densities. (kg/a)

Varieties	Fert. level	Densities								
		No fertilizer			Standard			2 times		
	5,000	2,500	1,250	5,000	2,500	1,250	5,000	2,500	1,250	
Kwang-kyo		24.6	26.0	25.0	25.4	27.8	25.4	22.8	25.9	25.7
SRF-300		20.5	21.0	21.0	22.8	25.3	21.2	19.4	23.4	21.9
mean		22.6	23.5	23.0	24.1	26.6	23.3	21.1	24.7	23.7

LSD (5%) between

fertilizer levels:	6.84
varieties within same level:	1.22
densities within same level:	3.02
densities within same variety:	2.47
densities within same level & variety:	4.27

Table 14. Yield of Kwang-kyo and SRF-300 at different planting times and densities in 1972. (kg/a)

Varieties	May 20				June 20			
	6, 667	4, 444	3, 333	mean	6, 667	4, 444	3, 333	mean
Kwang-kyo	20.2	18.7	18.9	19.3	22.2	22.2	18.1	21.1
SRF-300	20.5	21.5	21.1	21.0	20.0	22.6	17.8	20.1
mean	20.4	20.1	20.0	20.2	21.1	22.4	18.3	20.6

1972年度の播種期對栽植密度試驗에 있어서의 種實收量(表 14)을 보면 全般的으로 絶對收量이 1973年보다 낮고 播種期, 栽植密度 및 品種間에 統計的有意差는 없으나 6月 20日區에서는 a當 3,333個體보다 4,444個體의 收量이 높아 1973年度の試驗에서보다 密植效果가 컸다.

2. 收量과 乾物重 및 LAI 와의 關係

收量과 乾物生産에 가장 關聯이 높은 LAI 및 乾物重과의 關係에 있어서 最高收量を 期待할 수 있는 水

準을 推定코자 播種期對栽植密度試驗(1973)의 結果에서 有·無限型別로 回歸曲線式을 求해본 結果는 表 15와 같다.

有限型品種群에 있어서는 開花期 및 頂葉展開期の 乾物重과 肥滿期の LAI가 各收量과 有意的인 二次函數關係를 나타냈으며 無限型品種群에서는 莢肥滿期の 乾物重만이 收量과 有意的인 二次函數關係를 나타냈고, 頂葉展開期 및 莢肥滿期の LAI 有意性은 認定되지 않았으나 높은 F數値를 나타냈다.

Table 15. Association of yield with dry matter and LAI at the different developing stages of determinate and indeterminate type.

Plt. type	Stages	Polynomial functions on yield	R	F value
Between yield(Y) and dry matter(X)				
Determ.	IF	$Y=16.211+0.927X-0.018X^2$	0.40	5.70*
	TL	$Y=4.068+1.009X-0.01X^2$	0.48	4.90*
	GB	$Y=10.076+0.292X-0.006X^2$	0.61	0.04
Indeter.	IF	$Y=29.635-0.903X+0.045X^2$	0.19	0.88
	TL	$Y=50.052+0.687X-0.004X^2$	0.76	1.42
	GB	$Y=-40.590+1.777X-0.011X^2$	0.68	7.66**
Between yield (Y) and LAI (X)				
Determ.	IF	$Y=16.963+4.328X-0.431X^2$	0.38	2.80
	TL	$Y=16.557+2.757X-0.146X^2$	0.48	1.64
	GB	$Y=20.654+3.340X-0.395X^2$	0.33	3.99*
Indeter.	IF	$Y=29.149-4.491X+1.210X^2$	0.23	1.20
	TL	$Y=2.818+8.573X-0.624X^2$	0.75	3.73
	GB	$Y=49.055-19.613X+3.869X^2$	0.33	3.57

Note : * Significant at 5% level.

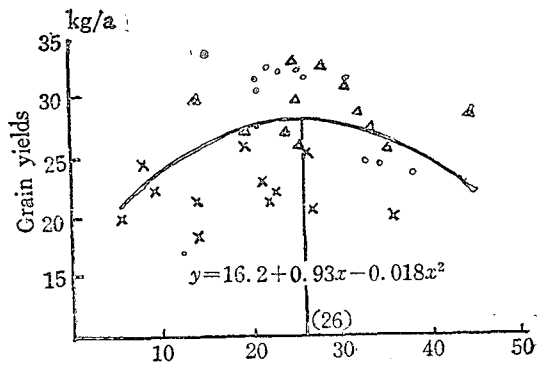
** Significant at 1% level.

統計學的으로 有意性이 있었던 것을 도표로 表示하면 그림 6과 같다.

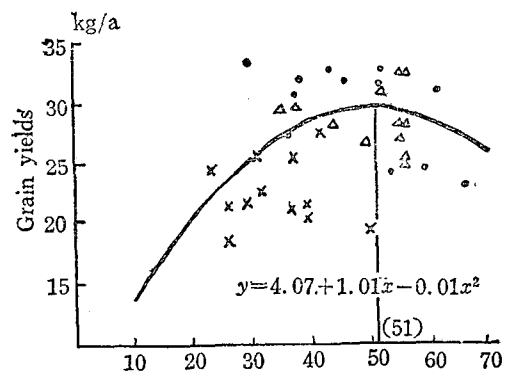
有限型에 있어서 開花期의 乾物重과 收量과의 關係(그림 6-1)를 보면 乾物重이 20~30kg/a 일때 가장 높은 收量を 나타냈고 頂葉展開期에 (그림 6-2)는 乾物重이 50kg/a 程度에서 最高收量を 나타냈다. 無限型的 莢肥滿期(6-3)에서는 乾物重이 80kg/a 內外에 가장 높은 收量を 나타냈다. 無限型에 있어서 LAI와 收量과는 有意的인 二次函數關係를 나타낸 것이 없으나 有限型에서는 莢肥滿期の LAI가 4~5

일때에 가장 높은 收量を 나타냈다.

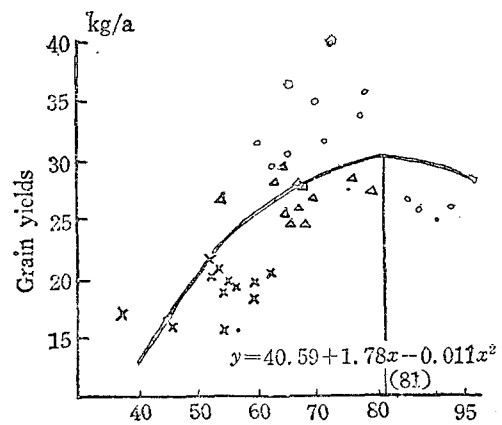
LAI 및 乾物重과 收量과의 相關關係(表16)를 보면 頂葉展開期の LAI는 有限型品種이 $r=0.43$, 無限型이 $r=0.71$ 로 높은 相關을 나타냈으나 開花期와 莢肥滿期の LAI는 相關이 매우 낮았다. 乾物重과 收量과의 相關을 보면 頂葉展開期에 있어서 有限型이 $r=0.34$ 로서 有意性이 없었으나 無限型이 0.74로서 高度의 有意性이 있었고 莢肥滿期에 있어서는 有限型이 $r=0.61$ 無限型이 0.55로서 높은 相關을 보였으나 開花期의 乾物重은 收量과 매우 낮은 相關을 보



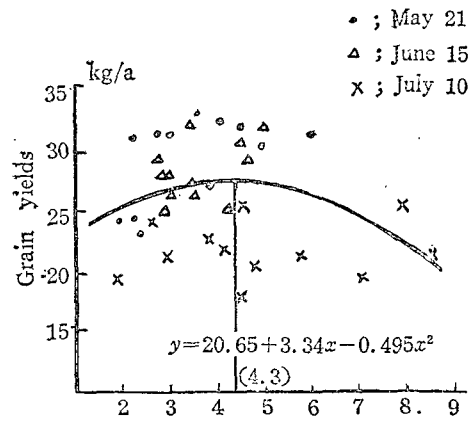
6-1: Dry weight of determinate varieties at initial flowering stage



6-2: Dry weight of determinate varieties at terminal leaf stage



6-3: Dry weight of indeterminate varieties at green bean stage.



6-4: LAI of determinate varieties at green bean stage.

Fig. 6. Relationships between yield and dry matter, and LAI at different developing stage of determinate and indeterminate types.

Table 16. Correlation coefficients between yield and LAI, and dry weight of determinate and indeterminate types.

Plant type	LAI			Dry weight		
	IF	TL	GB	IF	TL	GB
Determinate	0.27	0.43*	-0.16	0.14	0.34	0.61**
Indeterminate	0.14	0.71**	-0.11	0.10	0.74**	0.55**

Note : * Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

였다.

3. 主莖과 分枝와의 關係

收量과 密接한 關係를 가지고 있는 營養生長器官인 主莖과 分枝와의 關係에 있어서 播種期 및 栽植密度를 달리 했을 때(1973)의 成熟期の 主莖長, 總分枝長 및 主莖節數의 變化를 보면 그림 7과 같다.

莖長은 品種間에 差가 뚜렷하여 有限型品種들은 最高 80cm 内外이고 無限型 品種들은 125cm 까지 伸張하였으나 例外없이 疎植할수록 짧아졌으며 分枝長,

主莖節數 및 莖太는 疎植할수록 커졌다.

總分枝長에 있어서 有·無限型品種을 比較해 보면 a當 3,333個體 以上の 密植에서는 無限型品種들이 짧은 傾向이나 a當 1,250個體인 疎植에서는 오히려 無限型品種들의 分枝長이 有限型보다 길어졌다. 播種期間에 있어서도 差異가 뚜렷하여 晚播일수록 莖長, 分枝長, 莖太, 主莖節數 等の 減少가 顯著하나 5月 21日과 6月 15日播種間에는 큰 差가 없고 7月 10日에는 顯著的한 減少를 보였다.

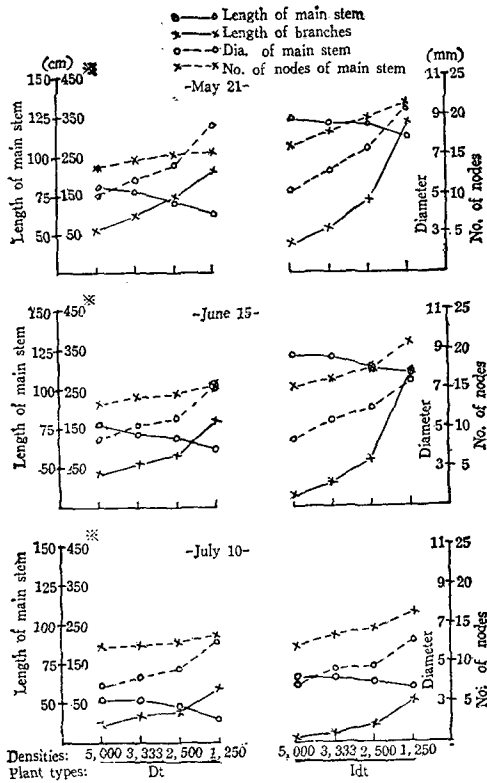


Fig. 7. Length of main stem and branches, and diameter and number of nodes of main stem at maturity of each plant type when planting times and densities were different in 1973. (※ Right side of left bar indicates length of branches).

