

水稻 收量構成要素에 미치는 氣象影響의
解析的 研究

朴 錫 洪
農村振興廳

**Analysis of the Effects of Some Meteorological Factors
on the Yield Components of Rice**

Seok Hong Park
Office of Rural Development, Suweon, Korea

緒 言

水稻의 收量構成要素는 穗數, 穗當粒數, 登熟比率 및 玄米 1,000粒重이며 收量은 이 4要素의 相乘積에 依하여 決定된다⁵⁸⁾. 收量은 品種, 栽培法 및 環境條件에 따라 다르고 環境要因 中 人爲的으로 制御할 수 없는 氣象要因의 地域的인 差異는 水稻生育에 있어서 그 地域의 生態의 特異性으로 나타나게 된다.

우리나라의 稻作 面積은 비록 狹少하지만 南北이 比較的인 東西의 標高가 높고 낮은 等 立地條件이 複雜하여 氣象環境이 收量構成要素에 미치는 影響은 地域 및 해에 따라 크게 다르다. 따라서 收量에 미치는 收量構成要素의 影響力을 定量的인 方法으로 表現할 수 있다면 水稻 收量成立型의 地域性을 客觀的으로 判斷하는데 主要한 指標가 될 것이며 品種改良 및 栽培法 改善의 基礎 資料가 될 수 있을 것이다. 또한 重要 生育時期別로 收量構成要素에 미치는 諸 氣象要因의 影響力을 定量的으로 나타낼 수 있다면 氣象要因의 影響力에 의하여 作況 豫測의 說明變數 設定에 重要한 資料가 될 것이다. 그러나 지금까지 水稻 收量에 미치는 收量 構成要素의 地域性과 氣象要因의 影響力 關係를 定量的으로 提示한 報告는 적고 이와 같은 問題 解決을 위하여 最近 統計學的인 方法으로 解決하려고 試圖한 몇가지 報告가 있을 뿐이다.

筆者는 이러한 觀點에서 1966년부터 1973년까지 8 個年間に 걸쳐 水原을 비롯한 19個 主要 地域에서 實施한 水稻 作況試驗成績을 利用하여 收量에 미치는 收量構成要素의 影響力을 標準偏回歸 分析法을 適用 水稻 收量成立型의 地域性과 年次別 收量成立類型을 分類하고 氣象要因이 收量構成要素에 미치는 寄與率을 分析하여 栽培法改善 및 作況豫測에 必要한 基礎 資料를 얻고자 하였던 바 몇가지 結果를 얻었으므로 이에 報告하는 바이다.

本研究를 遂行할 수 있도록 機會를 주신 農村振興廳長 金寅煥博士, 指導 鞭撻을 하여 주신 서울大學校 農科大學 恩師 李殷雄博士에게 衷心으로 感謝드리며 아울러 3個 作物試驗場 및 名道 農村振興院 水稻 作況試驗 擔當官, 그리고 統計分析 및 資料 整理를 도와 주신 農村振興廳 試驗局 電子計算室 同僚 여러분께 깊은 謝意를 表합니다.

I. 研究 史

오래 前부터 氣象要因과 收量과의 關係는 여러가지

方法에 依하여 追究하여왔으며 우리나라에서는 中原⁷³⁾가 各道 水稻收量과 氣象要因간의 單相關 關係를 分析하여 收量에 가장 큰 影響을 미치는 것은 5月の 降水量이라 하였고, 大後¹⁰⁶⁾는 6,7,8,9月の 氣溫, 日照時間 및 降水量과 收量과의 關係를 調査하여 日照 및 降水量이 收量에 多少 影響을 미친다고 하였다. 그러나 收量은 氣象環境의 影響을 많이 받으므로 氣象과 豐凶 關係를 作物 및 統計學的인 立場에서 많이 檢討되었다^{21,25,39,50,58,71,90,110)}.

水稻의 地域性에 對한 報告는 우리나라에서 韓¹²⁾이 水稻品種과 環境간의 交互作用을 分析하여 中部 地方에서는 品種×年次의 分散成分이 크다고 하였고 崔⁷⁾ 등은 水稻收量에 關與하는 諸形質과 氣象要素와의 相關 및 地域別 特異性을 比較 檢討하여 어느 地域에서나 穗數가 많을 境遇에 增收되는 傾向이라 하였고 李⁵⁰⁾는 韓國의 氣象環境과 收量性을 檢討하여 水原, 裡里, 密陽地方의 安全 出穗限界期를 設定 하였으며 金³⁵⁾은 水稻 栽培環境條件(溫度, 日照, 降水 및 土壤 條件)을 日本과 比較 檢討하였다.

日本에서는 水稻 作況의 地域性에 關한 研究가 많으며^{1,10,30,31,37,38,39,66,67,108)} 最近에는 徑路係數 分析法을 適用하여 水稻 作의 地域性 解析과 收量에 미치는 收量構成要素의 寄與率을 檢討한 研究가 있다^{21,30,31,80,96,108,119)}. 徑路係數는 目的形質에 對한 各 要因간의 相關關係의 因果를 解析하는 方法으로 Wright¹¹⁴⁾가 그 一般論을 提唱한 以來 遺傳學 分野에서 發展되어 規制 諸要因의 效果를 定量的으로 表現할 수 있는 有力한 方法이고 또 標準偏回歸係數는 符號를 無視하여 이들 係數의 相對의 重要度を 測定할 수 있으므로¹³⁾ 便利하게 利用되고 있다.

福井²¹⁾, 米澤¹¹⁹⁾는 水稻에서 徑路係數를 適用 地帶別 收量 構成要素가 收量에 미치는 影響을 解析 檢討하여 徑路係數에 依한 地域分類를 試圖하였고 佐藤⁹⁶⁾, 福井²²⁾, 石丸^{29,80)}, 神山⁸⁰⁾, 田島¹⁰⁸⁾ 등은 水稻 收量에 미치는 收量 構成要素의 寄與率을 分析하여 各 收量構成要素의 重要度を 設定하려고 하였으며, Dewey⁹⁾는 밀에서, 韓¹¹⁾, Rodrigo⁸⁹⁾는 콩에서, 高⁴⁰⁾는 高구마에서 直接, 間接效果를 分析 報告하였다. 廣崎¹⁵⁾는 重回歸模型에 依한 水稻 生育 制御方法을 究明하기 爲하여 標準 偏回歸分析法을 適用 模型要因의 重要度を 設定하는데 利用하였다.

한편 收量構成要素의 收量成立 回歸 關係를 檢討하기 爲하여 福井²²⁾, 廣崎¹⁵⁾ 등은 收量構成 4要素의 相乘의 作用을 回歸係數의 基本概念에서 加算의 作用으로 對數變換할 必要가 있다고 하였다.

分蘗發生과 가장 密接한 關係가 있는 生育時期는 舟山²⁵⁾, 朴⁶⁵⁾, 山田¹¹³⁾ 등은 移秧後 20~30日이라 하였으며, 許²³⁾ 등은 移秧後 24~31日이라 하였다.

佐藤⁹⁷⁾는 分蘗期間의 氣溫處理에서 莖數가 가장 많았던 것은 20~25°C, 다음은 25~30°C이었고, 30~35°C 에서는 分蘗發生이 甚히 抑制 되었다고 하였으며 IRR1²⁶⁾에서 IR8은 移秧後 30日의 莖數는 15~21°C에서 高溫일수록 많고, Fujisaka 5號는 別差가 없다고 하였다. 工藤⁴⁶⁾는 分蘗發生에 미치는 日射量의 影響은 分蘗前, 中期에 影響이 크고 日射量이 200~600 cal/cm²/day의 範圍에서는 日射量의 增加에 따라 分蘗量의 發生은 直線의 增加한다 하였으며, 清水¹⁰¹⁾는 分蘗發生에 日射量의 下限은 200 cal 程度라 하였다.

近藤⁴³⁾는 分蘗 最適水溫을 32~34°C, 角田¹¹³⁾는 活着 및 分蘗初期에는 平均水溫이 높으면 莖數增加에 有利하고 分蘗 增加期에는 晝間의 高水溫(40°C), 夜間의 比較的 低水溫(20°C)에서 莖數가 增加하고 特別히 晝夜 較差가 큰 것이 莖數의 增加에 有利하다 하였다^{23,60,61,62,63)}. 收量成立과 가장 密接한 關係가 있는 穗數의 推定時期 및 方法에 關하여는 報告가 많으나 松島⁵⁸⁾는 最高 分蘗期의 莖數, 出葉速度, 生葉數 및 草長率 등에 依하여 穗數를 推定할 수 있다고 하였고 最高分蘗期와 穗數間에는 正의 有意相關이 있다고 하였다^{14,16,20,36,51,53,84,105,109)}. 近藤⁴¹⁾는 移秧後 21~30日의 最高氣溫과 穗數에는 높은 正의 相關關係가 있으므로 이때의 最高氣溫에 依하여 穗數 推定이 可能하다 하였으며 石丸^{28,29)}는 移秧後 20日의 莖數는 最高氣溫과 日照時間이 크게 影響하므로 이 要因의 組合으로 穗數를 推定할 수 있다고 하였고, 戶蒔¹¹¹⁾는 低溫 및 生育日數가 짧은 地域에서는 分蘗期間의 莖數와 穗數間에는 密接한 關係가 있다고 하였다.

松島^{56,57,64)}는 穎花數 決定의 가장 重要한 時期는 出穗前 32日(第一苞分花期)頃부터 始作하여 減數分裂期頃이 決定된 時期이며 出穗前 5日頃이 지나면 影響이 없고 穗當 穎花數 增加 條件은 穗首分化까지 充實하고 強大한 分蘗莖이 必要數만큼 確保되어 葉身 窒素濃度가 높고 高溫 多照인 것이 分化된 穎花數를 增大⁶⁴⁾하는 第1要因이라 하였다.

野崎^{82,83)}는 出穗前 葉身重과 穎花數間에는 正의 有意相關이 있고, 山田¹¹⁷⁾은 穗當全粒數는 2次枝梗數의 增減에 依하여 決定된다고 하였다.

松島⁵⁸⁾는 登熟比率에 直接影響을 나타내는 始期는 出穗前 32日頃이고 終期는 出穗後 33~38日頃으로 보았으며 가장 強하게 影響하는 時期는 剪葉試驗에서

는 出穗前 10日의 減數分裂頃부터 出穗後 30日, 剪根試驗에서는 出穗後 23日로 나타남으로 登熟比率의 決定時期는 明瞭하지는 않다⁶⁴⁾고 했다. 田中¹¹⁰⁾, 棟方⁷¹⁾는 最適 登熟溫度는 22°C 内外이라 하였고 村田⁶⁹⁾는 出穗前 10일부터 出穗後 30日間の 氣象을 重要視했다. 統一品種에서 金³⁴⁾은 平均氣溫이 21~23°C에서 同化澱粉의 轉移率이 높았고, 安⁴⁾은 25°C 以上이 登熟 適溫이라고 하였다.

松島⁵⁸⁾는 玄米 1,000粒重이 環境의 影響을 가장 크게 받는 時期는 減數分裂期(内外穎크기 決定期)와 胚乳 肥大盛期(澱粉移轉期)의 두 時期이며 出穗後 33日이던 影響이 없다고 하였다.

佐佐木⁹⁵⁾는 玄米重 增加는 開花後 5일부터 20일까지 繼續된다 하였으며, 中村⁷⁴⁾는 玄米 肥大는 出穗後 15~25日의 氣溫과 密接한 關係가 있다고 하였다. 阿部²⁾, 崔⁶⁾, 福本^{18,19)}, 李⁴²⁾, 山川¹¹⁶⁾, 村上⁷²⁾ 등은 出穗가 適期보다 늦어지면 玄米 1,000粒重이 低下된다 하였으며, 嵐⁵⁾는 日本 南九州에서 登熟期間의 高溫條件이 玄米 1,000粒重을 低下시키는 原因이 된다고 하였다.

II. 材料 및 方法

本 研究에 使用한 材料는 1966년부터 1973년까지 8個年間に 걸쳐 農村振興廳 試驗局 主管下에 3個 作物試驗場 및 各道 農村振興院에서 實施한 水稻 作況試驗 結果를 綜合 分析한 것이다. 供試 品種은 各試驗地 共히 該當道의 獎勵品種 2個와 統一(1970년부터)을 써서 普通期 栽培를 하고 또 一般品種에 對하여는 適播 晚栽培를 實施하였으며 試驗區 配置는 栽培條件別 亂塊法 3反復, 區當面積은 100m²로 하고 其他 栽培法은 各 試驗地의 標準 栽培法에 備하였다 (附表 1).

莖數는 移秧後 10일부터 10日 間隔으로 5回 調査하였으며 最高分蘗數는 3日間隔으로 追跡 調査하였다. 本 分析과 關係된 主要 調査成績인 移秧後 20日 莖數, 最高 分蘗莖數, 穎花分化期, 出穗期, 成熟期 및 收量構成要素는 附表 3과 같다.

氣象要因은 當該 試驗地에서 觀測한 日別 氣象觀測值를 生育期別로 整理 分析하였으며 畚面水溫은 午前 10時에 觀測하였다. 葉子에 關與하는 氣象影響度를 알기 爲하여 生育期別로 氣象要因과 莖數 및 穗數와의 相關關係를 計算하고 相關이 높은 몇가지 氣象要因을 選定 이들 要因이 莖數 및 穗數에 寄與하는 程度를 標準偏回歸 分析法을 適用 分析하였다. 標準偏回歸分析法은 Dewey and Lu⁹⁾의 方法을 適用

農村振興廳 電子計算機(FACOM 230-10)로 計算하였고 收量構成 4要素의 標準偏回歸係數의 絕對值의 合計를 100으로 하는 各要素의 100分比를 相對的影響度(寄與率)로 取扱^{13, 21, 29)}하였다. 收量에 對한 收量 構成要素의 效果分割은 1). 目的形質과 要因間의 單相關係數를 單獨效果, 2). 標準 偏回歸係數를 直接效果, 3). 要因相互間의 相關係數를 共同效果, 4). 要因相互間의 相關係數×標準偏回歸係數를 間接效果로 보았다. 水稻作의 地域性과 收量成立型 解析은 收量에 對한 收量 構成要素의 寄與率의 相對的 程度에 따라 地域別 收量 成立型을 分類하였다. 收量 構成要素의 寄與率의 年次變異는 振興(6個地域) 統一(18個地域)을 1966년부터 1973년까지 栽培하여 얻어진 收量에 미치는 收量構成要素의 寄與率을 適用하여 檢討하였다.

水稻玄米收量(y)은 個個標本(個體)에서는 穗數(x_1) 穗當粒數(x_2), 登熟比率(x_3), 및 玄米 1,000粒重(x_4)의 相乘積⁵⁸⁾ 即 $y = x_1, x_2, x_3, x_4$ 로 決定되나 이와 같은 要因間의 關係는 y에 對해서 x_1, x_2, x_3, x_4 가 相乘의인 作用을 하므로 回歸係數의 概念에서 加算의인 作用으로 變換할 必要가 있어^{15, 21)} 對數變換하여 收量成立 回歸를 檢討하였다.