施肥量과栽植密度를 달리하였을 때(그림 8)에도栽植密度間에 따른傾向이 같았으며施肥량이 많을수록莖長,分枝長,莖太는若干씩增加하였으나主莖節數는 뚜렷한傾向이 보이지 않았다.

莖重,節數,莢數 및 收量의 主莖比率를 보면 그림 9와 같다.

播種期에 따른 主莖比率를 보면 晚播일수록 主莖比率가 높아 主莖依存度가 높다는 것을 나타냈고 어느 播種期에 있어서나 密植일수록 主莖依存度가 높았으며 無限型品種의 主莖依存度가 有限型보다 顯著히 높았다.

한편 營養生長器官인 莖重이나, 節數의 主莖比率과 生殖器官인 莢數와 收量의 主莖比率를 보면 有限型品種에서는 營養生長器官보다 生殖器官이 낮았으나 無限型品種에서는 生殖器官이 莖重과 節數의 中間에 位置하는 傾向이었다.

그리고 施肥量과 栽植密度를 달리하였을 때(그림 10)에도 密植할수록 大體로 높은 傾向을 나타냈으며 施肥量이 적을수록 主莖依存度가 높은 傾向이었으나

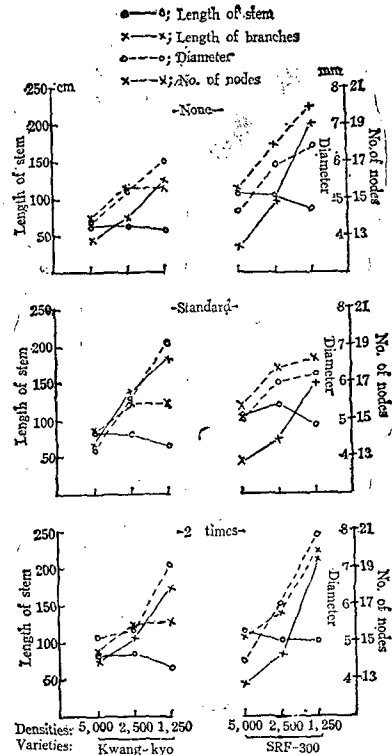


Fig. 8. Length of main stem and branches, and diameter and number of nodes of main stem at maturity of Kwang-kyo and SRF-300 when fertilizer levels and planting densities were different.

播種期가 늦을 때처럼 顯著하지는 못하였다.

播種期와 栽植密度가 다른 때(1973)의 密植인 a當 5,000個體區와 疎植인 1,250個體區에 있어서 莖長, 莖太 및 主莖節數의 生育段階別 變化를 보면(그림 11) 開花期에 있어서 無限型品種들은 成熟時의 20~30%에 不過하였던 것이 開花以後에 많은 生育을 보였으나 有限型品種群은 開花期以後 若干의 增加를 보였을 뿐이다.

7월 10일에 晚播된 것은 開花期以後의 增加量이 有·無限型 모두 顯著하게 떨어졌다.

4. 主要形質間의 相互關係

播種期 對 栽植密度試驗(1973)에 있어서 生育期別 LAI, 乾物重 및 CGR와 莖長, 莖太와 倒伏指數 그리고 a當 節數, 莢數, 收量 및 莖重等 15個 形質에 대하여 草型群別로 推定한 形質間의 單純相關 關係는 다음과 같다.

가. LAI와 諸形質間의 相關 :

開花期, 頂葉展開期 및 莢肥滿期의 LAI와 諸形質間의 相關 關係는 表17과 같다. 有限型과 無限型이

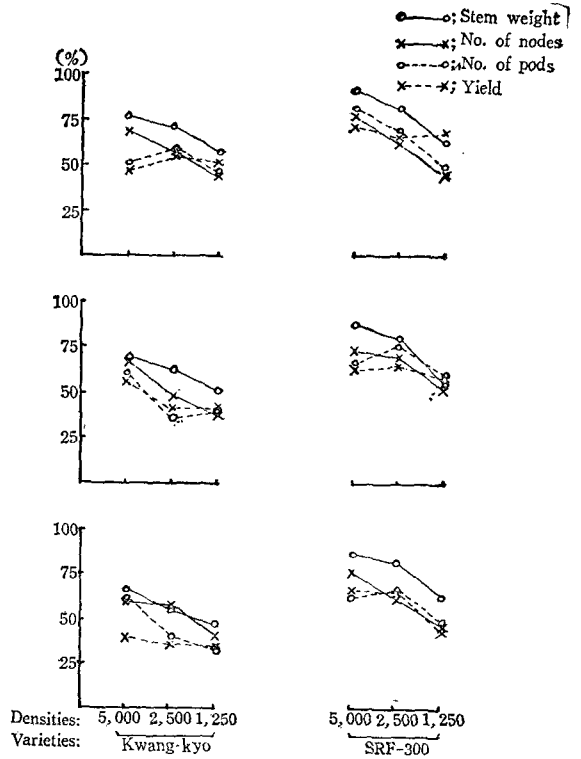
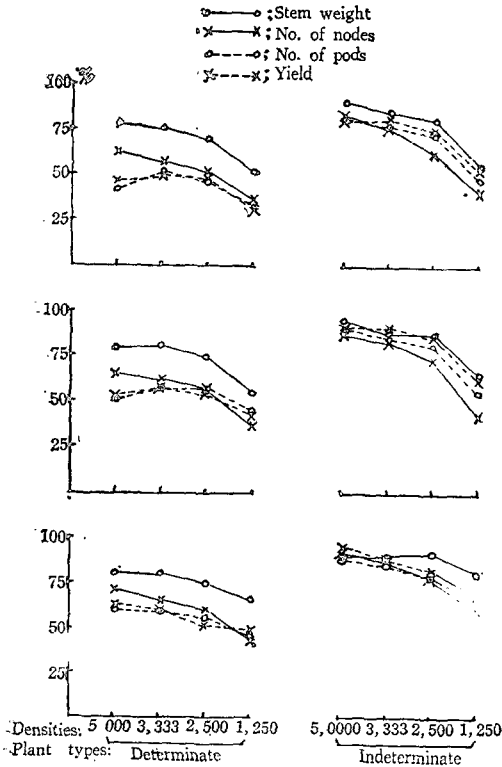


Fig. 9. Percent of main stem to total stem weight, total number of nodes, total pods and yields when planting times and densities were different in 1973.

Fig. 10. Percent of main stem to total stem weight, total number of nodes, total pods and yields.

모두 거의 비슷한 傾向을 보여 開花期와 頂葉展開期의 LAI는 大部分의 物質生産과 關聯되는 形質과의 사이에 높은 相關을 보였으며 特히 單位面積當 節數, 乾物重 및 乾莖重과 높은 相關을 보였다. 그러나 莢肥滿期에는 無限型 品種에 있어서 LAI와 乾物重間에 만

統計的 有意相關이 있었고 其他는 全般的으로 有意性이 없었다. 莢數, 莖長 및 莖太에 있어서는 有·無限型間에 開花期의 LAI는 有限型的 a當 莢數 및 莖長과의 相關에는 有意性이 없었으나 無限型的 a當 莢數와 莖長과는 高度의 有意相關을 나타냈고 有限型的 莖太는 開花期의 LAI와 높은 負의 相關이 있었으나 無限型에서는 有意性이 없었다.

Table 17. Correlation coefficients between LAI and other characters of determinate (Dt) and indeterminate (Idt) types.

Plant type	Develop. stage	LAI		Node / a	Pods / a	Dry weight			CGR		Stem length	Stem dia.	Stem wt./a
		TL	GB			IF	TL	GB	IF	TL			
Dt	IF	0.57**	0.14	0.62**	0.21	0.94**	0.56**	0.41*	0.79**	0.54**	0.36	-0.43*	0.53**
	TL	—	0.24	0.84**	0.65**	0.56**	0.84**	0.64**	0.22	0.79**	0.76**	0.22	0.82**
	GB	—	-0.21	0.09	0.18	0.17	0.37	0.22	0.22	0.11	-0.03	0.27**	
Idt	IF	0.68**	0.04	0.71**	0.58**	0.93**	0.83**	0.48*	0.73**	0.45*	0.75**	-0.14	0.79**
	TL	—	0.10	0.69**	0.64**	0.66**	0.86**	0.49*	0.33	0.84**	0.67**	-0.01	0.62**
	GB	—	-0.01	0.08	-0.04	-0.22	0.42*	-0.24	-0.30	-0.33	-0.16	0.30	

Note: * Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

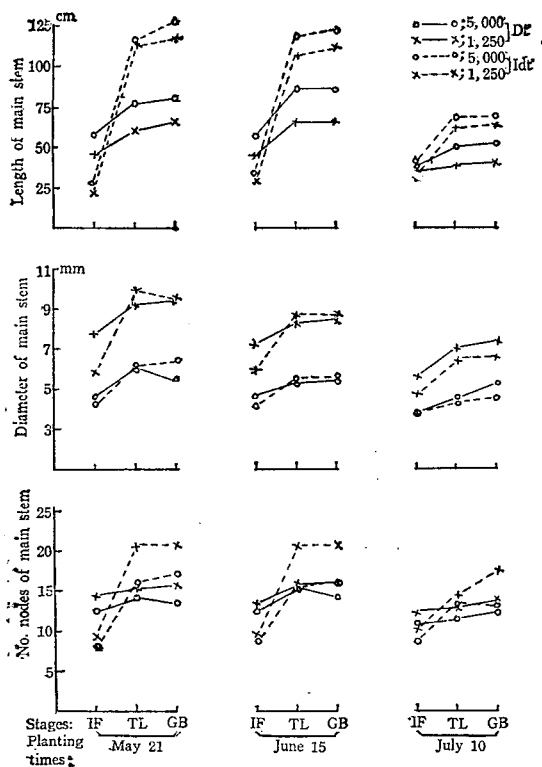


Fig. 11. Length, number of nodes and diameter of main stem at different developing stages.

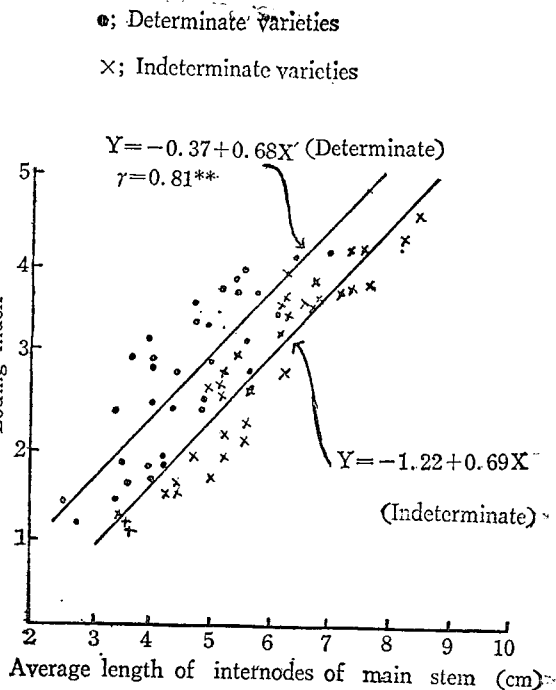


Fig. 12. Relationship between average length of internodes and lodging index.

Table 18. Correlation coefficients between dry weights of developing stages and other characters of determinate (Dt) and indeterminate (Idt) types.

Plant type	Develop. stage	Nodes/a	Pods/a	Dry weight		CGR		Stem length	Stem dia.	Stem wt./a
				TL	GB	IF	TL			
Dt	IF	0.56**	0.20	0.54**	0.37	0.83**	0.51*	0.37	-0.33	0.48*
	TL	0.84**	0.66**	—	0.80**	0.22	0.95**	0.83**	0.14	0.84**
	GB	0.68**	0.61**	—	—	0.10	0.72**	0.72**	0.07	0.85**
Idt	IF	0.63**	0.41*	0.85**	0.28	0.84**	0.39	0.78**	-0.19	0.70**
	TL	0.68**	0.54**	—	0.37	0.58**	0.78**	0.84**	-0.12	0.64**
	GB	0.48*	0.70**	—	—	0.17	0.34	0.20	0.12	0.70**

Note: * Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

Table 19. Correlation coefficients between lodging index and other characters of determinate (Dt) and indeterminate (Idt) types.

Plant type	LAI			Dry weight			Stem wt./a	Stem length	Stem dia.	Grain yield/a
	IF	TL	GB	IF	TL	GB				
Dt	0.50*	0.73**	0.02	0.45*	0.81**	0.72**	0.87**	0.90**	0.00	0.76**
Idt	0.68**	0.56**	-0.01	0.64**	0.72**	0.35	0.59**	0.67**	-0.53**	0.14

Note: * Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

나. 乾物重과 莖形質과의 相關

表18과 같이 生育期別 乾物重은 有·無限型 모두 a當 節數, 莖數 및 莖重, CGR, 莖長과 높은 相關을 나타냈으나 莖太와는 有意相關이 없었다. 開花期의 乾物重과 a當 莖數 및 莖長과의 相關이 있어서 有限型은 有意性이 없었으나 無限型은 開花期의 乾物重과 莖數 및 莖長과의 相關이 높았다.

莖太에 있어서는 有限型에서 有意相關이 없는 反面 無限型에서는 高度의 負의 相關關係를 보였다.

다. 倒伏과 莖形質間的 相關 :

表19와 같이 倒伏指數는 葉面積이나 乾物重 그리고 莖長 및 乾莖重과의 相關이 높아 乾物重이 높거나 키가 클수록 倒伏이 많이 되는 傾向이 顯著하였고, 有限型品種에서는 倒伏과 收畝間에 높은 正의 相關을 보였다.

한편 平均主莖節間長(主莖長/主莖節數)과 倒伏指數와의 關係를 보면 그림 12와 같이 高度의 正의 相關을 보였으며 有限型群과 無限型群間에는 倒伏指數 3일때 節間長이 各各 5cm, 6cm로서 無限型群의 節間長이 多少 긴 傾向이어서 같은 節間長의 경우에는

倒伏抵抗性이 높다는 것을 나타내고 있다.

5. 栽培條件과 品質과의 關係

播種期, 栽植密度 및 施肥量水準을 달리했을 때의 100粒重, 蛋白質 및 脂肪含量的 變化를 보면 表20~23과 같다. 播種期 對 栽植密度試驗(1973)에 있어서 主莖과 分枝의 100粒重을 보면 品種間에 顯著한 差異를 나타냈으며 栽植密度間에는 密植할수록 떨어져서 a當 5,000個體와 1,250個體間의 100粒重 差가 主莖에 있어서는 5月 21日區에서 0.9 gm, 6月 15日區에서 0.1 gm, 그리고 7月 10日區에서는 0.5 gm 이었고, 分枝에서는 5月 21日區 및 6月 15日區에서 0.8 gm이었고 7月 10日區에서는 別 差가 없었다. 이를 播種期別로 보면 晚播할수록 떨어져서 主莖의 100粒重의 平均値가 5月 21日區에는 18.2 gm, 6月 15日區에서는 17.8 gm, 그리고 7月 10日區에서는 16.9 gm이었고, 分枝의 100粒重은 5月 21日區에서 17.1 gm과 6月 15日區에서 17.3 gm로서 別 差가 없었고 7月 10日區에서는 15.6 gm이었다. 따라서 播種期別로 보았을 때의 主莖과 分枝의 100粒重의 差는 各各 1.2 gm, 0.5 gm, 1.3gm이었다.

Table 20. 100 seed weight (gm) of main stem of each variety when planting times and densities were different in 1973.

Varieties	Dates														
	May 21					June 15					July 10				
	5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean
Kwang-kyo	19.3	20.6	19.4	20.9	20.1	19.5	18.0	19.1	18.9	18.9	19.8	19.3	18.5	19.5	19.3
Dong puk-tae	21.1	19.2	20.5	20.4	20.3	22.6	21.3	22.4	22.1	22.1	17.4	19.3	18.9	18.9	18.5
Suke #51	17.9	20.6	18.9	19.4	19.2	18.9	19.0	19.8	19.8	19.4	17.9	19.8	19.2	18.6	18.9
Shelby	15.6	14.8	17.6	17.1	16.3	14.4	15.1	16.2	14.5	15.1	15.9	19.2	16.1	17.5	16.4
SRF-300	15.5	16.3	15.4	17.1	16.1	14.7	16.3	16.1	15.2	15.6	13.3	14.0	14.4	14.0	13.9
Harosoy	17.0	16.7	18.0	16.7	17.1	15.7	16.7	15.7	15.8	16.0	15.1	14.8	14.4	14.2	14.6
mean	17.7	18.0	18.3	18.6	18.2	17.6	17.7	18.2	17.7	17.8	16.6	17.2	16.8	17.1	16.9

Table 21. 100 seed weight (gm) of branches of each variety when planting times and densities were different in 1973.

Varieties	Dates														
	May 21					June 15					July 10				
	5,000	3,333	2,500	1,200	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean	5,000	3,333	2,500	1,250	mean
Kwang-kyo	18.1	18.6	18.7	20.1	18.9	18.0	18.2	19.0	20.6	19.0	19.7	18.3	17.9	18.2	18.5
Dong puk-tae	20.5	18.7	18.2	19.8	19.3	21.0	21.3	21.1	21.6	21.3	17.1	18.4	18.0	16.8	17.6
Suke #51	18.3	19.0	19.0	17.4	18.4	18.6	18.9	18.7	19.4	18.8	17.4	18.8	18.5	16.2	17.7
Shelby	12.3	11.9	13.2	15.5	13.2	13.2	13.0	12.8	13.3	13.1	13.8	13.3	14.3	13.8	13.8
SRF-300	15.8	15.2	15.2	16.4	15.7	14.4	14.9	15.2	16.2	15.2	11.5	13.4	12.7	12.7	12.6
Harosoy	16.0	17.3	18.8	16.3	17.1	16.7	17.3	16.0	16.3	16.6	12.9	13.1	12.7	13.9	13.2
mean	16.8	16.8	17.2	17.6	17.1	17.0	17.3	17.1	17.8	17.3	15.4	15.9	15.7	15.3	15.6

한편 施肥量 對 栽植密度試驗의 100粒重(主莖)을 보면 栽植密度間에는 疎植할 수록 減해지는 傾向이 있고 普肥水準과 倍肥水準間에는 別差가 없었으나 無肥水準에서는 普肥 및 倍肥水準보다 1.7~1.8 gm가 減少되었다.

다음 播種期 對 栽植密度試驗에 있어서 a當 2,500

個體區의 蛋白質과 脂肪含量을 보면 蛋白質含量은 播種期間에 別差異를 認볼수 없었으나 脂肪含量은 晚播일수록 減少하는 傾向이 있고 施肥量 對 栽植密度試驗에 있어서는 施肥水準이나 栽植密度間에 脂肪이나 蛋白質含量에는 別다른 變化의 傾向이 없었다.

Table 22. Protein and oil content of each variety when planting times were different in 1973.

Varieties	Protein (%)				Oil (%)			
	May 21	June 15	July 10	mean	May 21	June 15	July 10	mean
Kwang-kyo	40.4	40.8	41.1	40.8	14.9	15.5	15.6	15.3
Dong puk-tae	41.3	41.2	41.3	41.3	16.0	15.6	14.5	15.4
Suke #51	40.9	41.0	41.2	41.0	16.8	16.3	15.8	16.3
Shelby	41.1	40.5	38.7	40.1	19.9	19.1	17.5	18.8
SRF-300	40.9	41.6	41.0	41.2	18.3	18.6	17.8	18.2
Harosoy	40.1	40.9	40.8	40.6	18.8	17.2	17.4	17.8
mean	40.6	41.0	40.7	40.9	17.5	17.1	16.4	17.0

Table 23. 100 seed weight and protein and oil content of Kwang-kyo and SRF-300 when fertilizer levels and planting densities were different.

Characters	Var.	Densities	Ls											
			None				Standard				2 times			
			5,000	2,500	1,250	mean	5,000	2,500	1,250	mean	5,000	2,500	1,250	mean
100 seed weight (gm)	Kwang-kyo		16.0	15.8	17.8	16.5	18.8	18.2	17.8	18.2	18.3	17.8	17.7	18.1
	SRF-300		10.8	12.0	11.7	11.5	12.3	14.2	13.3	13.3	12.7	13.8	13.0	13.2
	mean		13.4	13.9	14.8	14.0	15.6	16.0	15.8	15.8	15.3	15.8	15.9	15.7
Protein (%)	Kwang-kyo		37.4	38.6	38.5	38.2	37.3	38.5	39.0	38.3	38.3	38.0	3.84	38.2
	SRF-300		39.2	38.0	39.0	38.7	37.6	38.9	38.3	38.3	39.2	38.5	36.8	38.2
	mean		38.3	38.3	38.8	38.5	37.5	38.7	38.7	38.3	38.3	38.3	37.7	38.3
Oil (%)	Kwang-kyo		18.4	18.7	19.3	18.8	16.7	16.7	17.7	17.0	17.2	18.1	16.6	17.3
	SRF-300		20.4	17.9	19.2	19.2	18.5	19.5	17.6	18.5	20.2	19.6	19.5	19.8
	mean		19.4	18.3	19.3	19.0	17.6	18.1	17.7	17.8	18.7	18.9	18.1	18.6

IV. 考 察

1. 栽培條件과 乾物重, CGR, LAI 및 收量과의 關係

開花期에 있어서의 乾物重, CGR 및 LAI는 어느 경우에나 密植할수록 높았는데 이는 個體間의 生育競爭이 적은 時期이었기 때문이라 생각한다. 그리고 開花期의 乾物重, CGR 및 LAI에서 有限型은 無限型보다 훨씬 높았으나 頂葉展開期에는 오히려 有限型보다 無限型이 더 높거나 거의 같았다. 이는 生育日數에 大差가 없는 品種들이면서도 無限型이 有限型

보다 開花가 빠르고 有限型은 開花後 短期間에 頂葉이 展開되고 莖生育 및 葉展開가 停止하는데 反해 無限型은 開花後 莖生育과 葉展開가 相當히 오랜 期間 계속되는 때문이라고 생각되며 Woodworth¹¹⁵⁾, Ting¹⁰⁴⁾, Nagata^{80,81)} 및 Bernard⁶⁾ 등이 指摘한바와 一致한다.