Ⅲ. 實驗結果

1. 收量에 미치는 收量 構成要素 寄與率의 地域性과 年次變異

1) 收量 構成要素 寄與率의 地域性

(1) 普通期 栽培

地域別 收量에 對한 收量構成要素의 標準回歸係數와 寄與率은 表1과 같고 標準偏回歸係數를 그림 1과 같이 나타내었다. 穗數는 寄與率이 水原, 光州, 大邱, 晉州 및 密陽에서 各各 47, 46, 31, 24, 22%로서 다른 要素보다 높은 値를 보였으며, 穗當 粒數는 春川, 儒城에서 各各 33, 20%로서 比較的 높으나 다른 地域에서는 그 寄與率이 낮거나 負値를 보여 그 影響力이 比較的 적다는 것을 알 수 있었다.

m^2 當 穗數와 穗當 粒數 寄與率의 合計를 m^2 當 粒數의 寄與率이라고 하면 春川, 鐵原, 安東, 淸州 등을 除外하고는 어느 地域에서나 40% 以上の 比率를 나타내고 特히 水原, 光州, 密陽 등은 50% 以上の 比率를 나타냈다.

또 登熟比率과 玄米 1,000重의 寄與率의 合計를 登熟 要素의 寄與率이라고 하면 鐵原과 安東에서 各各 59, 54%로 登熟要素가 收量에 크게 寄與한다고 할 수 있다.

Table 1. Degree of effect of each yield component on yield in each location in ordinary seasonal culture.

Location	Variety	No. of panicles per m^2	No of grains per panicle	Percent of ripened grains	Weight of 1,000 grains	Residual
Suweon	Jinheung	1.078 (47)	0.165 (7)	0.217 (10)	0.464 (20)	0.348 (16)
Chuncheon	Shirogane	-0.061 (-3)	0.671 (33)	0.370 (19)	0.280 (14)	0.620 (31)
Chulweon	Shirogane	-0.076 (-5)	-0.080 (-5)	0.747 (46)	0.207 (13)	0.522 (31)
Cheongju	Jaekwon	0.332 (17)	0.187 (10)	0.289 (14)	0.372 (19)	0.788 (40)
Jecheon	Shirogane	0.790 (28)	-0.550 (-19)	0.356 (12)	0.603 (21)	0.553 (20)
Yuseong	Hokwang	0.644 (19)	0.654 (20)	0.663 (20)	0.793 (24)	0.583 (17)
Iri	Palkwoeng	0.403 (17)	0.419 (17)	0.625 (26)	-0.457 (-19)	0.493 (21)
Kwangju	Kimmaje	0.882 (46)	0.249 (13)	0.263 (14)	-0.100 (-5)	0.440 (22)
Daegu	Palkwoeng	0.657 (31)	-0.365 (-17)	-0.033 (-2)	0.475 (22)	0.597 (28)
Andong	Palkwoeng	0.170 (11)	0.004 (1)	0.478 (30)	0.380 (24)	0.543 (34)
Jinju	Nonglim #6	0.539 (24)	0.407 (18)	0.300 (13)	0.405 (18)	0.615 (27)
Milyang	Palkwoeng	0.984 (22)	-1.283 (-29)	-0.505 (-11)	-0.824 (-19)	0.811 (19)

Note: Degree of effects in parenthesis.

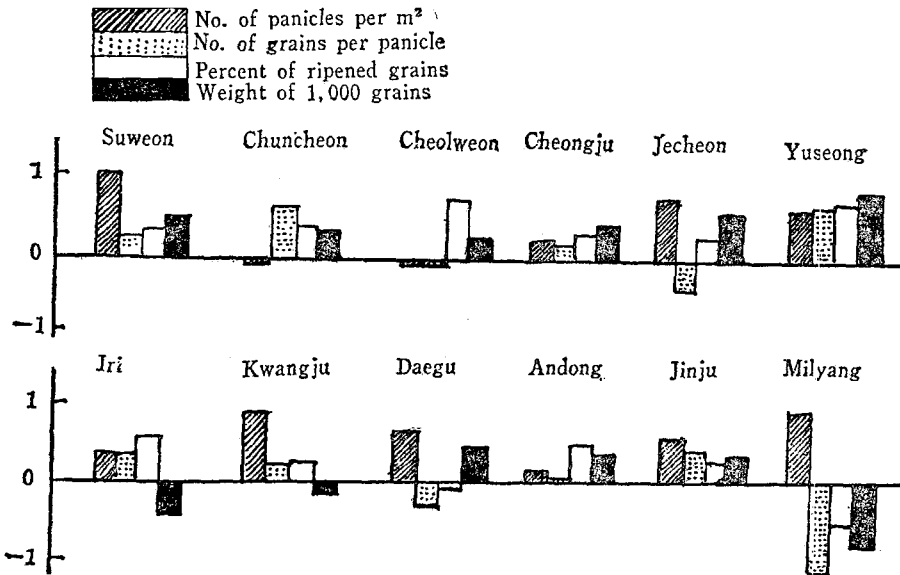


Fig. 1. Standard partial regression coefficients of yield components in each location in ordinary seasonal culture.

登熟比率의 寄與率은 春川, 鐵原, 安東 等 北部 및 中山間 地域에서 크고, 玄米 1,000粒重은 光州, 裡里, 密陽을 除外하고는 어느 地域에서나 13~24%의 높은 影響力을 나타내고 있다.

이와같은 事實은 우리나라 水稻作에 있어서 北部 地方을 除外하고는 어느 地域에서나 穗數 確保가 收量에 1次의인 要素가 되고 北部 또는 高地帶에서는 穗數 確保 以上으로 登熟要素의 向上이 必要하다는 것을 보여준다. 收量構成要素의 地域的 變異는 몇가지 環境 要因中 특히 氣象의 影響이 가장크게 關與한다고 할 수 있으므로 表 1에서 提示한 寄與率에서 殘差를 除外한 收量 構成要素의 標準偏回歸係數의 絕對值의 合計를 100으로 하여 各要素의 100分比를 土臺로 表 2와 같이 地域別 收量成立型의 地域性을 檢討하였다.

여기에서 m^2 當 穗數 및 穗當粒數의 寄與率의 合計를 營養生長性으로 하고 登熟 및 玄米千粒重의 合計를 登熟性으로 하여 表 2의 註에서와 같이 營養生長性이 70%以上인 것을 營養生長依存型, 55% 以上을 偏營養生長依存型, 登熟性이 70%以上인 것을 登熟依存型, 55%以上을 偏登熟依存型으로 하고, 이 範圍에

Table 2. Classification of growth type on accordance with yield components.

Sign	Classification	Variety (Location)
V	Vegetation dependable type	Kimmaje (Kwangju)
P V	Partial vegetation dependable type	Palkaeng (Daegu, Jinju, Milyang) Jaegon (Suweon) Shirogane (Jecheon)
M	Medium type	Shirogane (Chuncheon), Hokwang (Yuseong)
P R	Partial ripening dependable type	Jaegon (Cheongju) Palkaeng (Iri)
R	Ripening dependable type	Shirogane (Chulweon) Palkwaeng (Andong)

Note : Method of classification.

V : Degree of effect showing over 70 percent of No. of panicles and No. of grains per panicle.

PV : Degree of effect showing over 55 percent of No. of panicles and No. of grains per panicle.

PR: Degree of effect showing over 55 percent of percent of ripened grains and weight of 1,000-grains.

R: Degree of effect showing over 70 percent of percent of ripened grains and weight of 1,000-grains.

Table 3. Degree of effect of yield component on yield of Jaekeon in ordinary seasonal culture at Suweon.

Effect	Factor	No. of panicles per m ² (x ₁)	No. of grains per panicle (x ₂)	Percent of ripened grains (x ₃)	Weight of 1000 grains (x ₄)	Residual
Simple effect	Simple correlation coefficient	0.824*	0.757*	0.142	0.827*	
Direct effect	Standard partial regression coefficient	0.700 (b')	0.454 (c')	0.261 (d')	-0.002 (e')	0.209
	Percent (%)	43	28	16	-1	12
Coincident effect	No. of panicles per m ²	1 (r ₁₁)				
	No. of grains per panicle	0.404 (r ₁₂)	1			
	Percent of ripened grains	-0.223 (r ₁₃)	0.084 (r ₂₃)	1		
	Weight of 1,000 grains	0.621 (r ₁₄)	0.651 (r ₂₄)	0.378 (r ₃₄)	1	
Indirect effect	No. of panicles per m ²	0.700 (b')	0.283 (r _{12b'})	-0.156 (r _{13b'})	0.435 (r _{14b'})	
	No. of grains per panicle	0.183 (r _{12c'})	0.454 (c')	0.038 (r _{23c'})	0.260 (r _{24c'})	
	Percent of ripened grains	-0.058 (r _{13d'})	0.022 (r _{23d'})	0.261 (d')	0.099 (r _{34d'})	
	Weight of 1,000 grains	-0.001 (r _{14e'})	-0.001 (r _{24e'})	-0.001 (r _{34e'})	-0.002 (e')	

* Significant at 5% level.

Table 4. Degree of effect of yield components on yield of Shirogane at Cheolweon.

Effect	Factor	No. of panicles per m ² (x ₁)	No. of grains per panicle (x ₂)	Percent of ripened grains (x ₃)	Weight of 1,000 grains (x ₄)	Residual
Simple effect	Simple correlation coefficient	-0.643	0.336	0.824*	0.435	
Direct effect	Standard partial regression coefficient	-0.076 (b')	-0.079 (c')	0.747 (d')	0.207 (e')	0.522
	Percent (%)	-5	-5	46	13	31
Coincident effect	No. of panicles per m ²	1 (r ₁₁)				
	No. of grains per panicle	-0.518 (r ₁₂)	1			
	Percent of ripened grains	-0.695 (r ₁₃)	0.445 (r ₂₃)	1		
	Weight of 1,000 grains	-0.427 (r ₁₄)	0.209 (r ₂₄)	0.284 (r ₃₄)	1	
Indirect effect	No. of panicles per m ²	-0.076 (b')	0.039 (r _{12b'})	0.053 (r _{13b'})	0.032 (r _{14b'})	
	No. of grains per panicle	0.041 (r _{12c'})	-0.079 (c')	-0.036 (r _{23c'})	-0.017 (r _{24c'})	
	Percent of ripened grains	-0.519 (r _{13d'})	0.332 (r _{23d'})	0.747 (d')	0.212 (r _{34d'})	
	Weight of 1,000 grains	-0.088 (r _{14e'})	0.043 (r _{24e'})	0.059 (r _{34e'})	0.207 (e')	

* Significant at 5% level.

屬하지 않는 것을 中間型(또는 營養登熟 併進型)으로 區分하였다.

表 2에서 보면 供試된 品種들은 光州는 營養生長依存型으로, 鐵原, 安東은 登熟依存型으로, 그리고 淸州, 裡理는 偏登熟依存型으로 分類된다.

이와같이 大體로 南部地方의 水稻收量成立은 穗數 및 穗當粒數 即 單位面積當 粒數에, 北部 地帶에서는 登熟要素에 依存한다는 것을 알 수 있다. 다만 위에서는 收量에 미치는 收量構成 各 要素의 單獨의인 影響 解析에 偏在될 可能性이 있기 때문에 여기서는 各 收量構成要素間의 相互關係와 그 影響力을 알기 爲하러 表 3, 4, 5와 같이 水原, 鐵原, 光州에서는 單獨, 直接, 共同 및 間接效果로 分割하여 檢討하였다. 水原에서 (供試品種: 再建)는 收量과 m^2 當 穗數, 穗當粒數 및 玄米 1,000粒重 間에 正의 有意相關이 있고, 寄與率은 m^2 當 穗數가 43%로 가장 높아서 表 1에서 振興의 收量에 對한 穗數의 寄與率과 같은 傾向이 있으며 要因 相互間의 共同效果는 有意相關이 없었다. 間接效果를 보면 玄米 1,000粒重이 收量에 미치는 影響은 $r_{14}b' = 0.435$ 로 直接 效果보다 m^2 當 穗數增加를 通한 間接的 影響에 依하여 크게 寄與한다는 것을 알 수 있다.

鐵原에서 (供試品種: 시로가네)收量에 對한 收量 構成要素의 效果는 表 4에서와 같이 m^2 當 穗數나 穗

當 粒數보다는 登熟比率이 單獨 및 直接效果가 어떤 다른 要素보다 크고 共同效果에서 m^2 當 穗數와 登熟比率 間에는 負의 相關의 傾向이 있으며 登熟比率은 間接效果 보다는 直接效果가 顯著하다. 即 鐵原에서는 年次 登熟比率이 해에 따라 13~84%로⁷⁾ 變異가 크고 登熟期間의 氣象에 따라 豊凶이 左右되는 境遇가 많으므로 登熟比率의 寄與率이 顯著히 높고, m^2 當 穗數는 年次變異가 比較的 적어 相對的으로 登熟比率에 比하여 寄與率이 낮은 것으로 생각된다.

光州에서는(供試品種: 김마계) 表 5와 같이 收量과 m^2 當 穗數間에 有意的인 相關이 認定되고 寄與率은 46%이며 要因 相互間에는 有意的인 相關이 없었다. m^2 當 穗數는 登熟比率, 玄米 1,000粒重等 登熟要素의 增加를 通하여 間接的으로도 收量에 影響하고 있다.

이와같이 標準 栽培條件 下에서 收量은 m^2 當 穗數의 依存度가 높으므로 分蘖期의 氣象이 收量과 密接한 關係가 있을 것으로 생각되며 穗數와 穗當 粒數 間에 負의 相關이 있는 것은 兩 構成形質間에 對逆의 關係로 일어나는 結果로 解析된다.

한편 登熟比率과 玄米 1,000粒重의 寄與率이 낮은 것은 이들 要素는 氣象條件으로 보아 同化產物의 蓄積期間이 길 뿐 아니라 이들 要素의 年次變異도 比

Table 5. Degree of effect of yield component on rice yield of Kimmaje at Kwangju.