播種期가 달랐을 때의 開花期의 乾物重과 LAI는 有·無限型 모두 5月 21日區와 6月 15日區가 거의 비슷하였는데 이는 6月 15日區가 5月 21日區보다 到花日數가 짧으면서도 溫度가 높은 時期에 生育되어 CGR가 顯著히 높았기 때문에 거의 같은 水準의 生

育량을 보인 것으로 생각되며 한편 7월 10日區의 乾物重과 LAI가 5월 21日區나 6월 15日區보다 顯著히 떨어졌는데 이는 7월 10日區의 CGR가 5월 21日區보다 높으면서도 到花日數가 顯著하게 짧았기 때문인 것으로 생각된다. 施肥量水準別로 볼 때 施肥水準이 높을수록 開花期의 乾物重, LAI 및 CGR가 높았는데 이는 施肥가 初期營養生長을 促進하였기 때문으로 생각된다.

한편 密植 및 施肥効果는 頂葉展開期 및 莢肥滿期에 가서 開花期때와 다른 樣相을 나타내어 5월 21日區나 6월 15日區 그리고 普肥 및 倍肥水準에서 密植할수록 乾物重, LAI 및 CGR가 높아지는 傾向이 微微한 것은 密植에 依한 過度生長으로 競爭이 너무 많고 透光狀態가 좋지 않아 下部葉이 黃化落葉하여 全植物體中에서 葉이나 葉柄의 比率이 적어진 때문인 것으로 解釋되며 이는 Donal²⁴⁾와 Beuerlein⁶⁾이指摘한바와 같았다. 그리고 7월 10日區는 開花期때처럼 密植일수록 乾物重이 增加하는 傾向이 적기는 하나 頂葉展開期나 莢肥滿期에도 密植일수록 增加하는 傾向이 뚜렷한 바 이는 營養生長期間인 到花日數가 짧아 全體生育量이 많지 못한 關係로 密植이라도 生育의 競爭이 적고 黃化落葉되는 葉이나 葉柄比率이 적기 때문이라 생각되고, 5월 21日區와 6월 15日區에서 疎植일때에 葉과 葉柄比率이 有·無限型 모두 높은 것도 위와 같은 競爭關係로 解釋된다. 또한 7월 10日區에서 有限型보다 無限型이 密植일때 CGR가 떨어지는 것은 品種의 特性으로 생각되고 LAI에 있어서는 播種期나 栽植密度 또는 施肥水準을 不問하고 有限型이 無限型보다 높고 7월 10日區의 有限型만이 頂葉展開期보다 莢肥滿期에 增加한 것은 洪과 小島⁵¹⁾가 報告한 것처럼 光敎等 韓國品種들의 晚播適應性이 높은 所致로 생각된다.

頂葉展開期의 乾物重에 대한 開花期때의 乾物重의 比率이 有限型인 光敎가 無限型인 SRF-300보다 높은 것은 開花期가 늦기 때문이며 7월 10日區에서 다른 播種期보다 頂葉展開期에 대한 開花期의 乾物重比率이 높은 것은 晚播의 경우 開花後의 生育이 적어서 全體營養生長量에 큰 比率을 차지하기 때문으로 생각된다. 그리고 植物體部分別로 보았을 때 全體乾物重에서 葉과 莖이 차지하는 比率이 相反되어 密植일수록 莖重比率이 커지고 葉重比率이 떨어지는데 이것은 競爭程度가 클수록 莖보다 葉에의 影響이 크기 때문으로 생각된다.

頂葉展開期에 無限型品種은 全體乾物重중에 이미 莢重比率이 높은 것은 開花期間이 길기 때문이다.

한편 倍肥水準에 있어서 光敎는 開花期보다도 頂葉展開期의 乾物重이 오히려 낮았으나 莢肥滿期에는 다시 乾物重이 增加하여 特異하였는데 이것은 開花後 많은 倒伏으로 黃化落葉이 甚한 채로 頂葉展開期를 經過하였다가 그後 새로운 分枝가 發生되어 다시 급生長이 된 結果로 보이는데 SRF-300은 倒伏된 後 黃化落葉이 甚하고 再生育이 잘 안되는 것으로 觀察되어 頂葉展開期보다 乾物重이 높지 못 하였다. 이런 點으로 보아 光敎는 倒伏이 되더라도 어느 程度 높은 收量を 낼수 있는 能力을 가진 品種으로 생각된다.

모든 栽培條件과 種實收量を 보면 播種期別로 보았을 때 5월 21日區의 收량이 가장 높았으나 6월 15日區와는 별로 差異가 없고 7월 10日區는 顯著히 떨어졌다. 6월 15日區가 5월 21日區와 별 差異가 없는 것은 例年과 달리 1973年度의 氣象 特히 7月中旬에 降水量이 적었고 日射量이 平年보다 높은 結果로 初期生育에 좋은 影響을 미치게한 所致로 생각되며 7월 10日區에 收량이 顯著히 떨어진 것은 6월 15日區에 比하여 高溫短日이 되어 營養生長期間이 짧아져서 乾物重, LAI, 莖長, 節數등이 적어진 때문으로 생각되며 孫⁹⁶⁾이 國內에서 試驗한 結果나 Osler등⁸⁷⁾이 美國 Illinois州에서 試驗한 結果와 類似하다.

1973年度試驗의 播種期別로 본 栽植密度에 있어서 5월 21日區는 a當 1,250~2,500個體水準, 6월 15日區에서는 2,500個體水準, 그리고 7월 10日區에서는 3,333個體水準이 가장 높은 收量を 보여 晚播일수록 密植의 效果가 큰 것은 孫⁹⁶⁾의 報告와 傾向이 비슷하였다. 그러나 이는 a當 4,400個體水準에서 가장 收량이 많았던 1972年度의 試驗結果보다 낮았고 李⁷²⁾가 麥後作(6月 20日)으로 試驗하였을 때 a當 6,600個體까지 密植에 依해서 增收되었던 것과 다른 것은 乾物重絕對量과 收量水準의 差異에서 起因되는 것으로 생각된다. 따라서 平年과 같은 氣象與件이나 生育量이 적은 栽培條件에서는 本試驗(1973)의 結果보다 더 密植되었을때 收량이 많을 것이지만 1973年度와 같은 氣象條件이나 肥沃한 土壤에서는 5월의 適期播種時에 a當 1,250~2,500個體水準, 6月中旬에는 a當 2,500內外, 7월 上旬에는 a當 3,300個體水準으로 播種하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

施肥量水準 對 栽植密度試驗에서는 光敎에 比해서 SRF-300의 收량이 顯著히 낮았고 倍肥水準에서는 SRF-300의 收량이 普肥水準보다 매우 떨어진 것은 過繁茂에 依한 倒伏과 黃化落葉의 原因으로 보이며 無肥區와 普肥區의 收량의 差가 별로 없는 것은 趙²¹⁾

가指摘한 바와 같이 콩이 他作物보다 肥料反應이 낮은原因과 土壤條件이 比較的 좋았던 結果로 解釋된다.

2. 收量과 乾物重 및 LAI와의 關係

有限型品種群에 있어서 開花期의 乾物重과 收量 그리고 頂葉展開期의 乾物重과 收量과의 回歸曲線式에서 最高收量を 내는 乾物重을 推定한 結果 開花期 때는 a當 25kg內外, 頂葉展開期에는 a當 50kg內外이었는데 이것은 Weber¹⁰⁰⁾이指摘한 것처럼 最大收량은 最大葉面積 및 最大乾物重 以下에서 얻어진다는 見解에 符合되는 것으로 보인다. 또한 頂葉展開期의 乾物重 및 LAI 그리고 莢肥滿期の 乾物重이 收量과 相關關係를 보인 것은 Weber¹⁰⁰⁾, Kumura⁶⁰⁾ 및 Buttery¹⁵⁾ 등이 報告한 結果와 같다. 莢肥滿期에 있어서 無限型品種의 乾物重 및 LAI와 收量에 있어서도 有意的인 回歸曲線關係를 나타내어 LAI는 4~5에서, 乾物重은 a當 80kg內外에서 가장 높은 收량을 나타낸 것은 前記한 Weber¹⁰⁰⁾ 등의 見解와 理由에서라고 생각된다. 또 開花期의 LAI나 乾物重이 收量과 相關이 낮은 것은 Egli²⁰⁾가 有·無限型品種을 가지고 試驗하였을 때의 結果와 一致된다. 따라서 LAI나 乾物重이 收量과 높은 相關을 갖는다고는 하지만 必要以上の 生育量은 收량을 올리는데 效果가 없으며 特히 開花期 때에는 品種에 따라 時期的 差異가 있어 適正水準은 다르더라도 지나치게 繁茂하게 되면 個體間의 激甚한 競爭으로 正常生育이 되지 못하고 倒伏이 되거나 透光率의 減少로 下部葉의 機能低下 또는 黃化落葉의 程度가 甚해지는 結果로 收량이 올라가지 못하는 것으로 解釋된다. 그러나 晚播時에는 適正水準까지 乾物重을 올릴 수 있도록 密植 또는 施肥量을 올리는 栽培法이 考慮되어야 할 것으로 생각된다.

3. 主莖과 分枝와의 關係

密植을 하면 莖長이 커지고 莖太는 가늘어지며 個體當乾物重이 減少하는데 本試驗에 있어서도 莖長은 品種間差異가 크나 例外없이 密植보다 疎植에서 짧아졌고 分枝長, 主莖節數 및 莖太는 疎植일수록 커지는 傾向이어서 이는 Weber¹⁰⁰⁾ 등^{54,73,96,99,111)}의 報告와 一致한다.

한편 總分枝長에 있어서 無限型品種들이 a當 3,333 個體以上の 密植에서는 有限型보다 짧았으나 疎植에서는 오히려 無限型的 分枝長이 더 길었다는 것은 無限型的 主莖節間長이 大體로 有限型보다 길고 分枝節間長은 더한층 길어서 節數를 重要な 要因으로 본다면 結局 密植이나 疎植을 不問하고 無限型品種이 主莖型이라고 認定된다.