Effect	Factor	No. of panicles per m^2 (x_1)	No. of grains per panicle (x_2)	Percent of ripened grains (x_3)	Weight of 1,000 grains (x_4)	Residual
Simple effect	Simple correlation coefficient	0.845*	-0.213	0.555	0.329	
Direct effect	Standard partial regression coefficient	0.882 (b')	0.249 (c')	0.263 (d')	-0.100 (e')	0.440
	Percent (%)	46	13	14	-5	22
Coincident effect	No. of panicles per m^2	1 (r_{11})				
	No. of grains per panicle	-0.460 (r_{12})	1			
	Percent of ripened grains	0.424 (r_{13})	-0.179 (r_{23})	1		
	Weight of 1,000 grains	0.348 (r_{14})	0.084 (r_{24})	0.380 (r_{34})	1	
Indirect effect	No. of panicles per m^2	0.882 (b')	-0.406 ($r_{12}b'$)	0.374 ($r_{13}b'$)	0.307 ($r_{14}b'$)	
	No. of grains per panicle	-0.115 ($r_{12}c'$)	0.249 (c')	-0.045 ($r_{23}c'$)	0.021 ($r_{24}c'$)	
	Percent of ripened grains	0.112 ($r_{13}d'$)	-0.047 ($r_{23}d'$)	0.263 (d')	0.100 ($r_{34}d'$)	
	Weight of 1,000 grains	-0.035 ($r_{14}e'$)	-0.008 ($r_{24}e'$)	-0.038 ($r_{34}e'$)	-0.100 (e')	

* Significant at 5% level.

較的 적은 것이기 때문인 것으로 생각된다.

(2) 適播 晚植栽培

適播 晚植栽培時의 收量에 미치는 收量構成要素의 標準偏回歸係數 및 寄與率은 表 6과 같고 標準偏回歸係數를 그림 2와 같이 나타냈다. 穗數의 寄與率은 淸州, 堤川, 裡里, 光州를 除外하고는 大部分의 地

域에서 20~40%로 높고 그中에서도 儒城, 晉州가 40%程度로 顯著히 높았다.

穗當粒數의 寄與率은 水原에서 34%, 裡里는 30%로 높았으며 其他 地域에서는 影響力이 적으나 普通 期 栽培보다는 높은 傾向이다. 登熟比率의 寄與率은 다른 어떤 要素보다 높은 값을 나타냈으며 特히 淸

Table 6. Degree of effect of yield component on yield in late seasonal culture.

Location	Variety	No. of panicles per m ² (x ₁)	No. of grains per panicle (x ₂)	Percent of ripened grain (x ₃)	Weight of 1,000 grains of brown rice (x ₄)	Residual
Suweon	Jaecheon	0.251 (13)	0.660 (34)	0.760 (39)	0.037 (2)	0.234 (12)
Chuncheon	Shirogane	0.497 (20)	-0.407 (-16)	0.496 (20)	0.631 (25)	0.467 (19)
Cheolweon	Shirogane	0.564 (21)	-0.418 (-15)	0.124 (5)	1.099 (41)	0.501 (18)
Cheongju	Jaecheon	-0.519 (-8)	0.242 (13)	0.783 (41)	-0.031 (-2)	0.697 (36)
Jecheon	Shirogane	-0.083 (-5)	-0.197 (-10)	1.074 (60)	0.153 (9)	0.291 (16)
Yuseong	Hokwang	1.190 (44)	0.306 (11)	0.642 (24)	0.183 (8)	0.372 (13)
Iri	Palkwoeng	-0.045 (-1)	0.893 (30)	1.163 (39)	0.042 (1)	0.870 (29)
Kwangju	Kimmae	-0.111 (-6)	0.048 (2)	0.357 (18)	-0.532 (-27)	0.907 (47)
Daegu	Palkwoeng	0.556 (26)	0.194 (9)	1.053 (49)	-0.113 (-5)	0.247 (11)
Jinju	Palkwoeng	1.065 (41)	0.435 (17)	0.282 (11)	-0.312 (-12)	0.485 (19)
Milyang	Palkwoeng	0.429 (20)	0.239 (11)	0.523 (24)	-0.431 (-20)	0.524 (25)

Note: Degree of effect in parenthesis.

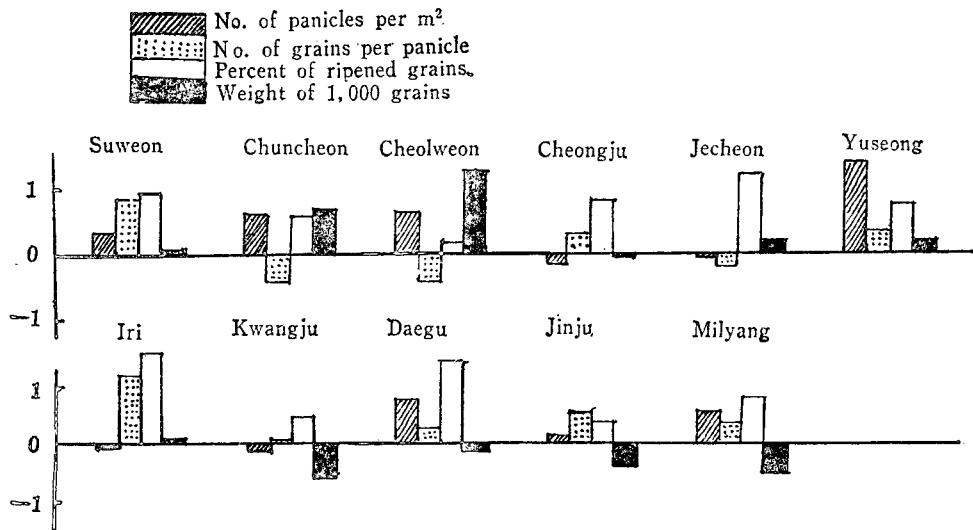


Fig. 2. Standard partial regression coefficients of yield components in each location in late seasonal culture.

州, 堤川에서는 各各 41, 60%로 顯著히 높았고, 玄米 1,000粒重은 春川에서 25%, 鐵原에서 41%로 높으며 其他 地域에서는 낮았다. 이와같이 適播晚植에 서의 收量은 地域에 따라 多少의 差異는 있으나 普通

期 栽培와는 달리 登熟要素가 收量에 크게 影響한다는 것을 알 수 있다.

한편 水原, 鐵原, 光州에서 收量에 미치는 收量 構成要素의 效果를 分割하여 보면 水原에서는 表 7에

Table 7. Degree of effect of yield components on yield of Jaekeon in late seasonal culture at Suweon.

Effect	Factor	No. of panicle per m ² (x ₁)	No. of grains per panicle (x ₂)	Percent of ripened grains (x ₃)	Weight of 1,000 grains (x ₄)	Residual
Simple effect	Simple correlation coefficient	0.524	0.493	0.619	0.455	
Direct effect	Standard partial regression coefficient (b')	0.251	0.660	0.760	0.037	0.234
	Percent (%)	13	34	39	2	12
Coincident effect	No. of panicles per m ² (r ₁₁)	1				
	No. of grains per panicle (r ₁₂)	0.223	1			
	Percent of ripened grains (r ₁₃)	0.162	-0.299	1		
	Weight of 1,000 grains (r ₁₄)	0.055	0.127	0.422	1	
Indirect effect	No. of panicles per m ² (b')	0.251	0.056	0.041	0.014	
	No. of grains per panicle (r _{12c'})	0.147	0.660	-0.197	0.084	
	Percent of ripened grains (r _{13d'})	0.123	-0.227	0.760	0.321	
	Weight of 1,000 grains (r _{14e'})	0.002	0.005	0.016	0.037	

Table 8. Degree of effect of yield components on rice yield of Shirogane.

Effect	Factor	No. of panicle per m ² (x ₁)	No. of grains per panicle (x ₂)	Percent of ripened grains (x ₃)	Weight of 1,000 grains (x ₄)	Residual
Simple effect	Simple correlation coefficient	-0.237	-0.089	0.512	0.711*	
Direct effect	Standard partial regression coefficient (b')	0.564	-0.418	0.124	1.099	0.501
	Percent (%)	21	-15	5	41	18
Coincident effect	No. of panicles per m ² (r ₁₁)	1				
	No. of grains per panicle (r ₁₂)	0.349	1			
	Percent of ripened grains (r ₁₃)	0.339	-0.018	1		
	Weight of 1000 grains (r ₁₄)	-0.635	0.122	0.172	1	
Indirect effect	No. of panicles per m ² (b')	0.564	0.197	0.191	-0.358	
	No. of grains per panicle (r _{12c'})	-0.146	-0.418	0.008	-0.051	
	Percent of ripened grains (r _{13d'})	0.042	-0.002	0.124	0.021	
	Weight of 1000 grains (r _{14e'})	-0.698	0.134	0.189	1.099	

서와 같이 單獨效果는 有意的인 相關은 없으나 登熟比率의 相關係數는 높은 正의 値를 나타내며, 直接效果는 穗當粒數가 34%, 登熟比率이 39%로 顯著히 높다. 要因 相互間에는 有意的인 相關이 없고 間接效果에서 玄米 1,000粒重이 收量에 미치는 影響은 $r_{34b'}=0.321$ 로서 登熟比率의 增加를 通하여 收量에 影響한다는 것을 알 수 있다.

鐵原은 表 8에서와 같이 單獨效果로서는 收量과 玄米 1,000粒重間에 有意的인 相關關係가 認定되었고 登熟比率間에는 有意相關은 없으나 높은 相關係數를 나타냈으며 直接效果에서 玄米 1,000粒重이 41%로 높은 比率를 나타낸 것은 適播適植과는 달리 興味 있는 事實이며 崔⁴⁾, 李⁴⁸⁾, 村上⁷²⁾, 山川¹¹⁶⁾ 등의 報

告와 같이 出穗期가 適期보다 늦어지면 玄米 1,000粒重이 떨어진다는 것과 關係가 있는 것 같다.

한편 光州에서는 表 9에서와 같이 收量과 玄米 1,000粒重 間에는 鐵原에서와 마찬가지로 有意的인 相關이 있고, 直接效果에서도 玄米 1,000粒重에서 46%로 가장 높았으며 間接效果는 높지 않으나 登熟比率은 玄米 1,000粒重의 增加를 通해서 收量에 影響한다는 것을 알 수 있다. 다만 여기에서 問題되는 것은 殘差가 43%나 되어 收量構成 4要素가 收量에 影響하는 程度는 56%에 不過하므로 이것은 試驗의 精度와 關聯이 있는 것으로 생각되지만 이러한 試驗地에서는 그 原因 追究가 必要할 것 같다.

Table 9. Degree of effect of yield components on rice yield of Palkwoeng at Kwangju.

Effect	Factor	No. of panicle per m ² (x ₁)	No. of grains per panicle (x ₂)	Percent of ripened grains (x ₃)	Weight of 1,000 grains (x ₄)	Residual
Simple effect	Simple correlation coefficient	0.033	-0.047	0.159	0.709*	
Direct effect	Standard partial regression coefficient	0.020 (b')	-0.051 (c')	-0.116 (d')	0.745 (e')	0.700
	Percent (%)	1	-3	-7	46	43
Coincident effect	No. of panicles per m ²	1 (r ₁₁)				
	No. of grains per panicle	-0.533 (r ₁₂)	1			
	Percent of ripened grains	-0.134 (r ₁₃)	-0.358 (r ₂₃)	1		
	Weight of 1000 grains	-0.040 (r ₁₄)	-0.036 (r ₂₄)	0.349 (r ₃₄)	1	
Indirect effect	No. of panicles per m ²	0.020 (b')	-0.011 (r _{12b'})	-0.003 (r _{13b'})	-0.001 (r _{14b'})	
	No. of grains per panicle	0.027 (r _{12c'})	-0.051 (c')	0.018 (r _{23c'})	0.002 (r _{24c'})	
	Percent of ripened grains	0.016 (r _{13d')})	0.042 (r _{23d')})	-0.116 (d')	-0.040 (r _{34d')})	
	Weight of 1000 grains	-0.030 (r _{14e')})	-0.027 (r _{24e')})	0.260 (r _{34e')})	0.745 (e')	

2) 收量 構成要素 寄與率의 年次變異

水原을 비롯한 中北部 5個 地域의 氣象 및 栽培條件等 複雜한 環境要因을 包括적으로 思考하여 收量 構成要素 寄與率의 年次別 變異를 分析한 結果는 表 10 및 그림 3과 같다.

振興은 m²當 穗數의 寄與率이 1966, 67年 外에는 13~32%로서 다른 收量構成要素 寄與率에 比하여 높았으며 穗當粒數는 1966, 69, 71년에 23~47%의 높은 値를 보이고 그 外에는 負値를 나타냈다. 登熟比率은 70年과 72年을 除外하고는 어느 해나 收量에 높은 寄與率을 나타내었다.

玄米 1,000粒重은 1970, 72년에 寄與率이 特히 높고

其外에는 적었다. 이와같이 中部地域에서 振興은 m²當 穗數가 收量에 크게 影響하지만 해에 따라서는 登熟比率이나 玄米 1,000粒重도 收量에 크게 影響한다는 것을 알 수 있다. 統一品種의 普通期栽培는 m²當 穗數와 穗當粒數의 影響力이 크고 特히 1973년에 47%를 나타내었다.

登熟比率의 寄與率은 1972년에 36%로 높고 1973년에는 負値를 나타냈다. 1973年 統一 早植栽培는 穗數와 玄米 1,000粒重이 收量에 크게 寄與하고 있다. 表 10의 寄與率을 基礎로 하여 表 2의 分類基準에 따라 年次別 收量成立型을 分類한 結果는 表 11과 같다.

Table 10. Degree of effect of yield components on yield in each year.

Variety	Year	No. of panicles per m ²	No. of grains per panicle	Percent of ripened grains	Weight of 1,000 grains	Residual
Jinheung	1966	-0.098 (3)	1.254 (47)	1.169 (44)	0.102 (4)	0.051 (2)
	1967	-1.021 (33)	-0.262 (8)	1.062 (34)	-0.444 (14)	0.312 (11)
	1968	0.258 (13)	0.165 (8)	0.366 (19)	0.244 (13)	0.910 (47)
	1969	0.279 (13)	0.551 (26)	0.249 (11)	0.242 (11)	0.848 (39)
	1970	1.393 (29)	-0.725 (15)	0.309 (6)	2.152 (45)	0.196 (5)
	1971	0.876 (32)	0.629 (23)	0.480 (17)	0.747 (27)	0.034 (1)
	1972	0.393 (21)	-0.092 (5)	0.012 (1)	1.002 (54)	0.357 (19)
	1973	0.777 (30)	-0.126 (5)	1.271 (50)	0.131 (5)	0.248 (10)
Tongil	1971	0.510 (22)	0.618 (27)	0.297 (13)	0.298 (13)	0.605 (25)
	1972	0.549 (22)	0.416 (16)	0.917 (36)	-0.041 (2)	0.606 (24)
	1973	0.421 (19)	1.072 (47)	-0.041 (2)	-0.304 (13)	0.430 (19)
	1973*	1.698 (31)	-1.035 (19)	0.729 (14)	1.813 (34)	0.097 (2)

Note: *Early seasonal culture.

Degree of effects in parenthesis.

Jinheung was grown at Suweon, Yangpeong, Chungju, Jecheon, Daegu and Andong.

Tongil was grown at 18 locations in ordinal seasonal culture.