成熟時의 莖重, 節數, 莢數 및 收量の 主莖比率이 晚播일수록 높은 것은 營養生長量이 充分치 못하여 分枝發生의 餘裕가 없었기 때문으로 생각되며 어느 播種期이든 密植할수록 主莖依存度가 높고 無限型品種의 主莖依存度가 높다는 것은 李⁷²⁾의 結果와 一致한다. 그런데 莖重이나 節數의 主莖比率이 莢數나 收量の 主莖比率보다 높다는 것은 分枝의 重量이나 節數가 主莖의 重量이나 節數만큼 種實生産에 效果的이지 못하다는 것으로 解釋할때 密植이나 晚播에 依해서 主莖依存度가 커지는 경우에는 遺傳的으로 分枝發生이 적은 主莖型品種이 有利할것으로 생각되며 無限型品種이 이런 面에서는 主莖依存度가 높아 바람직한 特性으로 생각된다.

4. 主要形質間的 相互關係

生育期別 LAI와 諸形質間的 相關關係에 있어서 開花期 및 頂葉展開期의 LAI가 CGR, 莖長, a當 乾物重, 節數, 莢數 및 莖重등과 높은 相關을 나타낸 것은 同化器官인 葉의 重要性을 나타내는 것으로서 Weber¹⁰⁰⁾ 등^{14,69,72,89,94)}이 報告한 바와 같으며 莢肥滿期の LAI가 他形質과 相關이 거의 없는 것은 生育이 進展됨에 따라 下部葉의 落下로 LAI가 減少하고 他形質과 一定한 關係를 나타내지 못하기 때문이라고 생각된다. 한편 開花期의 LAI와 有限型品種들의 莖長 및 a當莢數와는 有意相關이 없었으나 無限型的 莖長 및 a當莢數와는 高度의 有意相關을 나타내었는데 이것은 有限型品種들이 播種期가 달랐을 때에도 開花期의 LAI에 差가 적었고 莢數나 莖長과의 相關이 낮았던 것에 反해 無限型品種들은 開花期 때의 LAI가 7월 10日區에서 顯著히 떨어지고 莢數나 莖長도 같은 傾向을 나타내어 相關이 높게 나타난 것으로 認定된다. 이는 無限型品種이 일찍 開花되고 開花後에도 生長이 계속되어 開花期의 LAI가 낮은 것이 별로 問題되지 않는 것이지만 晚播의 경우 開花期의 LAI가 아주 낮은 것은 考慮되어야 할 點으로 생각된다.

生育期別 乾物重과 a當莢數, 節數 및 莖重 그리고 CGR, 莖長이 높은 相關을 나타낸 것은 LAI의 境遇와 類似하였으며 다만 莢肥滿期の 乾物重이 莢肥滿期の LAI와는 달리 a當 莢數와 節數 및 莖重等과 높은 相關을 나타낸 것은 莢肥滿期の 乾物重의 構成中 莖部分의 比率이 높기 때문인 것으로 생각된다.

倒伏과 諸形質間에 있어서는 倒伏指數가 LAI, 乾物重, 莖長 및 乾莖重과의 相關이 높아 植物體重이나 키가 클수록 倒伏이 많아지는데 이런 點으로 보아 早播 또는 密植이 單位面積當 營養生長량을 크게

하는 手段으로 重要하고 收量과 關聯이 큰 乾物重生産에 有利한 것은 事實이지만 過繁茂되기 쉽고 莖伸長이 커져서 節間長이 길고 軟弱하여 自體의 重量을 持撐하지 못하고 結局 倒伏되기 쉽게 되는 것으로 생각된다.

따라서 若干 傾斜가 있을 程度의 倒伏은 Leffel⁷¹⁾이 報告한 바와 같이 收量에 影響이 적겠지만 密植할수록 特히 施肥 水準이 높거나 早植할 때의 密植은 많은 사람들^{22,58,108)}이 指摘한 바와 같이 減收를 免치 못하였다. 또한 倒伏은 密植 또는 早植에 따라 길어지는 節間長과 高度의 相關을 갖어 杉山⁹⁸⁾가 指摘한 바와 같고 有限型과 無限型間에도 같은 傾向이나 無限型은 本來의 節間長이 길기 때문에 같은 길이 節間長에서는 倒伏이 덜 된다고 볼 수 있다.

5. 栽培條件과 品質과의 關係

疎植보다는 密植한 것이 主莖에 比해서 分枝의 100粒重이 떨어지는 傾向은 李⁷²⁾ Hinson⁵⁰⁾ 등의 結果와 一致하며 收量에 對한 期待는 主莖보다 分枝에서 떨어진다고 볼 수 있다. 播種期別로 보면 晚播 特히 7月 10日에 播種한 것의 100粒重이 떨어졌는데 이것은 乾物生産의 絕對量이 적었고 結實日數가 짧아서 莖의 充實度가 낮아진 때문인 것으로 解釋되는데 이것은 Fukui等³⁸⁾의 見解와 一致한다. 또한 收量構成 要素中의 하나인 100粒重이 낮으므로 收量도 떨어질 수 밖에 없는 것으로 생각된다. 施肥水準間에 있어서 無肥區의 100粒重이 떨어지는 것은 營養面의 不均衡에서 오는 것으로 생각된다.

한편 脂肪과 蛋白質含量에 있어서 蛋白質含量은 栽植密度나 播種期 및 施肥水準에 따른 影響이 별로 없었는데 이것은 Cartter & Hopper¹⁶⁾를 비롯한 많은 사람들^{26,33,50,53,87,107,110)}이 報告한 바와 같다. 그리고 脂肪含量은 晚播할수록 減少하는 것은 登熟期間의 氣溫이 낮았기 때문이라고 생각되며 Cartter¹⁶⁾가 指摘한 바와 같다.

以上の 結果를 綜合해 볼때 Donald²⁴⁾, Beuerlein⁵⁾이 提議한 바와 같은 主莖型品種에 依한 密植栽培는 앞으로 더욱 檢討하여야 할 것이나 現實적으로 볼때 生育日數가 짧고 長日 高溫條件에서 播種되는 麥後作品種으로서 主莖型이면서 莖長이 比較的 크지만 倒伏에 強하고 또한 初期生長率이 커서 晚播條件에서 乾物生産이 充分하면서도 密植適應성이 높은 品種의 選定 乃至 育成이 이루어져야 할 것으로 생각된다. 한편 莖伸育型에 대해서는 Shannon 등^{49,47,92)}이 有·無限型 Isoline을 갖이고 研究한 結果에서와 같이 密植適應性品種은 有限型~中間型品種이 좋을 것으로

로 보이거나 國內과 日本에서 試驗한 權⁷⁰⁾, 李⁷²⁾, Negata⁸⁵⁾, Tsheng¹⁰¹⁾ 등의 結果에서 無限型品種의 密植適應성이 높다고 한 것은 相反의이고 本 試驗에서 出處가 다른 有·無限型的 供試品種으로서 純粹한 有·無限型的 優劣을 比較判斷하기가 어려운바 이점도 앞으로 檢討하여야 할 課題로 생각된다.

그리고 栽培技術面에서 麥後作中心으로 보면 晚播에 依하여 減少되는 乾物生産이나 葉面積은 適正水準의 密植으로 補完이 되겠지만 이 適正水準은 氣象條件이나 播種期에 따라 調整되어야 할 것이며 特히 晚播時에 充分한 基本營養生長을 할 수 있는 晚播適應性品種의 選擇과 더불어 發芽 및 初期生育을 促進시킬 수 있는 栽培技術이 開發되어야 할 것이며 土壤 또는 肥沃度에 따라 다르겠지만 一般적으로 過度한 窒素施肥는 避하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

V. 摘 要

本 試驗은 有·無限型大豆品種에 대한 多收性品種의 育種 및 栽培技術改善의 基礎資料로서 乾物生産 및 諸 形質間의 相互關係를 밝힐 目的으로 播種期, 栽植密度 및 施肥水準이 다른 條件에서 光敎, 東北太 및 水系51號를 有限型品種으로 그리고 Shelby, SRF-300 및 Harosoy를 無限型品種으로 하여 1972年 부터 2個年에 걸쳐 作物試驗場(水原)에서 實施하였는데 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 開花期에 있어서의 乾物重, CGR 및 LAI는 品種, 播種期, 施肥水準을 莫論하고 密植할수록 增加하였고 開花期가 빠른 無限型品種들은 有限型品種보다 顯著히 떨어졌으나 頂葉展開期에는 오히려 有限型보다 無限型이 더 높거나 거의 같은 水準을 나타냈다.

2. 播種期別로 본 開花期의 乾物重은 有·無限型 모두 5月 21日區와 6月 15日區가 거의 비슷하나 7月 10日區의 乾物重은 낮았으며 施肥水準이 높을수록 開花期에는 CGR을 비롯하여 乾物重과 LAI도 높았다.

3. 葉面積指數(LAI)는 同一群內에서 品種間差異도 相當히 컸으나 無限型品種은 播種期, 栽植密度 및 施肥水準을 莫論하고 有限型品種보다 떨어지는데도 種實收量은 별로 떨어지지 않았다.

4. 早植 및 增肥의 경우에는 密植을 하면 頂葉展開期 以後에 葉과 葉柄部分의 落下が 많으나 疎植인 경우 또는 晚播(7月 10日)에서는 葉과 葉柄의 落下が 적은 傾向이 뚜렷하였다.

5. 植物體部分別로 보면 莖重比率는 密植할수록 높아지고 반면 葉重比率는 疎植할수록 높아졌으며

晚播할수록 莖重과 葉柄比率은 떨어지고 葉重比率은 높아지는 傾向이었다.

6. 頂葉展開期에 있어서 有限型品種은 莖重比率이 5月 21日區에서 2%內外, 6月 15日區에서 8%內外, 7月 10日區에서는 9%內外이어서 매우 적은 반면 無限型品種은 5月 21日區에서 6%內外, 6月 15日區에서 14%內外, 그리고 7月 10日區에서는 21%內外로 매우 컸다.

7. 光敎는 多肥條件에서 倒伏된 後에도 黃化落葉이 적고 生育이 回復되나 SRF-300은 生育이 回復되지 않았다.

8. 種實收量은 5月 21日區가 가장 높았으나 6月 15日區와 별로 差異가 없고 7月 10日區는 減少가 있는데 有限型品種들은 晚播에 依한 減少程度가 比較的 적고 無限型品種은 그 程度가 컸었다.

9. 栽植密度의 適正水準은 收量面으로 보았을 때 5月 21日區에서는 a當 1,250~2,500個體, 6月 15日區에서는 2,500個體, 그리고 7月 10日區에서는 3,333個體水準이었다.

10. 全品種에 있어서 頂葉展開期의 乾物重과 LAI 그리고 莖肥滿期의 乾物重은 收量과 높은 相關을 나타냈고 有限型品種에 있어서 最高의 收量을 期待할 수 있는 乾物重의 適正線은 開花期때에 a當 25kg, 頂葉展開期때에 50kg內外였으며 無限型品種에 있어서는 莖肥滿期의 LAI는 4~5, 그리고 莖肥滿期의 乾物重은 a當 80kg內外이었다.