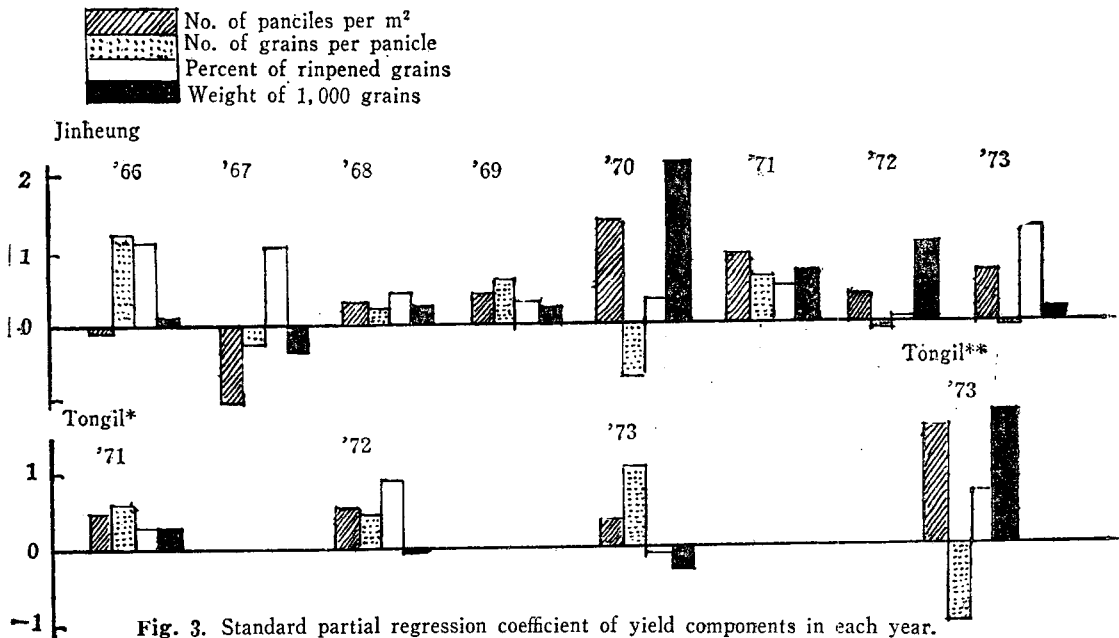


Fig. 3. Standard partial regression coefficient of yield components in each year.

Note: *Ordinal seasonal culture.

**Early seasonal culture.

Table 11. Classification of growth type of two rice varieties, Jinheung and Tongil based upon the relationships among yield components by degree of effect of year.

Classification	Year	
	Jinheung	Tongil
Vegetation dependable type	—	73
Partial vegetation dependable type	69.71	71
Medium type	66.67.70	72
Partial dependable ripening type	68.72.73.	—
Ripening dependable type	—	—

振興은 해에 따라 偏營養生長依存型 또는 偏登熟 依存型 等 年次 收量成立型의 變異가 크지만 統一은 試驗年次가 짧아 連斷하기는 어려우나 大體로 營養 生長依存性이 높다. 이와같은 事實은 品種이 가지는 特性으로 보아 振興은 中間型으로서 年次 氣象條件에 따라 生育形質의 形成 過程에서 오는 氣象要因의 影響이 表 11에서와 같이 可變의인 收量 成立依存型으로 나타날 可能性이 있다고 보여지며, 統一은 Japonica 品種과는 달리 穗當 平均粒數가 많은 特히 1次枝梗 增加에 기인하는 營養生長 依存型으로 생각된다.

3) 收量에 對한 收量 構成要素의 回歸

收量에 對한 收量構成 4要素의 回歸을 分析한 結果는 表 12, 13과 같다.

Table 12. Regression equations of yield components in each location in ordinary seasonal culture.

Location	Variety	Regression equation	R	R ²
Suweon	Jaekoon	$\log y' = -1.931 + 0.833 \log x_1 + 0.919 \log x_2 + 0.222 \log x_3 + 0.264 \log x_4$	0.985**	0.970
	Jinheung	$\log y' = 3.574 + 1.682 \log x_1 + 0.379 \log x_2 + 0.453 \log x_3 - 4.736 \log x_4$	0.920**	0.847
Chuncheon	Shirogane	$\log y' = 2.563 - 0.864 \log x_1 - 0.022 \log x_2 - 0.234 \log x_3 + 2.031 \log x_4$	0.718	0.515
	Jaekoon	$\log y' = 0.461 - 0.312 \log x_1 - 0.451 \log x_2 - 0.103 \log x_3 + 2.923 \log x_4$	0.692	0.478
Cheolweon	Suweon #82	$\log y' = -2.212 - 0.337 \log x_1 - 0.729 \log x_2 + 0.997 \log x_3 + 3.692 \log x_4$	0.953**	0.908
	Shirogane	$\log y' = 0.007 + 0.112 \log x_1 + 0.335 \log x_2 + 0.428 \log x_3 + 0.593 \log x_4$	0.935**	0.873
Cheongju	Jaekoon	$\log y' = -4.241 + 0.912 \log x_1 + 1.412 \log x_2 - 0.711 \log x_3 + 2.474 \log x_4$	0.816*	0.666
	Jinheung	$\log y' = -1.082 + 0.408 \log x_1 + 0.792 \log x_2 + 1.169 \log x_3 - 0.698 \log x_4$	0.880*	0.774
Yuseong	Hokwang	$\log y' = -4.861 + 0.508 \log x_1 + 0.336 \log x_2 + 0.601 \log x_3 + 3.231 \log x_4$	0.820*	0.672
Iri	Palkkwoeng	$\log y' = -0.417 + 0.266 \log x_1 + 0.601 \log x_2 + 1.036 \log x_3 - 0.556 \log x_4$	0.840*	0.705
Kwangju	Kimmaje	$\log y' = -0.978 + 1.296 \log x_1 + 0.192 \log x_2 + 0.317 \log x_3 - 0.379 \log x_4$	0.909*	0.826
	Palkwoeng	$\log y' = -1.571 + 0.451 \log x_1 + 0.197 \log x_2 - 0.009 \log x_3 + 2.042 \log x_4$	0.958**	0.917
Daegu	Jinheung	$\log y' = -1.823 - 1.425 \log x_1 - 0.016 \log x_2 + 1.088 \log x_3 - 0.804 \log x_4$	0.973**	0.946
Andong	Palkwoeng	$\log y' = -0.619 + 0.282 \log x_1 - 0.023 \log x_2 + 0.768 \log x_3 + 0.818 \log x_4$	0.856*	0.733
	Jinheung	$\log y' = -1.778 + 0.961 \log x_1 - 0.057 \log x_2 + 1.485 \log x_3 - 0.507 \log x_4$	0.912**	0.832
Jinju	Palkwoeng	$\log y' = 0.087 + 0.134 \log x_1 + 0.023 \log x_2 - 0.221 \log x_3 + 1.919 \log x_4$	0.930**	0.865
	Nonglim #6	$\log y' = -2.891 + 0.712 \log x_1 + 0.661 \log x_2 + 0.336 \log x_3 + 1.390 \log x_4$	0.714	0.510
Milyang	Nonglim #6	$\log y' = 5.407 + 0.284 \log x_1 - 0.528 \log x_2 - 1.150 \log x_3 - 0.247 \log x_4$	0.904*	0.817

Note: y' = Grain yield. x_1 = No. of panicles per m². x_2 = No. of grains per panicle.
 x_3 = Percent of ripened grains. x_4 = Weight of 1,000 grains.
 * Significant at 5% level. ** Significant at 1% level.

普通期 栽培에서 水原, 鐵原, 光州, 大邱, 晉州, 密陽 等 많은 地域이 決定係數(R²)가 80% 以上으로 높은 精度를 나타냈으며 表 13에서와 같이 播種晚植의 境遇에도 淸州, 晉州, 密陽 外에는 11個地域에서 다같이 決定係數가 80% 以上の 높은 精度를 보였다. 여기에서 回歸式의 精度가 낮은 地域은 表 1에서와 같이 大體로 直接效果의 殘差가 높은 地域이고 普通期 栽培에서 決定係數가 낮은 春川, 淸州, 安東의 殘差는 各各 31, 40, 34%로 顯著히 높는데 結局 收量構

成 4要素로서 說明할 수 없는 程度는 30~40%가 된다고 말할 수 있으므로 標本 및 實驗誤差가 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 이러한 地域에서는 收量에 關與하는 收量構成要素의 調査要領과 精度가 낮은 原因을 檢討할 必要가 있다고 생각된다.

이와같이 求한 回歸方程式을 適用하여 普通期 栽培에서 水原, 大邱, 晉州의 年次別 收量を 推定하고 實收量과 比較 檢討한 結果는 表 14와 같다. 여기에서 對數變換 推定收量은 收量構成 4要素를 對數變換하여:

Table 13. Regression equation of yield components in each location in late seasonal culture.

Location	Variety	Regression equation	R	R ²
Suweon	Jaekwon	$\log y' = -3.189 + 1.080\log x_1 + 0.820\log x_2 + 0.667\log x_3 + 0.229\log x_4$	0.923**	0.851
	Jinheung	$\log y' = -0.699 - 0.168\log x_1 + 1.019\log x_2 + 0.501\log x_3 + 0.690\log x_4$	0.834*	0.695
Yang-pyeong	Jaekwon	$\log y' = -9.749 + 1.717\log x_1 - 0.095\log x_2 + 0.296\log x_3 + 5.574\log x_4$	0.996**	0.992
	Jinheung	$\log y' = -4.119 + 1.270\log x_1 + 0.206\log x_2 + 0.478\log x_3 + 1.640\log x_4$	0.982**	0.964
Chuncheon	Shirogane	$\log y' = -0.470 + 0.344\log x_1 - 0.053\log x_2 + 0.387\log x_3 + 1.057\log x_4$	0.887*	0.786
	Jaekwon	$\log y' = 3.113 - 0.097\log x_1 + 2.047\log x_2 + 0.841\log x_3 - 4.240\log x_4$	0.989**	0.978
Cheolweon	Suweon #82	$\log y' = -0.457 - 1.424\log x_1 - 0.386\log x_2 - 0.541\log x_3 + 5.874\log x_4$	0.946**	0.894
	Shirogane	$\log y' = -8.305 + 2.828\log x_1 - 1.804\log x_2 + 0.174\log x_3 + 5.099\log x_4$	0.991**	0.982
Cheongju	Jaekwon	$\log y' = 1.714 - 0.546\log x_1 + 0.567\log x_2 + 0.938\log x_3 - 0.434\log x_4$	0.760	0.577
	Jinheung	$\log y' = -3.857 + 0.732\log x_1 + 0.810\log x_2 + 0.589\log x_3 + 1.464\log x_4$	0.726	0.527
Jecheon	Shirogane	$\log y' = 4.688 - 0.292\log x_1 - 0.531\log x_2 + 0.660\log x_3 - 1.540\log x_4$	0.993**	0.986
	Jinheung	$\log y' = -0.067 - 0.557\log x_1 + 0.500\log x_2 + 0.423\log x_3 + 1.571\log x_4$	0.949**	0.900
Yuseong	Hokwang	$\log y' = 0.076 + 0.563\log x_1 + 0.160\log x_2 + 0.123\log x_3 + 0.341\log x_4$	0.937**	0.877
	Pungkwang	$\log y' = 1.117 + 0.213\log x_1 + 0.712\log x_2 - 0.030\log x_3 - 0.275\log x_4$	0.885*	0.783
Yesan	Hokwang	$\log y' = -2.143 - 0.218\log x_1 + 0.195\log x_2 + 0.713\log x_3 + 2.580\log x_4$	0.977**	0.954
	Iri	Palkwoeng	$\log y' = -5.757 - 0.256\log x_1 + 1.922\log x_2 + 3.079\log x_3 - 0.305\log x_4$	0.618
Kwangju	Nonglim #6	$\log y' = -1.203 - 0.653\log x_1 + 1.680\log x_2 + 3.377\log x_3 - 2.996\log x_4$	0.981**	0.962
	Palkwoeng	$\log y' = -2.713 - 0.039\log x_1 - 0.144\log x_2 - 0.156\log x_3 + 4.418\log x_4$	0.729	0.531
Daegu	Jinheung	$\log y' = -3.278 + 0.992\log x_1 + 0.579\log x_2 + 0.457\log x_3 + 1.055\log x_4$	0.937**	0.877
	Palkwoeng	$\log y' = -1.443 + 1.002\log x_1 + 0.270\log x_2 + 0.694\log x_3 - 0.242\log x_4$	0.967**	0.935
Andong	Palkwoeng	$\log y' = -2.988 + 0.393\log x_1 + 1.149\log x_2 + 0.545\log x_3 + 1.073\log x_4$	0.944**	0.891
	Jinheung	$\log y' = -2.774 + 0.899\log x_1 + 0.456\log x_2 + 0.382\log x_3 + 1.073\log x_4$	0.916**	0.839
Jinju	Palkwoeng	$\log y' = 2.266 + 0.491\log x_1 + 0.289\log x_2 + 0.162\log x_3 - 1.297\log x_4$	0.839**	0.703
	Nonglim #6	$\log y' = 1.557 + 0.310\log x_1 + 0.081\log x_2 - 0.069\log x_3 + 0.167\log x_4$	0.722	0.521
Milyang	Palkwoeng	$\log y' = 2.036 + 0.229\log x_1 + 0.140\log x_2 + 0.438\log x_3 - 0.812\log x_4$	0.847*	0.717
	Nonglim #6	$\log y' = -2.544 + 0.687\log x_1 + 0.980\log x_2 + 0.559\log x_3 + 0.459\log x_4$	0.856*	0.732

回歸方程式에 代入 $\log y'$ 를 求하고 이것을 眞數 y' 로 變換한 數值이다. 實收量과 相乘積에 依하여 推定한 收量差의 年次 散布度(dispersion)를 보면 그 範圍(range)가 水原, 大邱, 晉州에서 各各 10a當 20~81, 3~144, 13~109kg로 매우 크지만 對數變換에 依하여 推定한 收量은 3~45, 4~13, 3~30kg로 크게 그 範圍가 적어진 것을 볼 수 있다. 그리고 實收量과 10a當 20kg(實收量의 約 5%) 以上の 收量差가 나타난 8個年 中 相乘積인 境遇 水原, 大邱, 晉州에서 各各 8, 7, 7回인데 對하여 對數變換時는 5, 0, 1回로 大邱와 晉州에서는 어느하나 實收量과 5%의 誤差 範圍에 屬한다. 한편 實收量과 相乘積 推定收量間의 相關係數는 水原, 大邱, 晉州에서 各各 0.814*, 0.333, 0.774*에 對해서 對數變換時는 0.919**, 0.965**, 0.927**로 高度의 有意相關이 認定되었다. 따라서 作況試驗과 같이 每年 同一條件下에서 栽培한 水稻는 對數變換에 依한 多變量回歸式을 作成하여 利用함으로써 比較의 높은 精度로 收量推定이 可

能할 것으로 생각된다.

2. 收量構成要素에 미치는 氣象影響度

1) 穗數에 미치는 氣象影響度

(1) 分蘗 各期の 莖數와 穗數와의 關係

普通期 栽培에서 分蘗各期の 莖數와 穗數와의 關係는 表 15에서와 같이 移秧後 20日에는 大體로 中北部地域이 南部地域에 비해 높은 相關을 보이고 있는데 특히 淸州, 儒城, 大邱에서 有意의인 相關關係가 있고, 移秧後 30日에는 水原, 春川, 密陽, 晉州에서도 有意의인 相關이 있으며 最高分蘗期에는 많은 地域에서 高度의 有意의인 相關이 있었다.

이것은 分蘗後期가 될수록 穗數 決定期에 接近하는 까닭으로 當然한 結果라고 解析된다. 따라서 穗數 豫測은 中北部 地域에서는 移秧後 20日인 比較의 早期에도 可能하며 最高分蘗期 以後에는 어느 地域에서나 比較의 높은 精度로 豫測할 수 있다고 생각한다.

그러나 適播晚植 栽培에 있어서는 分蘗各期の 莖

Table 14. Comparison of actual yield with estimated yield.

(Unit:kg/10a)

Location and Variety	Year	Actual yield (Y)	Log-estimated yield (y')	Estimated yield by multiplication of components (y)	(Y-y')	(Y-y)
Suweon (Jinheung)	1966	336	333	302	3	34
	67	310	352	373	-42	-63
	68	404	378	361	26	43
	69	465	510	397	-45	68
	70	421	386	352	35	69
	71	513	519	594	-6	-81
	72	462	452	407	10	55
Daegu (Palkwoeng)	1966	412	402	409	10	3
	67	430	443	462	-13	-32
	68	359	363	503	-4	-144
	69	408	419	466	-11	-58
	70	339	340	374	-1	-35
	71	412	421	388	-9	24
	72	454	442	491	12	-37
Jinju (Palkwoeng)	1966	396	388	330	8	66
	67	437	447	529	-10	-92
	68	381	369	355	12	26
	69	437	440	546	-3	-109
	70	366	380	330	-14	33
	71	474	444	520	30	-46
	72	494	485	481	9	13
	73	430	451	511	-21	-81

數와 穗數와의 關係는 表 16에서와 같이 品種의 早晚性에 多少 差는 있으나 移秧後 20日에는 大概의 地域에서 有意인 相關이 있고 最高分蘗期에는 大邱, 晉州를 除外하고는 어느 地域에서나 有意인 相關을 認定할 수 있다. 따라서 適播晚植의 境遇에는 普通期 栽培에서 보다 어느 地域에서나 移秧後 20日인 早期에 穗數를 豫測할 수 있다고 생각된다.

2) 穗數에 미치는 分蘗期間의 氣象影響度

普通期 栽培에서 穗數에 미치는 分蘗期間의 氣象 寄與率은 表 17에서와 같이 最高氣溫은 晉州를 除外하고는 어느 地域에서나 다 같이 移秧後 21~30日에 30~40%의 높은 寄與率을 나타내고 있어 이 時期인 分蘗最盛期의 最高氣溫이 穗數決定에 크게 影響함을 알 수 있었다.

最低氣溫에 있어서는 最南部인 晉州를 除外하고는 어느 地域에서나 分蘗各期에 다같이 負值를 나타내므로 最低氣溫은 穗數에 對하여 負의 影響을 주는 것으로 생각 되었으며, 日照時間은 水原과 晉州에서 31

~40日에 各各 37, 42%로 높은 寄與率을 나타내고 다른 地域은 負值를 나타내었다.

여기에서 平均氣溫의 影響을 取扱하지 않은 것은 平均氣溫, 氣溫較差, 日照時間을 組合하여 檢討한 結果 뚜렷한 傾向을 認定할 수 없었으므로 本 分析에서 除外하였다.

3) 最高分蘗期 莖數에 미치는 水溫, 氣溫 및 日照 時間의 影響度

最高分蘗莖數에 미치는 平均氣溫 및 水溫의 寄與率을 보면 表 18에서와 같이 平均氣溫은 어느 地域에서나 移秧後 31~40日에 34~39%로 높고 日照時間은 11~30日에서 大體로 높으며, 水溫은 春川, 淸州, 儒城, 裡里 等地에서 모두 負의 值를 나타내었다. 松島^{82,83)}, 角田¹¹³⁾는 活着을 包含한 分蘗初期에는 晝夜 平均水溫이 높은 것이 莖數 增加에 有利하게 作用한다 하였는데 儒城에서 分蘗初期에 20%의 寄與率을 나타낸 것 外에는 뚜렷한 傾向을 볼 수 없었다. 이것은 午前 10時 測定 水溫이 分蘗期間을 通하

Table 15. Correlation coefficients between number of tillers at each tillering stage and panicle number in ordinary seasonal culture.

Location	Variety	Days from transplanting				
		20	30	Period of max. No. of tillers	40	50
Suweon	Jaekwon	0.466	0.779*	0.806**	0.883**	0.895**
	Jinheung	0.553	0.573	0.646	0.680*	0.667*
Chuncheon	Shirogane	0.451	0.610	0.653	0.615	0.385
	Jaekwon	0.489	0.671*	0.483	0.237	0.766
Cheongju	Jinheung	0.853**	0.826**	0.813**	0.695*	0.896**
	Jaekwon	0.808*	0.874**	0.842**	0.781*	0.866**
Yuseong	Pungkwang	0.704*	0.666*	0.667*	0.792*	0.812**
	Hokwang	0.678	0.646	0.652	0.787*	0.835**
Iri	Palkwoeng	-0.020	0.264	0.802**	0.843*	0.837*
	Nonglim #6	-0.183	0.454	0.737*	0.760*	0.699
Kwangju	Kimaje	-0.014	0.267	0.152	0.223	0.212
	Palkwoeng	0.159	0.205	0.358	0.466	0.202
Daegu	Jinheung	0.685*	0.557	0.360	0.280	0.417
	Palkwoeng	0.443	0.217	0.234	0.422	0.643
Milyang	Palkwoeng	0.384	0.330*	0.745*	0.433	0.698*
	Nonglim #6	0.224	0.536	0.383	0.210	0.300
Jinju	Palkwoeng	0.223	0.666*	0.692*	0.406	0.716
	Nonglim #6	0.012	0.612	0.624	0.673*	0.805**

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

Table 16. Correlation coefficients between number of tillers at each tillering stage and panicle number in late seasonal culture.

Location	Variety	Days from transplanting		
		10	20	Period of max. No. of tillers
Suweon	Jinheung	0.093	0.751*	0.740*
Chuncheon	Shirogane	0.080	0.796*	0.780*
	Jaekwon	0.187	0.805*	0.823*
Cheongju	Jaekwon	0.319	0.525	0.804*
	Jinheung	0.665	0.668*	0.849**
Yuseong	Hokwang	-0.243	0.654	0.855**
	Pungkwang	-0.372	0.526	0.873**
Kwangju	Kimaje	0.634	0.794*	0.872**
	Palkwoeng	0.584	0.647	0.769*
Daegu	Palkwoeng	0.071	0.730*	0.546
	Jinheung	0.302	0.510	0.670*
Milyang	Palkwoeng	0.420	0.810*	0.963**
Jinju	Palkwoeng	0.095	0.451	0.520

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

Table 17. Degree of effect of meteorological factors on panicle number per square meter during tillering stage.

Location	Variety	Days from transplanting	Maximum temperature	Minimum temperature	Duration of sunshine	Residual
Suweon	Jaekoon	11~20	-0.382 (-16)	0.352 (14)	0.858 (35)	0.852 (35)
		21~30	0.582 (30)	-0.313 (-16)	0.368 (19)	0.678 (35)
		31~40	-0.940 (-24)	0.910 (23)	1.449 (37)	0.630 (16)
		21~40	0.517 (28)	-0.131 (-7)	0.466 (25)	0.761 (40)
		11~30	-0.073 (-4)	0.447 (22)	0.954 (46)	0.596 (28)
		11~40	0.178 (7)	0.623 (27)	0.821 (35)	0.722 (31)
Cheongju	Jaekoon	11~20	0.888 (55)	-0.085 (-5)	-0.078 (-5)	0.553 (35)
		21~30	2.774 (41)	-2.170 (-32)	-1.219 (-18)	0.637 (9)
		31~40	1.523 (38)	-0.808 (-20)	-1.076 (-26)	0.656 (16)
		21~40	2.061 (44)	-1.596 (-34)	-0.645 (-14)	0.363 (8)
		11~30	0.773 (36)	-0.514 (-24)	-0.121 (-6)	0.743 (34)
		11~40	1.522 (40)	-0.798 (-21)	-0.891 (-23)	0.634 (16)
Ini	Palkwoeng	11~20	0.509 (31)	-0.185 (-11)	-0.097 (-6)	0.876 (52)
		21~30	1.277 (32)	-1.177 (-30)	-0.879 (-22)	0.624 (16)
		31~40	1.114 (33)	-0.368 (-11)	-1.268 (-38)	0.613 (18)
		21~40	2.420 (43)	-1.063 (-19)	-2.022 (-36)	0.149 (2)
		11~30	1.139 (28)	-0.975 (-24)	-1.301 (-32)	0.634 (16)
		11~40	1.686 (40)	-0.850 (-20)	-1.496 (-35)	0.231 (5)
Daegu	Palkwoeng	11~20	0.554 (24)	0.084 (4)	-0.752 (-33)	0.907 (39)
		21~30	1.312 (37)	-1.105 (-31)	-0.402 (-11)	0.766 (21)
		31~40	0.261 (16)	-0.099 (-6)	-0.265 (-17)	0.979 (61)
		21~40	0.755 (26)	-0.643 (-23)	-0.600 (-21)	0.856 (30)
		11~30	0.647 (29)	-0.204 (-9)	-0.517 (-23)	0.899 (39)
		11~40	0.576 (27)	-0.263 (-12)	-0.420 (-19)	0.905 (42)
Jinju	Palkwoeng	11~20	-0.555 (-27)	0.506 (24)	-0.261 (-13)	0.749 (36)
		21~30	-0.616 (-30)	-0.075 (-4)	0.494 (24)	0.877 (42)
		31~40	0.008 (1)	0.260 (15)	0.710 (42)	0.701 (42)

21~40	-0.245 (14)	0.076 (5)	0.573 (34)	0.799 (47)
11~30	-0.643 (36)	0.311 (17)	0.008 (1)	0.816 (46)
11~40	-0.573 (31)	0.207 (11)	0.226 (12)	0.852 (46)

Table 18. Degree of effect of meteorological factors on maximum number of tillers per square meter during tillering stage.

Location	Variety	Days after transplanting	Mean temperature	Duration of sunshine	Water temperature	Residual
Chuncheon	Shirogane	11~20	-0.458 (26)	0.881 (50)	0.125 (7)	0.311 (17)
		21~30	0.182 (10)	0.680 (38)	-0.127 (7)	0.816 (45)
		31~40	1.286 (34)	0.473 (13)	-1.232 (33)	0.748 (20)
		11~30	-0.007 (1)	0.905 (67)	0.017 (1)	0.412 (31)
		11~40	0.096 (6)	0.902 (55)	-0.163 (10)	0.494 (29)
		21~40	-0.290 (15)	0.536 (28)	0.242 (13)	0.816 (44)
Cheongju	Jaekwon	11~20	0.357 (22)	0.348 (22)	-0.056 (3)	0.846 (53)
		21~30	-0.032 (2)	0.586 (29)	-0.618 (30)	0.791 (39)
		31~40	1.306 (39)	-0.537 (16)	-0.885 (7)	0.584 (18)
		11~30	-0.152 (9)	0.580 (33)	-0.123 (7)	0.892 (51)
		11~40	0.954 (34)	0.457 (16)	-0.542 (19)	0.872 (31)
		21~40	1.475 (39)	-0.899 (24)	-0.828 (22)	0.617 (15)
Yuseong	Hokwang	11~20	0.178 (13)	-0.031 (2)	0.307 (22)	0.889 (63)
		21~30	0.403 (26)	0.073 (5)	0.214 (14)	0.831 (55)
		31~40	0.593 (34)	0.176 (10)	-0.159 (9)	0.841 (47)
		11~30	1.253 (45)	0.351 (13)	-0.486 (18)	0.669 (24)
		11~40	0.753 (28)	0.592 (22)	-0.653 (24)	0.722 (26)
		21~40	0.797 (37)	0.183 (9)	-0.376 (17)	0.792 (37)
Iri	Palkwoeng	11~20	0.829 (47)	0.115 (7)	-0.163 (9)	0.642 (37)
		21~30	0.233 (8)	0.926 (30)	-1.400 (46)	0.510 (16)
		31~40	0.984 (38)	0.815 (32)	-0.100 (4)	0.659 (26)
		11~30	0.863 (34)	0.539 (21)	-0.579 (23)	0.558 (22)
		11~40	1.143 (36)	0.213 (7)	-1.071 (34)	0.724 (23)
		21~40	0.621 (27)	0.374 (16)	-0.399 (17)	0.925 (40)

여 平均 24~27°C의 變異에 不過하였으므로 다른 氣象要因에 比하여 相對的으로 寄與率이 負值 또는 낮은 값을 나타낸 것이 아닌가 생각된다.

(4) 穗數 推定

穗數를 推定하는 한 方法으로서 移秧後 20日莖數, 移秧後 21~40日의 最高氣溫, 氣溫較差 및 日照時間을 推定要因으로 設定하여 多變量回歸式을 作成한 結果는 表 19와 같다.

移秧後 20日의 莖數는 穗數와 正의 相關關係가 있고 年次에 따라 多少의 差는 있으나 大體로 有效分蘗限界期에 該當하며 移秧後 21~40日은 最高分蘗期를 前後한 氣象과 營養 吸收가 分蘗의 消長에 關係하고 있을 것으로 생각하여 要因으로 設定하였다.

水原에서는 4個 要因을 여러가지로 組合하여 檢討한 結果 20日莖數의 單要因이나 氣象 要因만을 組合하는 것 보다는 20日莖數를 包含한 氣象 要因과의 組合이 精度를 높일 수 있다는 것을 알 수 있다. 即 2要因 組合時는 20日莖數와 日照時間을, 3要因 組合時는 4要因 組合時의 決定係數 0.958과 같은 精度가 된다. 地域別로 보면 品種에 따라 多少의 差는 있으나 大概 決定係數가 80% 以上이 되므로 穗數推定을

위한 參考資料가 될 수 있을 것이라고 생각된다.

2) 穎花數에 미치는 氣象 影響度

穗當 穎花數에 미치는 氣象 要因의 寄與率의 地域性을 보면 表 20과 같다.

穗當 粒數는 穗首分化期에서 穎花分化始期(出穗前 25~25日)에 걸쳐 分化한 穎花數와 그 後 減數分裂期(出穗前 5~15日)에 分化한 穎花數의 差에 依하여 決定^{56,57,58,64)}되므로 出穗前 5日부터 34日까지 10日間隔으로 區分 寄與率을 檢討하였다.