11. 密植을 하면 莖長은 커지고 莖太와 分枝 및 節數는 적어져서 主莖比率이 높아지고 節間長이 길어졌다. 莖重, 節數, 莖數 및 種實收量의 主莖比率은 密植할수록 그리고 晚播한것이 높았으며 無限型이 有限型보다 높았다.

12. 密植 또는 晚播의 경우에는 莖數나 種實收量의 主莖比率이 높아서 主莖依存度가 높은 品種이 有利한 것으로 보였다.

13. 開花期와 頂葉展開期의 LAI는 有·無限型 모두 單位面積當 總節數, 乾物重 및 乾莖重과 높은 相關을 보였고 開花期의 LAI는 有限型的 莖長 및 a當 莖數와의 相關에는 有意差가 없었으나 無限型的 莖長 및 a當 莖數와는 高度의 有意相關을 보였다.

14. 乾物重은 LAI外에 CGR, 莖長 그리고 a當 節數, 莖數 및 乾莖重과 높은 相關을 보였으나 莖太와는 有意的인 相關이 없었다.

15. 倒伏指數는 LAI, 乾物重, 莖長 및 乾莖重과 높은 有意相關이 있었고 莖太와는 無限型品種에 있어서 高度의 負의 相關을 보였으나 有限型品種에서

는 有意相關이 없었으며 有限型品種에서는 收量과 高度의 正의 相關을 보였다. 또한 倒伏指數는 主莖의 平均節間長과 高度의 正의 相關이 있었다.

16. 100粒重은 密植 및 晚播 그리고 無肥條件에서 떨어지는 傾向이었고 主莖보다 分枝의 100粒重이 낮았다.

17. 蛋白質含量은 어떤 栽培條件에서도 變化가 거의 없으나 脂肪含量은 晚播할 때 減少하는 傾向이 뚜렷하였다.

引用文獻

1. Abel, G.H. Jr. 1962. Response of soybeans to dates of planting in imperial valley of California. *Agron. J.* 53:95-98.
2. 有賀武典. 1948. 大豆品種의 生態型. *農及園* 23: 617-620.
3. Basnet, B.S., G.M. Paulsen, and C.D. Nickell. 1972. Growth and composition responses of soybeans to some growth regulators. *Agron. J.* 64:550-552.
4. Bauer, M.E., T.G. Sherbeck, and A.J. Ohlrogge. 1969. Effect of rate, time and method of application of TIBA on soybean production. *Agron. J.* 61:604-606.
5. Beuerlein, J.E. and J.W. Pendleton. 1971. Photosynthetic rates and light saturation curves of individual soybean leaves under field conditions. *Crop Sci.* 11:217-219.
6. Bernard, R.L. 1972. Two genes affecting stem termination in soybean. *Crop Sci.* 12:235-239.
7. Bohning, R.H. and C.A. Burnside. 1956. The effects of light intensity on rate of apparent photosynthesis of leaves of sun and shade plants. *Am. J. Botany* 43:557-561.
8. Borthwick, H.A. and M.W. Parker. 1938. Influence of photoperiods upon the differentiation of meristems and the blossoming of Biloxi soybeans. *Bot. Gaz.* 99:825-839.
9. Borthwick, H.A. and M.W. Parker. 1939. Photoperiodic responses of several varieties of soybeans. *Bot. Gaz.* 101:341-365.
10. Bowes, G., W.L. Ogren, and R.H. Hageman. 1972. Light saturation, photosynthesis rate, RuDp Carboxylase activity and specific leaf weight in soybean grown under different light

- intensities. *Crop Sci.* 12:77-79.
11. Brun, W.A. and R.L. Cooper. 1967. Effects of light intensity and carbon dioxide concentration on photosynthetic rate of soybean. *Crop Sci.* 7:451-454.
 12. Burnside, C.A. and R.H. Bohning. 1957. The effect of prolonged shading on the light saturation curves of apparent photosynthesis in sun plants. *Plant Physiol.* 32:61-63.
 13. Burton, J.C. and R.L. Curley, 1966. Influence of TIBA on growth nodulation and yield of inoculated soybeans. *Agron. J.* 58:406-408.
 14. Buttery, B.R. 1969. Analysis of the growth of soybeans as affected by plant population and fertilizer. *Canad. J. Plant Sci.* 49:659-673.
 15. Buttery, B.R. 1970. Effects of variation in leaf area index on growth of maize and soybeans. *Crop Sci.* 10:9-13.
 16. Cartter, J.L. and T.H. Hopper. 1942. Influence of variety, environment and fertility level on the chemical composition of soybean seed. *USDA Tech. Bull.* 787.
 17. Caviness, C.E. and C. Prongsirivathana. 1968. Inheritance and association of plant height and its components in a soybean cross. *Crop Sci.* 8:221-224.
 18. 張權烈. 1963a. 大豆의 品種에 관한 研究 I. 生態型과 成熟群의 分類. 韓作誌 1:3-25.
 19. 張權烈. 1963b. 大豆의 品種에 관한 研究 II. 諸特性間의 相關關係. 晉農大研報 2:1-12.
 20. 張權烈. 1964. 大豆의 品種에 관한 研究 III. 生態型과 諸特性間 그리고 收量과 諸特性間의 關係. 韓作誌 2:30-37.
 21. 趙載英. 1969. 大豆의 生産과 研究에 있어서의 當面課題. 韓作誌 6:19-32.
 22. Cooper, R.L. 1971. Influence of early lodging on yield of soybean. *Crop Sci.* 11:449-450.
 23. Curtis, P.E., W.L. Orgen, and R.H. Hageman. 1969. Varietal effects in soybean photosynthesis and photorespiration. *Crop Sci.* 9:323-327.
 24. Donald, G.M. 1968a. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17:385-403. (*Neth. J. Plt. Breed*).
 25. Donald, G.M. 1968b. The design of a wheat ideotype. *Proc. 3rd. Int. Wheat Genet. Symp.* Conberra, Aust. Acad. Sci. 377-387.
 26. Donovan, L.S., F. Dimmock, and R.B. Carson. 1962. Some effects of planting pattern on yield, percent oil and percent protein in Mandarin (Ottawa) soybeans. *Can. J. Pl. Sci.* 43:131-140.
 27. Dornhoff, G.M. and R.M. Shibles. 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. *Crop Sci.* 10:42-45.
 28. Dreger, R.H., W.A. Brun, and R.L. Cooper. 1969. Effect of genotype on the photosynthetic rate of soybean. *Crop Sci.* 9:429-431.
 29. Egli, D.B. and J.E. Leggett. 1973. Dry matter accumulation patterns in determinate and indeterminate soybeans. *Crop Sci.* 13:220-222.
 30. Elmoore, C.D., J.D. Hesketh, and H. Muramoto. 1967. A survey of rate of leaf growth, leaf aging and leaf photosynthetic rates among and within species. *J. Arijona Acad. Sci.* 4:215-219.
 31. El-Sharkawy, M. and J. Hesketh. 1965. Photosynthesis among species in relation to characteristics of leaf anatomy and CO₂ diffusion resistance. *Crop Sci.* 5:517-521.
 32. Etheridge, W.C., C.A. Helm, and B.M. King. 1929. A classification of soybeans. *Missouri Agr. Exp. Sta. Bull.* 131. 54p.
 33. Feaster, C.V. 1949. Influence of planting date on yield and other characteristics of soybeans grown in southeast Missouri. *Agron. J.* 41:57-62.
 34. 藤盛郁夫. 1963. 大豆の有無限型品種の地域適應性. 育雜 13:193(第23回講演要旨).
 35. 福井重郎・荒井正雄. 1951 a. 日本に於ける大豆品種の生態學的研究. I. 開花日數と結實日數による品種の分類とその地理的分布に就いて. 育雜 1:27-29.
 36. 福井重郎・鎗水壽. 1951 b. 開花後の短日が大豆の成熟に及ぼす影響の品種間差異. 育雜 1:86-90.
 37. 福井重郎・鎗水壽. 1956. 開花後の溫度が大豆の登熟に及ぼす影響の品種間差異. 育雜 6:192-196.
 38. 福井重郎. 後藤虎男. 1959. 日長及び溫度が大豆子實の發達に及ぼす影響の品種間差異. 育雜 9:219-226.
 39. Galston, A.W. 1947. The effect of 2,3,5-triiodobenzoic acid on the growth and flowering of soybeans. *Amer. J. Bot.* 34:356-360.

40. Garner, W.W. and H. A. Allard. 1930. Photo-periodic response of soybeans in relation to temperature and other environmental factors. *J. Agri. Res.* 41:719-735.
41. Greer, H.A.L. and I.C. Anderson. 1965. Response of soybeans to triiodobenzoic acid under field conditions. *Crop Sci.* 5:229-320.
42. Hammond, L.C. and D. Kirkham. 1949. Growth curves of soybean and corn. *Agron. J.* 41:23-29.
43. Hanway, J.J. and C.R. Weber. 1971. Dry matter accumulation in eight soybean varieties. *Agron. J.* 63:227-230.
44. Haque, M.F. 1964. Linkage between resistance to phytophthora root rot and plant and seed characters in soybean. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 24:99-105.
45. Haque, M.F. 1965. Linkage in soybean. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 25:102-104.
46. Hartwig, E.E. 1954. Factors affecting time of planting soybeans in the southern states. *USDA Cir.* 943.
47. Hartwig, E.E. and C.J. Edwards. 1970. Effect of morphological characteristics upon seed yield in soybeans. *Agron J.* 62:64-65.
48. Hicks, D.R., H.W. Pendleton, and W.O. Scott. 1967. Response of soybeans to TIBA (2,3,5-triiodobenzoic acid) and high fertility level. *Crop Sci.* 7:397-398.
49. Hicks, D.R., H.W. Pendleton, R.L. Bernard, and T.J. Johnston. 1969. Response of soybean plant types to planting patterns. *Agron. J.* 61:290-293.
50. Hinson, K. and W.D. Hanson. 1962. Competition studies in soybeans. *Crop Sci.* 2:117-123.
51. 洪殷慈・小島睦男. 1972. 大豆におけるたんぱく質収量の増大に関する研究. 第I報. 晩播栽培における大豆品種の乾物生産. *日作紀* 41:502-508.
52. 洪殷慈・朴根龍・孫膺龍. 1972. Regim-8에 의한 콩의 生長과 収量에 관한 研究. *韓作誌* 11:21-26.
53. Howell, R.W. and J.L. Cartter. 1958. Physiological factors affecting composition of soybeans to temperature under controlled conditions. *Agron. J.* 50:664-667.
54. 古谷義人. 1962. 作物大系 第4編 豆類 II. 大豆と環境. 63-87pp.
55. Hume, D.J., J.W. Tanner and J.G. Criswell. 1972. Effects of environment on response of soybeans to TIBA. *Crop Sci.* 12:293-294.
56. 井浦 徳. 1929. 夏大豆の密植栽培. *農及園* 39:319-322.
57. Johnson, B.J. and H.B. Harris. 1967. Influence of plant population on yield and other characteristics of soybeans. *Agron. J.* 59:447-449.
58. Johnston, T.H. and J.W. Pendleton. 1968. Contribution of leaves at different canopy levels to seed production of upright and lodged soybeans. *Crop Sci.* 8:291-292.
59. Johnston, T.H., J.W. Pendleton, D.B. Peters, and D.R. Hicks. 1969. Influence of supplemental light on apparent photosynthesis, yield and components of soybeans. *Crop Sci.* 9:577-581.
60. 河原榮治. 1963. 大豆の遺傳因子分析に関する研究. *東北農試研報* 26:79-147.
61. 川島・九山. 1966. 大豆播種期の限界とその適應栽植密度について. *長野縣農試報告* 6巻:孫⁸⁰ p. 275에서 引用.
62. Keck, R.W., R.A. Dilley, and B. Ke. 1970. Photochemical characteristics in a soybean mutant. *Plant physiol.* 46:699-704.
63. 金興培・金靈濟. 1971. 生長調節劑가 大豆收量에 미치는 影響. *韓育學誌* 3:24-28.
64. 小林正明. 1946. 豆類: 雜穀叢書: 張¹⁸: p.9에서 引用.
65. 小林正明, 赤井正志. 1956. 大豆の摘芯が生育とくに根系にすよぼす影響. *農及園* 31:1259-1261.
66. Koller, H.R., W.E. Nyquist, and I.S. Chorush. 1970. Growth analysis of the soybean community. *Crop Sci.* 10:407-412.
67. Koller, H.R., 1971. Analysis of growth within distinct strata of the soybean community. *Crop Sci.* 11:400-402.
68. 御子柴公人. 1964. 大豆の晩播栽培を前提とした機械化栽培. *農及園* 39:917-920.
69. 玖村敦修・浪花 勲. 1965. 大豆の物質生産に関する研究. 第1報. 生育に伴なう植物體の光合成ならびに呼吸能の推移. *日作紀* 33:467-471.

70. 權巨漢・安容泰・金仇來・殷鍾旋. 1973. 大豆의 草型에 따른 栽植密度가 種實收量 및 收量構成形質에 미치는 影響. 韓作誌 14:91-96.
71. Leffel, R.C. 1961. Plant lodging as a selection criterion in soybean breeding. *Crop Sci.* 1:346-349.
72. 李弘祐. 1974. 大豆의 密植多收型品種選定에 關한 育種學的研究. 1報. 栽植密度反應의 品種間差異. 서울大論文集生農系 24:45-67.
73. Lehman, W.F. and Lambert, J.W. 1960. Effect of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its components. *Agron. J.* 52:84-86.
74. Luxmoore, R.J. and R.J. Millington, and H. Marcellos. 1971. Soybean canopy structure and some radiant energy relations. *Agron. J.* 63: 111-114.
75. 松本友記. 1942. 大豆品種の地域的分布に就いて. 育種研究 1:144-149.
76. 永田忠男. 1950 a. 大豆の夏秋大豆性に關する研究. 第1報. 夏秋大豆性に依る大豆品種の分類. 日作紀 18:131-134.
77. 永田忠男. 1950 b. 上同 第2報. 夏秋大豆性と他形質との相關. 日作紀 18:147-151.
78. 永田忠男. 1951. 早期摘芯が大豆の生育並びに收量に及ぼす影響(豫報). 日作紀 19:323-326.
79. Nagata, T. 1960a. Studies on the differentiation of soybean in Japan and the world. *Memo. Hyogo Univ. Agr.* 3:63-102.
80. Nagata, T. 1960b. Morphological, physiological and genetic aspects of the summer vs. autumn soybean habit, the plant habit and the interrelation between them in soybeans. *Sci. Rep. Hyogo Univ. Agr.* 4 (Series Agr.):71-95.
81. Nagata, T. 1961. Studies on the significance of the indeterminate growth habit in breeding soybeans. I. Properties of American soybeans attributable to their indeterminate growth habits. *Jap. J. Breed.* 11:24-28.
82. 永田忠男. 1967 a. 大豆の無限伸育性の育種學的意義. 第3報. 有限無限伸育性の結實過程の差異. a. 莢および種子の生長と成熟. 育雜 17:25-32.
83. 永田忠男. 1967 b. 上同, 第4報. 有限無限伸育性の結實過程の差異 b. 種子の内部的變化. 育雜 17:131-136.
84. 永田忠男. 1968 a. 上同. 第5報. 異なる栽植密度に於ける倒伏抵抗性の品種間差異. 育雜 18:235-240.
85. 永田忠男. 1968 b. 上同. 第7報. 有限無限伸育性品種の倒伏抵抗性についての力學的考察. 育雜 18:291-294.
86. 小島睦男・福井重郎. 1966. 大豆の子實生産に關する研究. 第3報. 乾物生産の諸特性について. 日作紀 34:448-452.
87. Osler, R.D. and J.L. Cartter, 1954. Effect of planting date on chemical composition and growth characteristics of soybeans. *Agron. J.* 46:267-269.
88. Parker, M.W. and Borthwick, H.A. 1939. Effect of photoperiod on development and metabolism of Biloxi soybean. *Bot. Gaz.* 100:651-689.
89. Parker, M.W. 1951. Photoperiodic responses of soybean varieties. *Soybean Digest* 11:26-30.
90. Probst, A.H. 1945. Influence of spacing on yield and other characters in soybeans. *J. Am. Soc. Agron.* 37:549-554.
91. Radford, P.J. 1967. Growth analysis formulae, their derivation and necessary conditions for their use. *Crop Sci.* 7:171-175.
92. Shannon, J.G., J.R. Wilcox, and A.H. Probst. 1971. Response of soybean genotype to spacing in hill plots. *Crop Sci.* 11:38-40.
93. Shaw, R.H. and C.R. Weber. 1967. Effect of canopy arrangements on light interception and yield of soybean. *Agron. J.* 59:155-159.
94. Shibles, R.M. and C.R. Weber. 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. *Crop Sci.* 5:575-577.
95. 下島久雄・御子柴公人. 1952. 大豆移植摘芯の影響. 日作記 21:129-130.
96. 孫錫龍. 1971. 播種期와 栽植密度가 大豆收量構成要素에 미치는 影響. 忠北大論文集 4:273-283.
97. Steinberg, R.A. and W.W. Garner. 1936. Response of soybean plants to length of day and temperature under controlled condition. *J. Agr. Res.* 52.
98. 杉山・松澤. 1965. 大豆の多肥密植栽培と倒伏性の群落生態的考察. 長野農試研究報告 33卷.

99. 田口啓作・大庭寅雄. 1958. 大豆の 栄養生長と子
實收量との関係. 東北農試研報 14:36-44.
100. 高橋良直・福山甚之助. 1919. 大豆の 特性に 關
する調査及び試験成績. 北海道農試研究 第10卷
100pp.
101. Thseng, F. and S. Hosokawa. 1927a. Signific-
ance of growth habit in characteristics of
growth habit. Japan. J. Breed. 22:261-268.
102. Thseng, F. and S. Hosokawa. 1927b. Signifi-
cance of growth habit in soybean breeding.
II. Heritability and genotypic correlation in F₂
generation of crosses between indeterminate
types of varieties. Japan. J. Breed. 22:285-290.
103. Thompson, H.E. and J.C. Herman. 1968.
Profitable soybean production. Iowa St. Uni.
Sci. and Technology. 441.
104. Ting, C.L. 1946. Genetic studies on the wild
and cultivated soybeans. J. Amer. Soc. Agron.
38:381-393.
105. 戸蒔義次. 1972. 作物の光合成と物質生産. 養賢
堂 420pp.
106. Wax, L.M. and J.W. Pendleton. 1968. Influence
of 2, 3, 5-triiodobenzoic acid (TIBA) on soybean
planted in different cultural systems. Agron. J.
60:425.
107. Weber, C.R. and Weiss, M.G. 1948. Let's
push up soybean yields. Iowa Farm Sci. 2:10-
12.
108. Weber, C.R. and W.R. Fehr. 1966. Seed yield
losses from lodging and combine harvesting.
Agron. J. 58:287-289.
109. Weber, C.R., R.M. Shibles, and D.E. Byth.
1966. Effect of plant population and row spacing
on soybean development and Production. Agron.
J. 58:99-102.
110. Weiss, M.G., G.R., Weber, L.F. Williams, and
A.H. Probst. 1950. Variability of agronomic and
seed compositional characters in soybeans, and
influenced by variety and time of planting.
USDA. Tech. Bull. 107.
111. Wiggans, R.G. 1939. The influence of space
and arrangement on the production of soybean
plants. J. Am. Soc. Agron. 31:314-321.
112. Williams, L.F. 1950. Structure and genetic
characteristics of the soybean. In K.S. Markely
(ed) Soybean and soybean products. V.I. In-
terscience Publishers, New York. pp. 111-134.
113. Wolf, F.T. 1965. Photosynthesis of certain
soybean mutants. Bull. Forrey Bot. Club. 92:
99-101.
114. Woodworth, C.M. 1932. Genetics and breeding
in the improvement of the soybean. Illinois
Agr. Exp. Sta. Bull. 384:297-404.
115. Woodworth, C. M. 1933. Genetics of the soybean.
J. Amer. Soc. Agron. 25:36-51.
116. 山崎慎一. 1955. 大豆の品種と栽植密度. 農及
園, 30:934.

SUMMARY

To provide useful information for developing new high yielding soybean varieties and for improving cultural practices, an investigation was made on variation of dry matter production and on relationship among several agronomic characters of soybean plants grown under different planting times and densities as well as under different fertilizer levels, using Kwang-kyo, Dong puk-tae, and Suke #51 as determinate types and Shelby, SRF-300 and Harosoy as indeterminate types at the Crop Experiment Station during the period of 1972 and 1973.