最高氣溫을 보면 出穗前 15~34日에 水原, 春川等 中北部에서 寄與率이 높고 其他 地域은 負值를 나타냈으며 出穗前 5~14日에 春川, 光州는 寄與率이 높으나 其他 地域은 負值를 나타냈다.

最低氣溫은 出穗前 25~34日에 裡里, 光州는 寄與率이 높으나 其他 地域은 負值를 나타내고 出穗前 5~14日에는 淸州, 裡里에서는 높으나 其他 地域은 負值를 나타냈다.

한편 日照時間은 出穗前 25~34日에 어느 地域에서나 16~38%의 높은 寄與率을 나타내고 出穗前 5~14日에는 大邱를 除外하고는 大體로 낮았다.

穎花數에 가장 크게 影響하는 時期는 大體로 穗首

Table. 19. Regression equations for estimating number of efficient panicle numbers per square meter.

Location	Variety	Regression equation	R	R ²
Suweon	Jinheung	$y' = 264.503 + 0.264x_1 - 5.796x_2 - 0.496x_3 + 0.838x_4$	0.979**	0.958
		$y' = 195.524 + 0.299x_1$	0.673*	0.452
		$y' = 59.879 + 0.238x_1 + 5.621x_2$	0.711*	0.505
		$y' = 60.535 + 0.227x_1 + 21.400x_3$	0.864**	0.746
		$y' = 134.406 + 0.216x_1 + 0.692x_4$	0.960**	0.921
		$y' = 154.639 + 1.117x_2 + 1.095x_3 + 0.762x_4$	0.834*	0.695
		$y' = 145.182 + 0.218x_1 - 2.423x_3 + 0.743x_4$	0.960**	0.921
		$y' = 100.043 + 0.244x_1 - 2.110x_2 + 23.210x_3$	0.867*	0.751
		$y' = 262.977 + 0.264x_1 - 5.827x_2 + 0.828x_4$	0.979**	0.958
Chuncheon	Jaekeon	$y' = 264.553 + 0.184x_1 - 9.918x_2 + 24.541x_3 + 0.892x_4$	0.906*	0.820
	Shirogane	$y' = 298.970 - 0.077x_1 + 4.011x_2 - 25.397x_3 + 1.697x_4$	0.853*	0.727
Cheongju	Jaekeon	$y' = 175.150 + 0.181x_1 + 8.139x_2 - 17.453x_3 + 0.812x_4$	0.751	0.564
	Jaekeon	$y' = -23.900 + 0.081x_1 + 1.381x_2 + 47.969x_3 - 0.964x_4$	0.926**	0.857
Iri	Jinheung	$y' = -173.417 + 0.473x_1 + 8.294x_2 + 12.469x_3 - 0.403x_4$	0.936**	0.876
	Palkwoeng	$y' = -379.289 + 0.066x_1 + 26.091x_2 + 28.024x_3 - 2.001x_4$	0.993**	0.986
Kwangju	Nonglim #6	$y' = -342.405 - 0.092x_1 + 22.012x_2 + 42.465x_3 - 1.755x_4$	0.956**	0.913
	Palkwoeng	$y' = 31.224 - 0.049x_1 + 11.051x_2 - 4.671x_3 + 0.073x_4$	0.839*	0.703
Daegu	Palkwoeng	$y' = 282.339 + 0.128x_1 + 1.678x_2 - 1.178x_3 - 0.173x_4$	0.640	0.409
	Jinheung	$y' = 211.414 + 0.233x_1 + 3.257x_2 - 13.156x_3 + 0.185x_4$	0.983**	0.966

Note : y' = No. of panicles per m².

x_1 = No. of tillers 20 days after transplanting.

x_2 = Max. air temperature from 20 days to 40 days after transplanting.

x_3 = Range of temperature from 20 days to 40 days after transplanting.

x_4 = Duration of sunshine from 20 days to 40 days after transplanting.

Table 20. Degree of effect of meteorological factors on the spikelet number per panicle.

Location	Variety	Days before heading	Maximum temperature	Minimum temperature	Duration of sunshine	Residual
Suweon	Jinheung	5~14	-0.822 (45)	0.136 (7)	0.173 (9)	0.706 (39)
		15~24	-0.638 (34)	0.257 (13)	0.152 (8)	0.852 (45)
		25~34	0.376 (19)	-0.467 (24)	0.728 (38)	0.372 (19)
		5~24	-0.977 (44)	0.356 (16)	0.157 (7)	0.711 (33)
		15~34	-0.162 (9)	0.190 (11)	0.644 (35)	0.813 (45)
		5~34	0.109 (6)	-0.313 (19)	0.449 (27)	0.815 (48)
Chuncheon	Shirogane	5~14	0.870 (25)	-1.008 (30)	-0.761 (22)	0.785 (23)
		15~24	-0.422 (23)	0.110 (6)	0.351 (19)	0.989 (52)
		25~34	2.869 (37)	-1.317 (17)	2.717 (36)	0.771 (10)
		5~24	1.374 (32)	-1.289 (30)	-1.089 (25)	0.546 (13)
		15~34	0.588 (26)	-0.280 (12)	-0.434 (19)	0.980 (43)
		5~34	0.616 (25)	-0.691 (28)	-0.345 (14)	0.846 (33)
Cheongju	Jinheung	5~14	0.113 (7)	0.494 (31)	-0.208 (13)	0.801 (49)
		15~24	-0.050 (3)	0.857 (57)	0.132 (9)	0.460 (31)
		25~34	-1.625 (36)	0.676 (15)	1.295 (28)	0.955 (21)
		5~24	-0.852 (26)	1.286 (40)	0.463 (14)	0.642 (20)
		15~34	-3.030 (41)	1.539 (21)	2.307 (31)	0.543 (7)
		5~34	-0.900 (27)	1.047 (31)	0.651 (19)	0.767 (23)
Iri	Palkwoeng	5~14	-1.881 (48)	0.961 (24)	0.670 (17)	0.437 (11)
		15~24	-0.173 (11)	-0.378 (25)	-0.059 (4)	0.901 (60)
		25~34	-0.710 (24)	1.230 (40)	0.473 (16)	0.601 (20)
		5~24	-0.707 (36)	0.099 (5)	0.261 (14)	0.876 (45)
		15~34	-0.998 (38)	0.689 (26)	0.491 (18)	0.474 (28)
		5~34	-0.657 (33)	0.477 (24)	0.079 (4)	0.772 (39)
Kwangju	Kimmaje	5~14	0.534 (27)	-0.095 (5)	-0.453 (23)	0.862 (45)
		15~24	-0.158 (10)	0.421 (27)	0.097 (6)	0.909 (57)
		25~34	-1.314 (40)	0.518 (16)	0.719 (22)	0.741 (22)
		5~24	0.261 (15)	0.273 (16)	-0.317 (18)	0.903 (51)

Daegu	Palkwoeng	15~34	-0.621 -(33)	0.330 (18)	0.065 (4)	0.834 (45)
		5~34	-0.385 -(22)	0.370 (21)	-0.130 -(7)	0.884 (50)
		5~14	-0.206 -(12)	-0.228 -(13)	0.498 (28)	0.818 (47)
		15~24	-0.770 -(54)	-0.137 -(10)	0.034 (2)	0.497 (34)
		25~34	-0.941 -(37)	-0.268 -(11)	0.623 (25)	0.689 (27)
		5~24	-0.041 -(3)	-0.597 -(37)	0.225 (14)	0.734 (46)
		15~34	-0.909 -(49)	-0.329 -(18)	0.361 (20)	0.250 (13)
		5~34	-0.667 -(42)	-0.131 -(8)	0.162 (10)	0.644 (40)

分化期에서 穎花分化始期이고 다음이 減數分裂期이며 幼穗 伸長初期에는 比較的 寄與率이 낮았는데 이것은 松島⁵⁸⁾, 石丸²⁰⁾ 등의 報告와 비슷한 傾向이다.

以上 結果로 보아 穗當 穎花數는 中北部에서는 穗首分化期부터 幼穗形成 始期까지에 高溫, 多照, 南部는 最高氣溫 이 높지않고 日照時間이 많을 때 穎花數 增加에 有利한 氣象 條件이라 생각된다. 다만 大邱에서 最高氣溫, 最低氣溫의 寄與率이 모두 負值로 나타낸 것은 地域的 特異性으로 생각되므로 別途의 作物學的 追究가 必要할 것으로 생각된다.

3) 登熟比率에 미치는 氣象 影響度

登熟比率에 미치는 氣象要因의 寄與率의 地域性을 보면 表 21과 같다.

登熟比率이 決定되는 主要時期는 幼穗形成期에서 出穗後 33日頃이 되므로^{58,59)} 出穗前 10일부터 出穗後 30일까지를 10日間隔으로 區分하여 檢討하였다.

最高氣溫은 光州를 除外하면 어느 地域에서나 長期間으로는 出穗前 10일부터 出穗後 20日 사이에 21~43%의 높은 寄與率을 나타냈다.

短期間으로는 水原, 裡里, 大邱에서 出穗後 11~

20日에 33~41%로 높았다. 이러한 時期間의 差異는 胚乳의 肥大 經過가 地域 또는 年次 氣象狀態에 따라 달리 나타나기 때문인 것으로 생각된다⁵⁹⁾.

最低氣溫은 地域에 따라 多少 다르나 水原, 裡里, 晉州에서 出穗前 20日間의 寄與率이 18~41%로 높았으나 出穗前 10日間은 晉州外에는 어느 地域에서나 負值를 나타내었다.

以上과 같이 減數分裂期의 特別한 氣象 災害가 없을 境遇 出穗前보다는 登熟初, 中期의 高溫 多照가 登熟比率에 有利하게 影響하는 것 같다.

4) 玄米 1,000粒重에 미치는 氣象 影響度

玄米 1,000粒重에 미치는 氣象要因의 寄與率의 地域性을 보면 表 22와 같다. 玄米 1,000粒重이 크게 影響을 받는 時期는 幼穗形成期부터 出穗後 20日頃^{58,64)}이고 出穗前 10일부터 出穗後 30日의 氣象이 登熟要素에 크게 影響⁶⁰⁾하므로 出穗前 10일부터 出穗後 30日까지를 10日間隔으로 區分 分析하였다.

最高氣溫의 寄與率은 水原, 春川, 淸州, 光州에서 出穗後 11~20日에 22~46%로 큰 影響을 주며 裡里에서는 出穗期부터 10日間에 45%로 顯著하게 높은

Table 21. Degree of effects of meteorological factors on ripening ratio.

Location	Variety	Days before heading	Maximum temperature	Minimum temperature	Duration of sunshine	Residual
Suweon	Jinheung	-10	0.319 (18)	-0.365 -(21)	-0.423 -(24)	0.651 (37)
		-10~10	0.623 (26)	-1.121 -(47)	-0.009 (0)	0.645 (27)
		-10~20	0.623 (21)	-1.277 -(42)	0.382 (13)	0.743 (24)
		1~10	1.395 (46)	-0.807 -(26)	-0.060 -(2)	0.788 (26)
		11~20	0.438 (30)	0.072 (5)	0.096 (6)	0.869 (59)

		21~30	0.380 (14)	-0.754 (-28)	-0.792 (-29)	0.794 (29)
		1~20	0.321 (19)	0.437 (25)	0.311 (18)	0.666 (38)
Chuncheon	Shirogane	-10	0.138 (8)	-0.429 (-24)	-0.515 (-33)	0.641 (35)
		-10~10	1.308 (34)	-1.569 (-41)	0.263 (7)	0.695 (18)
		-10~20	2.457 (41)	-2.780 (-47)	0.027 (1)	0.676 (11)
		1~10	0.111 (9)	0.137 (11)	0.084 (6)	0.972 (74)
		11~20	1.400 (34)	-0.885 (-22)	0.958 (23)	0.845 (21)
		21~30	-0.160 (-7)	-0.360 (-17)	-0.757 (-35)	0.882 (41)
		1~20	0.233 (17)	0.095 (7)	-0.080 (-6)	0.946 (70)
Cheongju	Jinheung	-10	2.854 (38)	-1.745 (-24)	-2.108 (-28)	0.739 (10)
		-10~10	0.596 (24)	-0.555 (-22)	-0.385 (-16)	0.953 (38)
		-10~20	2.999 (46)	-3.019 (-46)	0.010 (0)	0.517 (8)
		1~10	-0.224 (-15)	0.198 (13)	0.078 (5)	0.999 (67)
		11~20	2.414 (41)	-2.368 (-40)	0.691 (12)	0.410 (7)
		21~30	1.131 (26)	-1.484 (-34)	-1.119 (-25)	0.689 (15)
		1~20	2.370 (41)	-2.341 (-41)	-0.369 (-7)	0.633 (11)
Daegu	Palkwoeng	-10	1.396 (37)	-1.077 (-29)	-0.639 (-17)	0.616 (17)
		-10~10	1.492 (39)	-1.306 (-34)	-0.535 (-14)	0.521 (15)
		-10~20	1.321 (43)	-0.747 (-24)	0.469 (16)	0.520 (17)
		1~10	1.399 (38)	-1.323 (-35)	-0.473 (-13)	0.515 (14)
		11~20	0.696 (19)	-1.292 (-36)	-1.003 (-28)	0.631 (17)
		21~30	0.356 (15)	-0.673 (-29)	-0.573 (-25)	0.735 (31)
		1~20	1.342 (32)	-1.506 (-36)	-0.842 (-20)	0.474 (12)
Jinju	Palkwoeng	-10	0.342 (23)	0.110 (7)	0.217 (15)	0.809 (55)
		-10~10	0.329 (16)	-0.344 (-17)	0.732 (36)	0.648 (31)
		-10~20	0.402 (22)	0.228 (12)	0.611 (33)	0.628 (33)
		1~10	0.341 (21)	-0.066 (-4)	0.894 (55)	0.331 (20)
		11~20	0.232 (13)	0.168 (9)	0.472 (26)	-0.941 (52)
		21~30	1.359 (45)	-0.742 (-25)	-0.408 (-14)	0.504 (16)
		1~20	0.574 (28)	0.023 (1)	0.818 (39)	0.664 (32)

Iri	Palkwoeng	-10	0.626 (28)	-0.551 (25)	-0.134 (5)	0.951 (42)
		-10~10	1.416 (36)	-1.541 (39)	0.256 (7)	0.718 (18)
		-10~20	1.186 (40)	-1.081 (37)	0.075 (3)	0.602 (20)
		1~10	1.836 (41)	-1.941 (44)	0.055 (1)	0.594 (14)
		11~20	-0.373 (15)	0.741 (29)	0.549 (22)	0.865 (34)
		21~30	0.475 (27)	-0.041 (2)	-0.415 (24)	0.814 (47)
		1~20	-0.110 (6)	0.261 (15)	0.559 (31)	0.881 (48)
Kwangju	Kimmaje	-10	0.299 (13)	-0.751 (32)	-0.497 (21)	0.799 (34)
		-10~10	0.709 (32)	-0.891 (41)	-0.048 (2)	0.539 (25)
		-10~20	0.336 (14)	0.361 (15)	1.073 (44)	0.668 (27)
		1~10	0.342 (18)	-0.641 (33)	0.385 (20)	0.581 (29)
		11~20	0.610 (33)	0.021 (2)	0.866 (47)	0.348 (18)
		21~30	-0.047 (3)	-0.001 (0)	0.767 (52)	0.671 (45)
		1~20	0.364 (21)	-0.071 (4)	0.729 (41)	0.594 (34)

寄與率을 보였으며 大體로 出穗前 10日보다는 出穗後에, 出穗直後보다는 登熟作用이 旺盛한 乳熟期에 寄與率이 높은 傾向이다.

最低氣溫은 大部分 負值를 나타내고 大邱에서만은 登熟全期를 通하여 높은 寄與率을 나타냈으나 특히

登熟中期에 27%의 寄與率을 나타낸 것은 興味로운 地域의 特異性으로 보여진다.

日照時間의 影響은 地域에 따라 다르나 大邱에서는 全登熟期間을 通하여 45%内外로 그 影響力이 크게 作用함을 알 수 있었다.

Table 22. Degree of effect of meteorological factors on 1,000 grain weight.

Location	Variety	Days before heading	Maximum temperature	Minimum temperature	Duration of sunshine	Residual
Suweon	Jinheung	-10	0.055 (4)	0.071 (5)	-0.391 (28)	0.894 (63)
		-10~10	-0.246 (14)	0.411 (23)	-0.212 (12)	0.928 (51)
		-10~20	0.042 (3)	0.341 (21)	0.286 (18)	0.932 (58)
		1~10	0.466 (24)	-0.351 (18)	-0.143 (7)	0.991 (51)
		11~20	0.842 (46)	-0.151 (8)	0.451 (25)	0.396 (21)
		21~30	0.208 (13)	-0.071 (5)	-0.525 (32)	0.819 (50)
		1~20	0.603 (30)	-0.141 (7)	0.453 (23)	0.811 (40)
Chuncheon	Shirogane	-10	0.568 (20)	-0.431 (16)	-0.956 (34)	0.836 (30)
		-10~10	-0.353 (20)	0.291 (16)	0.162 (9)	0.987 (55)

		-10~20	0.822 (27)	-0.974 (31)	-0.350 (11)	0.955 (31)
		1~10	0.802 (35)	-0.646 (28)	-0.043 (2)	0.821 (35)
		11~20	2.645 (34)	-2.573 (33)	-1.954 (26)	0.561 (7)
		21~30	-0.957 (20)	1.522 (31)	1.532 (31)	0.859 (18)
		1~20	1.347 (32)	-1.447 (34)	-0.528 (13)	0.875 (21)
Cheongju	Jinheung	-10	0.729 (23)	-0.853 (27)	-0.734 (23)	0.828 (27)
		-10~10	-0.931 (39)	0.461 (19)	0.105 (5)	0.885 (37)
		-10~20	1.159 (33)	-1.471 (41)	0.069 (2)	0.857 (24)
		1~10	-0.923 (31)	0.602 (20)	0.564 (19)	0.903 (30)
		11~20	2.259 (36)	-2.384 (38)	-0.941 (15)	0.673 (11)
		21~30	0.985 (16)	-2.732 (44)	-2.256 (36)	0.227 (4)
		1~20	1.880 (37)	-2.070 (41)	-0.340 (7)	0.749 (15)
Iri	Palkwoeng	-10	0.863 (42)	-0.012 (1)	-0.683 (33)	0.509 (24)
		-10~10	0.871 (43)	0.045 (2)	-0.534 (27)	0.567 (28)
		-10~20	0.280 (16)	0.449 (26)	-0.464 (26)	1.559 (32)
		1~10	1.086 (45)	-0.396 (16)	-0.237 (10)	1.698 (29)
		11~20	0.445 (29)	0.034 (2)	-0.490 (32)	1.583 (37)
		21~30	1.697 (32)	-1.793 (34)	-1.097 (21)	0.711 (13)
		1~20	1.586 (41)	-1.033 (27)	-0.531 (15)	0.631 (17)
Kwangju	Kimmaje	-10	0.200 (14)	0.116 (8)	0.097 (7)	0.980 (71)
		-10~10	0.210 (11)	-0.547 (29)	-0.185 (10)	0.929 (50)
		-10~20	0.005 (0)	-0.895 (37)	-0.606 (25)	0.922 (38)
		1~10	0.057 (4)	-0.602 (40)	0.010 (1)	0.817 (55)
		11~20	0.712 (22)	-1.173 (36)	-0.520 (16)	0.883 (26)
		21~30	0.058 (2)	0.670 (29)	0.987 (42)	0.617 (27)
		1~20	0.450 (13)	-1.438 (41)	-0.847 (24)	0.772 (22)
Daegu	Palkwoeng	-10	-0.167 (9)	0.382 (20)	0.892 (46)	0.500 (25)
		-10~10	-0.272 (13)	0.311 (15)	0.901 (45)	0.534 (27)
		-10~20	-0.184 (10)	0.364 (19)	0.779 (42)	0.541 (29)
		1~10	-0.594 (23)	0.457 (18)	0.936 (37)	0.556 (22)

11~20	0.274 (10)	0.781 (27)	1.245 (44)	0.550 (19)
21~30	0.727 (50)	0.080 (6)	-0.010 (-1)	0.630 (43)
1~20	-0.073 (-4)	0.391 (20)	0.897 (45)	0.634 (31)

IV. 考 察

水稻 收量を 決定하는 收量構成要素 即 m^2 當穗數 1穗穎花數, 登熟比率 및 玄米 1,000粒重의 地域性과 年次 變異를 檢討하여 收量成立의 地域類型을 分類하고 收量構成要素에 對한 生育各期의 氣象 影響度를 分析한 結果를 考察하던 다음과 같다.

1. 收量 構成要素의 地域性

收量 構成要素中 m^2 當 穗數가 收量에 影響하는 寄與率은 普通期 栽培에서 11~47%로 어느 地域에서나 높다. 이 分析 材料는 連年 같은 栽培 條件下에서 얻은 成績이므로 栽培法을 달리했을 때 그 傾向은 달리 나타날 것으로 생각되지만 現在 標準 栽培法으로는 大體的으로 穗數 增加가 가장 큰 比重을 차지하는 重要한 要素라는 것을 알 수 있다.

이와 같은 研究 報告로서는 崔⁷⁾ 등이 水稻生育收量에 關與하는 諸形質과 氣象要素 相關關係의 地域別 特異性의 比較에서 穗數가 많은 것이 增收 傾向이 있다고 했으며, 日本 九州^{80,81)}에서는 穗數의 寄與率이 31~41%, 靑森^{21,22)}는 10~40%였다는 報告와 비슷한 傾向을 나타낸다. 登熟比率의 寄與率은 南部는 낮고 中北部에서는 높은데 中北部는 登熟期間의 低溫等 氣象要因의 年次 變異가 큰데 原因이 있는 것으로 생각된다. 日本 九州⁸¹⁾에서 登熟要素의 寄與率은 낮고 靑森^{21,22)}는 30~45%로 높다고 하였고 北海道 및 東北 地方에서는 登熟比率과 玄米 1,000粒重이 收量에 크게 寄與한다는 神山⁸¹⁾의 報告와도 같은 傾向이다.

本 研究 結果에서 寄與率을 適用하여 우리나라 收量 成立型의 地型 類型을 5型으로 分類한 結果 南部 地域의 收量性은 單位 面積當 穎花數의 影響力에 크게 左右되며 中北部는 登熟要素의 影響力이 크므로 南部는 單位 面積當 穎花數確保가, 中北部는 登熟要素 向上이 重要하다고 하겠다. 이 分類 結果 抽象의 으로는 地域性이 多少 다른 試驗地가 同一群에 分類되어 있다. 特히 偏營養生長 依存型에 堤川이, 偏登熟 依存型에 裡里가, 登熟 依存型에 安東이 屬하고 있는데 供試品種을 보면 堤川은 시로가네로 登熟이 比較的 安定하여 營養生長依存性이 크고, 安東은 八紘으로 登熟이 不安定하여 登熟 依存性이 큰 것이 아닌

가 생각된다. 그런데 田島¹⁰⁸⁾는 日本에서 各地域別로 收量 成立型의 分布를 分析한 結果 東北 및 北海道 內에서도 地域에 따라 여러 類型으로 分類되었다는 報告를 볼 때 收量 成立型의 地域性은 品種의 地域 適應性을 考慮하고 試驗地를 擴大하여 더욱 廣範圍 한 檢討를 할 必要가 있다고 생각된다.

2. 收量에 미치는 收量構成 寄與率의 年次變異

中北部에서 水原을 비롯한 各地域을 總括한 年次 間 m^2 當 穗數가 收量에 미치는 寄與率은 大體로 높으면서 變異가 적으며, 穗當 粒數는 變異가 크고 負 值를 나타내는 해가 많다. 登熟比率과 玄米 1,000粒 重의 影響力은 靑과 同時에 年次에 따라 不安定하다. 이와같은 事實은 中北部 地域의 環境 要因中 特히 出穗前 10일부터 出穗後 30일까지의 氣溫의 急低下 및 變異가 큰 것이 稻體內 澱粉產物의 轉流 蓄積에 크게 影響하는 까닭이라고 생각된다. 이와 비슷한 報告는 韓¹²⁾ 등의 中北部의 水稻品種과 環境內의 交互 作用을 檢討하여 品種×年次의 交互作用成分이 매우 크다고 한 것에서도 볼 수 있다. 李⁵⁰⁾는 水稻 出穗 適期를 水原地方에서는 8月 15日, 裡里는 8月 25日, 密陽은 8月 25日頃이라고 報告하였는데 本 分析材料는 各 試驗地의 出穗期가 出穗 適期보다 大體로 5~7 日 程度 늦은 것도 登熟要素의 年次 變異를 크게 한 原因이 되는 것으로 생각되며 이러한 變異는 自然條件에 依한 複合 影響이라고 생각된다. 따라서 今後 中北部 地方에서의 水稻作은 登熟要素의 地域 및 年次에 安定된 品種과 栽培法 改善을 圖謀하여야 할 것으로 생각된다.

3. 收量에 미치는 收量構成要素의 回歸

水稻의 玄米 收量은 個個 標本에서는 收量構成 4 要素의 相乘積에 依하여 決定되지만 一定 面積에서 收量을 생각할때 個體 變異와 各 構成要素의 相關關係를 考慮 對數變換을 하여 加法的으로 變換할 必要가 있다^{13,15)}. 本 分析에서 收量에 미치는 收量 構成 要素의 回歸를 보면 많은 地域에서 決定係數가 80% 以上の 높은 精度를 나타내므로 對數變換에 依하여 收量에 對한 因果 關係가 잘 說明되는 것으로 생각할 수 있다. 그러므로 여기에서 求한 回歸式을 適用하여 水原, 大邱, 晉州의 年次別 收量을 推定한 結果 實測值과 推定值間에 高度의 有意 相關을 認定할

수 있었고 특히 大邱와 晋州에서는 어느 해나 實收량의 5% 誤差 範圍內에서 推定할 수 있었던 것으로 보아 이와같은 結果는 收量豫測에 利用 可能性을 示唆해 주는 것으로 생각된다. 다만 回歸 精度가 낮은 地域에서는 表1에서와 같이 直接效果의 殘差가 크게 나타난 것으로 보아 標本 및 實驗誤差를 줄이는 것이 緊要한 課題라 생각된다. 따라서 回歸式의 精度가 높은 地域에서는 收量 構成要素別 早期 豫測方法을 究明하고 이들 要素의 推定 可能 段階에서 이들 推定值를 適用 함으로써 收量 早期豫測이 可能할 것으로 생각된다.

4. 穗數에 미치는 氣象 影響度

m²當 穗數에 미치는 最高氣溫의 影響은 移秧後 21~30日에 그 寄與率이 30~42%로서 매우 크게 作用함을 알 수 있었는데 이러한 結果는 松島^{54,59,65}, 佐本^{63,64}, IRR¹²⁰, 許²³, 佐藤⁹⁷, 朴⁸⁹ 등이 移秧後 21~30日의 環境 條件이 穗數 決定에 重要한 時期라 報告한 것과 一致한다. 그러나 晋州는 同時期에 最高氣溫의 寄與率이 負值로 나타났는데 이것은 水稻 初期 生育에 있어서 草長의 伸長과 莖數의 增加와는 어느 一定線 以上에서는 反對되는 生育狀을 보이고 있어서 高溫下에서는 草長이 보다 伸長되므로 莖數增加는 오히려 抑制되는 傾向에서 오는 地域의인 特異性이라 할 수 있을 것이다. 또한 日照時間의 寄與率은 水原에서는 分蘗 初, 中期에, 晋州에서는 後期에, 其他 地域은 負值를 나타내는 등 一定한 傾向이 없었는데 清水¹⁰¹, 工藤⁴⁶도 分蘗 初, 中기에 影響이 가장 크다고 하였다.

한편 平均氣溫, 日照時間 및 水溫을 組合하여 穗數에 미치는 影響力을 보면 日照時間이 分蘗 初, 中期에 가장 컸고 平均氣溫과 水溫의 影響力이 相異하게 나타나므로 最高氣溫과의 組合은 寄與率이 낮지 않은가 생각된다.

穗數는 籾子의 出現數와 因果關係가 있고 營養吸收 및 氣象條件과 關係하므로 一次로 莖數, 二次로 氣象要因을 組合하여 穗數 推定式을 作成한 結果 20日 莖數의 單要因이나 氣象 要因만을 組合한 것 보다 20日 莖數를 1次로 하여 氣象의 多要因을 組合한 것이 決定係數가 80% 以上으로 精度를 높일 수 있었으므로 이러한 것을 基礎로 하여 精度가 낮은 地域은 그 地域에 알맞은 氣象 要因을 再 設定하고 要因에 對한 半對數 또는 兩對數에 依한 回歸式을 作成할 必要가 있다고 생각된다

5. 穎花數에 미치는 氣象 影響度

이 分析에서 穎花數에 가장 큰 影響을 미치는 時期는 大體로 出穗前 25~34日이고 특히 이 時期의 日

照時間은 어느 地域에서나 16~38%의 높은 寄與率을 나타냈는데 이것은 松島⁵⁸, 石丸⁸¹의 報告와 같은 傾向이다. 最高氣溫의 穎花數에 미치는 寄與率은 中北部에서 높고 南部에서는 負值를 나타냈다. 松島⁵⁸가 高溫일수록 窒素의 吸收量이 많고 葉身窒素의 濃도가 높아서 穎花數의 分化도 增加한다는 것과는 地域에 따라 그 傾向이 달리 나타나는 것으로 보아 高溫에서 穎花分化에 有利하게 影響하는 程度는 溫度의 水準 및 土壤 條件과 어떤 關係가 있는 것이 아닌가 생각되는데 嵐은 이 時期의 過高溫은 土壤의 酸化 還元電位를 低下하여 地溫이 25~27°C 以上에서는 2價鐵, 有機酸等の 發生이 增加하여 뿌리의 發生이 低下하고 葉身窒素, 濃도의 低下를 招來하여 穎花數의 退化가 增加한다고 報告한 바 있다. 특히 大邱에서 最高 最低氣溫이 모두 負值를 나타낸 것은 盆地라는 地域의 特異性이 아닌가 생각되며 이에 關하여는 別途의 追究가 必要할 것 같다.