The results obtained were summarized as follow:

1. The dry weight, CGR and LAI at the initial flowering stage were high in the high plant population irrespective of varieties, planting times, and fertilizer levels. However, those characters of the indeterminate type were lower than those of the determinate types. The same characters of the indeterminate type at the terminal leaf stage were either same or higher than those of the determinate types.
2. The dry weight of the determinate type at the initial flowering stage was similar to the indeterminate

- type, when planting times were May 21 or June 15. The dry weights of both types of varieties were low when planted on July 10. When fertilizer levels were increased, the CGR, dry weight and LAI at the initial flowering stages were also increased.
3. Even though significant differences of LAI were obtained among the varieties within the same plant type, the indeterminate type was in general lower than that of the determinate type regardless of planting time and densities, or fertilizer levels, while the yield of the indeterminate type was comparable to the yield of the determinate type.
 4. The high degree of leaf- and petiole-fall at the greenbean stage was highly associated with early planting and high levels of fertilizers. However, less amount of leaf- or petiole-fall was found when planted on July 10 or under low plant population.
 5. The percent of stem weight was high under higher plant population, while the percent of leaf weight was high under lower plant population. When planting time was late, the percent of stem and petiole weight were reduced, while the leaf weight was increased.
 6. The percent of pod weight of the determinate type at the terminal leaf stage was about 2% when planted on May 21, about 8% when planted on June 15, and about 9% when planted on July 10. The percent of pod weight of the indeterminate type at the terminal leaf stage were about 6% when planted on May 21, 14% when planted on June 15 and 21% when planted on July 10.
 7. Kwang kyo showed less degree of leaf-fall even when lodged due to high levels of fertilizer applied, while SRF-300 showed great damage due to lodging.
 8. High yields were obtained when planted on May 21, but there were little yield differences between yields from May 21 and June 15 plantings. The reduction of yield due to late planting of July 10 was less apparent in the determinate type of varieties, while it was high in the indeterminate type.
 9. The optimum plant population per are for high yield was 1,250 to 2,500 plants when planted on May 21, 2,500 plants when planted on June 15, and 3,333 plants when planted on July 10.
 10. High correlation coefficients were obtained between dry matter weight and LAI at the terminal leaf stages, and between the dry matter weight and yield at the greenbean stages. The optimum dry weight for high yield in the determinate type was expected to be 25 kg. per are at the initial flowering stage and 50 kg. per are at the terminal leaf stage. In the indeterminate type the LAI and dry weight at the greenbean stage were 4 to 5 and 80 kg. per are, respectively.
 11. Under the high plant population plant height was increased, while the stem diameter and the number of nodes and branches were reduced. Consequently, the percent of mainstem to main stem plus branches were increased, and the length of internode was also elongated. The ratios of stem weight, number of nodes and pods, and yield of main stem were increased when high plant population was associated with the early planting. The percent of main stem to branches for the indeterminate type was higher than that of the determinate type.
 12. Under the high plant densities and late planting, the percent of the pod number and yields of main stem were increased, indicating that varieties with no or less branches were better adaptable under such conditions.
 13. High degree of simple correlation coefficients was obtained between the LAI at the initial flowering stage and terminal leaf stage, and the total node number, dry matter and dry stem weight of both determinate and indeterminate types. Even though no significant correlation was found between the LAI at the initial flowering stage of the determinate type and the stem length and pod number per are, highly significant correlation coefficients were obtained between such characters in the indeterminate type of varieties.
 14. The dry matter was positively correlated with the LAI, CGR, stem length, and pod number, node

number and dry stem weight per are, while no significant correlation was found between the dry matter and stem diameter.

15. The correlation coefficients between lodging index and the LAI, dry weight, stem length and dry stem weight were highly significant. Negative correlation was obtained for the indeterminate type between the stem diameter and lodging index. The correlation coefficient between the stem diameter and lodging index was non-significant for the determinate type, while positive correlation was obtained between the yield and lodging index in the determinate type. The lodging index was also positively correlated with average length of internode of main stem.
16. The 100 seed weight appeared to be lowered under the high plant population and no fertilizer condition, and when planted late. Apparent differences of 100 seed weight were found between main stem and branches, being higher for the main stem than for the branches.
17. No variation of protein content was found due to different cultural practices. However, the oil content was apparently reduced when planted late.

App. 1. Mean temperature, precipitation and light intensity during experimentation at Suwon.

	Year	May			June			July			
		E	M	L	E	M	L	E	M	L	
Mean temp (°C)	1972	15.8	15.0	16.3	20.7	20.4	21.5	23.4	25.0	27.1	
	1973	15.5	16.2	18.1	19.3	21.2	22.1	24.9	27.3	27.1	
	Difference* ('72)	+0.5	-0.7	-1.4	+1.6	0.0	-0.7	+0.6	+0.8	+1.2	
	Difference* ('73)	+0.2	-0.5	±0.0	+0.2	+0.8	-0.1	+2.1	+3.1	+1.2	
Precipitation (mm)	1972	62.2	14.4	27.2	0.0	42.2	1.3	145.1	13.9	60.8	
	1973	57.7	11.7	0.4	6.8	37.9	101.9	23.5	66.0	96.7	
	Difference* ('72)	+28.7	+3.0	-3.4	-24.4	+17.8	-43.8	+31.0	-188.5	-57.0	
	Difference* ('73)	+16.2	+0.8	-28.9	-15.0	+12.7	+61.7	-93.9	-99.3	-25.9	
Light intensity (Ly/day)	1972	337.2	383.5	376.4	456.4	397.4	385.2	253.3	499.1	343.3	
	1973	416.9	481.5	479.8	487.4	413.0	307.8	512.0	402.1	403.2	
	Difference* ('72)	-20.5	-47.4	-25.0	+35.6	-23.0	+14.5	-20.8	+61.8	+29.3	
	Difference* ('73)	+49.2	+50.6	+78.4	+66.6	-7.4	-83.0	+237.9	-35.2	+89.2	
	Year	Aug.			Sep.			Oct.			Total or mean
		E	M	L	E	M	L	E	M	L	
Mean temp. (°C)	1972	24.6	25.3	21.3	19.7	20.1	16.0	15.2	13.6	9.8	19.5
	1973	25.6	26.4	25.2	21.8	19.8	17.3	15.1	11.5	10.0	20.3
	Difference* ('72)	-1.4	0.0	-2.9	-2.3	+0.4	-1.5	+0.7	+0.3	-0.7	-0.23
	Difference* ('73)	-0.4	+1.1	+1.0	-0.2	+0.1	-0.2	+0.6	-1.6	-0.6	+0.52
Precipitation (mm)	1972	217.3	470.1	164.5	76.2	8.6	70.3	25.2	4.2	27.7	1431.2
	1973	49.7	45.5	63.1	135.2	7.4	25.6	8.6	1.0	21.2	759.9
	Difference* ('72)	+79.8	+391.9	+0.27	-37.7	-34.9	+56.5	+10.9	-15.4	-9.9	+177.2
	Difference* ('73)	-96.7	-85.0	-33.5	+25.8	-32.9	+7.1	-6.9	-16.9	-15.3	-425.9
Light intensity (Ly/day)	1972	205.2	326.7	318.3	287.8	357.7	333.4	279.9	288.6	225.2	336.4
	1973	295.4	417.2	339.9	315.3	357.7	332.2	257.5	293.5	262.6	376.4
	Difference* ('72)	-146.1	+25.5	-46.8	-31.2	-47.6	+21.8	-57.6	-26.6	-23.0	-18.2
	Difference* ('73)	-46.3	+116.0	-25.2	-3.7	-47.6	+19.6	-80.0	-21.7	+16.4	+20.8

* : Difference were between data of 1972--'73 and average values of previous 10 years.

App. 2. Mean squares of main characters obtained from the analysis of variances and their significant levels under different planting times and plant densities in 1973.

Characters	Sources of variation	Planting time, A	Varieties, B	A × B	Plant densities, C	A × C	B × C	A × B × C
Stem length (maturity)		36,166.0**	1,5363.8*	1378.3**	1,516.8**	35.2	47.9	31.6
Branch length (maturity)		19,3024.6**	7,340.1**	3574.3**	24,9400.4**	30,733.4**	6,981.0**	1,954.5**
Stem diameter (maturity)		63.7**	4.0**	0.7	86.9**	2.3**	0.4	0.3
Stem nodes (maturity)		20,858.7**	11,367.5**	745.5**	11,294.5**	89.3	709.6**	119.9
Branch nodes (maturity)		1,012.8**	181.9**	32.9*	3,693.6**	172.1**	35.4**	20.0**
Total nodes (maturity)		2,243.7**	166.1**	64.7**	4,859.4**	213.4**	57.9**	30.6**
LAI (IF)		25.1**	73.4**	4.3**	33.1**	0.7	0.5	0.6
LAI (TL)		128.9**	38.1**	6.2*	36.0**	1.8	2.5	2.0
LAI (GB)		11.3	37.7**	11.2**	3.4*	3.8**	1.5	2.4**
Total pods		2,494.6**	549.0**	90.0**	2,0846.1**	212.8**	85.8**	41.3
Dry weight (IF)		635.3**	2,703.6**	101.8**	782.9**	17.2**	30.8	12.5
Dry weight (TL)		9,977.0**	1,786.6**	237.6	2,425.5**	146.8	76.4	73.0
Dry weight (GB)		5,607.6**	915.8**	545.3*	1432.9	182.8	195.4	137.2
Yield (main stem)		402.2**	518.1**	43.3**	368.5**	18.5	25.1**	7.7
Yield (branches)		770.5**	646.2**	18.3	447.6**	40.4**	19.3**	8.5
Total yield		1,889.8**	73.7*	46.7	23.4	53.0**	20.4	14.3

Notes : * Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

App. 3. Mean squares of main characters obtained from the analysis of variance and their significant levels under different fertilizer levels and plant densities.

Characters	Source of variation	Levels of fertilizer, A	Varieties, B	A × B	Plant densities, C	A × C	B × C	A × B × C
Stem length (maturity)		542.0**	10,341.8**	6.1*	1481.3**	59.2**	1.9	177.2**
Branch length (maturity)		1,912.0**	469.9**	5052.8**	71958.0**	709.7**	3,952.9**	1,281.2**
Diameter (maturity)		1.5	1.2	0.1	21.4**	0.6	0.3	1.0
No. branches (maturity)		0.1	8.5*	1.0	24.8**	0.0	1.3	0.7
LAI (IF)		10.1*	157.1**	5.3*	43.8**	2.3	1.0	0.8
LAI (TL)		10.0*	50.8**	0.4	19.8**	3.3	1.3	2.4
LAI (GB)		1.4	10.9*	0.7	0.1	0.5	1.3	1.0
Nodes (main stem)		0.0	56.8**	1.8	34.0**	0.9	5.9**	0.7
Nodes (branches)		0.9	79.0**	71.6**	1,127.9**	8.6**	12.2**	18.9**
Pods		15.4*	1,450.8**	110.0**	4,934.4**	37.9**	150.1**	80.9**
Dry wt. (IF)		348.2**	8,407.5**	114.2**	1,273.3**	22.6**	174.8**	1.3
Dry wt. (TL)		732.2**	2,805.1**	94.4**	1,416.0**	105.8**	0.3	111.7**
Dry wt. (GB)		721.3**	1,116.1**	1,626.0**	1,310.5**	177.0**	213.7**	182.9**
Yield (main stem)		29.9**	60.0**	6.9*	29.2**	3.7**	6.1**	8.3**
Yield (branches)		21.9**	462.9**	2.9	25.4**	4.7**	2.8	6.0**
Total yield		13.9*	189.7**	2.0	27.9**	5.3	1.0	1.4
100 seed wt. (main)		17.4*	327.6**	0.2	5.9**	2.6	3.6**	1.3
100 seed wt. (branches)		16.2*	342.5**	0.6	3.0	0.6	6.4**	1.6

Notes: * Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.