6. 登熟要素의 氣象 影響度

本 分析에서 最高氣溫은 長期間으로는 出穗前 10日부터 出穗直後 및 登熟 初期에 影響이 큰데 이것은 松島^{58,64}의 剪根處理 및 遮光處理 結果와 같은 傾向을 나타냈으며 이와같은 事實은 減數分裂期의 冷害, 其他 氣象災害가 없을 境遇에는 出穗後 高溫, 多照가 胚乳 肥大에 有利하게 作用하여 登熟이 좋은 것으로 생각된다.

最低 氣溫에서는 모두 負值를 보인 것은 最低氣溫의 低下가 發育停止粒의 發生과 關係⁵⁸가 있는 것이 아닌가 생각되며 李⁵⁰는 우리나라에서 水稻 普通期 栽培時 登熟을 規制하는 一次의 氣象條件은 低溫이라 指摘하였는데 本 分析 結果는 그러한 事實을 定量的으로 立證한 것이라 하겠다.

玄米 1,000粒重에 氣象이 가장 크게 影響하는 時期는 穎花成長이 旺盛한 減數分裂期와 登熟 作用이 旺盛한 乳熟期의 兩期에 있다^{29,58,64}.

本 分析에서 最高氣溫의 寄與率은 出穗前 10日보다는 出穗後에 出穗 直後보다는 乳熟期에 寄與率이 높은데 出穗前, 冷害其他 氣象災害가 없는 平年 氣象條件下에서는 出穗後 高溫이 玄米 1,000粒重에 影響을 크게 미친다는 것을 定量的으로 보여준 것이라 생각된다. 다만 여기에서 日照時間의 寄與率이 大邱를 除外하고는 負值를 나타낸 경우가 많은데 이러한 結果는 分明하게 解析할 수는 없다. 그러나 松島⁶⁴는 1日平均 日射量이 250cal 程度까지는 光의 強度가 높아질수록 登熟比率이 向上되나 300~350cal 以上이 되면 登熟比率은 거의 增大하지 않는다 했고,

安⁶⁾은 水原에서 登熟 期間의 日射量이 360cal 程度의 平年 水準에서는 大體로 不足한 狀態가 아니라고 하였는데 大體로 우리나라에서 登熟期間의 日射量이 不足하지 않은 狀態이므로 日照의 影響力이 적게 나타났던 것이라고 생각된다.

V. 摘 要

水稻 收量構成要素에 미치는 몇가지 氣象要因의 寄與率과 收量 構成要素의 地域內 年次 變異 및 年次內 地域 變異를 檢討하여 水稻 栽培法 改善 및 作況 豫測의 參考 資料를 얻고서 1966년부터 1973년까지 8年間 3個 作物試驗場 및 各道 農村振興院 圃場에서 實施한 水稻 作況 試驗成績을 材料로 하여 標準 偏回歸分析法를 適用 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 水稻 收量에 미치는 收量 構成要素의 寄與率은 普通期 栽培에서는 穗數가 가장 크고, 適播 晚植 栽培 및 北部 地方에서의 普通期 栽培에서는 登熟比率이 가장 크게 나타났다.

2. 收量 構成要素의 年次 寄與率은 穗數가 가장 크고, 해에 따라서는 登熟比率과 玄米 1,000粒重이 컸으며 統一은 單位 面積當 穎花數가 收量成立에 크게 影響하였다.

3. 收量 構成要素의 寄與率을 適用하여 地域別 收量成立 類型을 1) 營養生長 依存型(V), 2) 偏營養生長 依存型(P.V), 3) 中間型(M), 4) 偏登熟 依存型(P.R) 5) 登熟 依存型(R)으로 分類하였다.

大體로 南部 地方에서는 單位 面積當 穎花數 依存도가 크고 中北部에서는 登熟要素의 依存도가 컸다.

4. 收量에 對한 收量構成 4要素의 回歸式을 相乘積인 式에서 對數變換하여 加算인 式으로 作成하였던바 普通期 栽培나 適播 晚植栽培에서 다같이 加算인 式으로 計算하였을때 精度 높은 收量推定을 할 수 있었다.

5. 分蘗 各期の 莖數와 穗數와의 關係는 普通期 栽培에서나 晚植 栽培에서 移秧後 20일부터 有意的인 正의 相關을 認定할 수 있었다.

6. 穗數는 移秧後 21~30日의 氣象要因과 가장 密接한 關係가 있었다.

7. 各氣象 要因들의 最高分蘗數에 미치는 寄與率은 移秧後 31~40日의 平均氣溫의 寄與率이 가장 크고 日照時間의 寄與率은 11~30日이 컸으며 水溫의 寄與率은 大體로 적었다.

8. 穗數의 早期 推定은 莖數의 單要因이나 氣

象 要因만을 組合한 것 보다는 移秧後 20日 莖數와 移秧後 20~40日의 最高氣溫, 氣溫較差 및 日照時間等 複合 要因을 組合 하므로서 精度 높은 推定式을 作成할 수 있었다.

9. 穗當 穎花數와 氣象 要因과는 出穗前 25~34日에 가장 密接한 關係가 있었는데 中北部에서는 最高氣溫과 日照時間의 寄與率이 컸고, 南部에서는 最低氣溫과 日照時間의 寄與率이 컸으며 最低氣溫은 負值를 나타냈다.

10. 各 氣象 要因들의 登熟比率에 미치는 寄與率은 最高氣溫이 가장 크고 最低氣溫은 出穗前이나 登熟 初期에 負值를 나타냈다.

11. 玄米 1,000粒重에 미치는 氣象要因의 寄與率은 最高氣溫이 登熟初期나 中期에 높고 最低氣溫은 登熟期間에 大體로 負值를 나타냈다.

引用 文 獻

1. 阿部玄三, 小野清治, 島山國士, 和田純. 1961. 水稻의 早期多收穫栽培의 地域性確立에 關する 研究. 第1報 青森縣における 氣象의 地域性의 水稻生育との關係. 農業氣象 16:99-106.
2. _____, _____, _____, _____. 1962. 水稻의 早期多收穫栽培의 地域性確立에 關する 生態的 研究. 第9報 出穗期의 地域性이 水稻의 諸形質에 及ぼす影響. 農業氣象 18(1):23-26.
3. 相見靈三, 澤村浩, 混野昭晨. 1959. 登熟期의 炭水化物及びそれに 關與する 數種酵素活性에 及ぼす溫度의 影響. 日作紀 27:405-407.
4. 安壽奉. 1973. 水稻登熟의 品種間差異와 그 向上에 關한 研究. 韓作誌 14:1-40.
5. 嵐嘉一. 1954. 南九州における 水稻의 登熟의 特異性. 日作紀23(1):1-17.
6. 崔鉉玉. 1965. 栽培時期移動에 依한 水稻의 生態變動에 關한 研究. 1. 栽培時期移動에 依한 水稻의 變動. 韓作誌 3:1-40.
7. _____, 裴聖浩, 李鍾薰. 1965. 水稻生育收量에 關與하는 諸形質과 氣象要素와의 相關關係의 地域別 特異性의 比較. 農試研報 8(1):69-86.
8. Davis, F.E., and J.E. Pallesen. 1940. Effect of the amount and distribution of rainfall and evaporation during the growing season on yield of corn and spring wheat. Jour. Agr. Res. 60:1-23.
9. Dewey, D.R., and K.H.Lu. 1959. A correlation

- path coefficient analysis of componets of crested wheat grass seed production. Agron. J. 51:515-518.
10. 藤原忠. 1968. 低收寒地要因の地域的解析, 日本作物學會 シンポジウム 記事 第一集: 12-18.
 11. 韓相麒. 1963. 大豆收量에 關與하는 主要形質間의 相關關係와 이들 形質이 收量에 미치는 影響. 서울大 論文集 生農系 13:70-76.
 12. _____. 1964. 水稻品種과 環境의 交互作用에 關한 研究. 農試報 7(1):99-105.
 13. 畑村, 奥野, 津村共譯. 1972. 스테파카, 코克蘭 統計的方法, 岩波書店.
 14. 林洋二, 東浦則嗣, 本村義司. 1971. 最高分けつ 莖數による穂數全粒數の豫測について. 試験研究資料 第38集 農經統: 4-5.
 15. 廣崎昭太, 御子紫穆. 1973. 重回歸モデルによる 水稻生育制御の方法. 農枝研報告 A 第20號: 17-60.
 16. 秀島禮太郎. 1965. 作況試験 からみた 九州地方の 水稻の生育と氣象との 關係について(第1報) 分けつ期間の生育と氣象. 試験研究資料28集 農經統: 120-130.
 17. 堀江正樹. 1970. 生長指標と 氣象要因の あいだの關係についての解析(I). 日作紀39(第150回講演要旨): 31-32.
 18. 福本守, 横森秀文. 1963. 水稻玄米千粒重と 出穂期前後の 氣象要素との 關係. 試験研究資料 第26集 農經統: 89-91.
 19. _____. 1963. 台風遭遇時の 水温生育ステージと主要形質に およぼす影響について. 試験研究資料 第26集 農經統: 207-212.
 20. _____. 1963. 水稻の 莖數増加と 氣象との 關係について, 回歸差による分析. 試験研究資料 第26集 農經統: 19-23.
 21. 福井正, 東文吾. 1966. 水稻生産力 地帯別收量構成要素が收量に及ぼす影響力について(経路係數の應用), 試験研究資料 第29集 農經統: 101-105.
 22. _____. 1969. 経路係數の基本的な考之方とその計算法. 農林統計研究3(1):50-59.
 23. 許輝, 李勝植. 1971. 溫度較差가 分蘖에 미치는 影響. 作試研報(水稻): 139-147.
 24. 舟山謙三郎. 1968. 玄米千粒重豫想のため 粒數の大きさに 關する研究について, 試験研究資料 第33集 農經統: 5-7.
 25. 舟山謙三郎, 管原剛. 1968. 作況試験 からみた 東北地域の 收量成立要因の 解析的研究(第1報). 試験研究資料 第33集 農經統: 91-95.
 26. IRRI. 1970. Annual Report:41-46.
 27. 石塚喜明, 田中明. 1963. 水稻の 營養生理. 養賢堂: 235-237.
 28. 石丸治澄, 波多江政光, 今里貫之. 1971. 水稻作況試験の 作柄解析に 關する 研究. 第2報, 穂數成立にたいする 影響要因の 地域性と 推定式の作成. 試験研究資料 第38集 農經統: 23-28.
 29. _____, 宮川敏男. 1971. 水稻作況試験の 作柄解析に 關する 研究. 試験研究資料 第38集 農經統: 17-23.
 30. 神山啓治, 飯島保, 堀江正樹. 1970. 作物の 地域性に 關する研究 I. 作物收量構成要素の 年次内 地域變動について, 日作紀39(第150回講演要旨): 33-34.
 31. _____, _____, _____. 1970. 作物の 地域性に 關する研究 2. 收量構成要素の 地域内 年次變動について. 日作紀 39 (第150回講演要旨): 35-36.
 32. 榎本中衛, 人見芳夫. 1942. 低温處理の 水稻生育に 對する影響に ついて. 農及園17(9):1229-1234.
 33. 片佃佃. 1951. 稻麥の 分蘖研究. 養賢堂: 19-33.
 34. 金七龍, 李鍾薰, 鄭奎鎔. 1973. 栽培時期移動에 따른 諸環境要因이 벼 地上部形質에 미치는 影響. 農試研究15(作物): 25-34.
 35. 金泳燮. 1965. 水稻栽培의 主要環境要因에 關한 解析的研究. 韓作誌 3:49-82.
 36. 小村正夫, 加納眞, 板垣靜雄, 松下誠. 1968. 氣象による 水稻の 最高莖數 および 穂數の 早期豫測について, 試験研究資料 第33集 農經統: 55-57.
 37. 木村吉郎. 1952. 日本の 稻凶作に 關する 統計的研究 第2報. 凶作の 定義に 關する 考證的 追究. 日作紀21(1):67-68.
 38. _____. 1960. 日本の 稻作に 關する 地域性について, 農業氣象 6:119-122.
 39. _____. 1962. 豊凶に 關する 農業氣象學的研究. 農業氣象7(1):36-38.
 40. 高美錫, 張權烈, 韓鎔秀. 1970. 고구마 收量에 미치는 諸形質의 直接效果 및 間接效果, 晋州農大論文集 9:27-32.
 41. 近藤昇. 1964. 水稻作況試験に おける穂數豫察

- の 一方法. 試験研究資料 27集 農経統:19-23.
42. 近藤萬太郎, 岡村保. 1930. 水溫と 水稻の生育との 關係 第1報(豫報). 日作紀 2(2):90-95.
 43. _____, _____. 1931. 水溫と水稻の 生育との 關係(第2報), 日作紀 3(1):47-50.
 44. _____, _____. 1931. 水溫と稻の 生育との 關係(第二報) 農及園 6:517-530.
 45. 近藤典夫, 宇田勲. 1972. 多元回歸による m^2 當全初數の推定について. 試験研究資料 第39集 農経統:34-37.
 46. 工藤澄志, 田島克己. 1970. 關東東山地域における 水稻の 分けつおよび 穂數の 氣候生産力指數. 試験研究資料 第37集 農経統:26-32.
 47. 李正行 譯. 1963. 水稻收量에 미치는 諸要因分析. 國際食糧農業 7(12):1-10.
 48. 李殷雄. 1967. 水稻品種의 生態的 特性에 關한 研究. 農村振興廳 試験研究叢書 11號:1-58.
 49. _____. 1971. 韓國에 있어서 出穗期 前後의 水稻의 營養狀態와 氣象的 條件이 玄米 重構成에 미치는 影響. 春溪崔範烈博士 回甲紀念論文集. 韓作誌:65-78.
 50. _____. 1971. 韓國水稻作의 氣象環境과 收量性에 關한 研究. 農試研報 14(作物篇):7-31.
 51. 松島省三, 眞中多喜夫. 1952. 水稻の莖數から 穂數は何時豫知 できるか. 農及園:27(8):927-929.
 52. _____, 山口俊二. 1953. 水稻收量豫察の 作物學的研究. 1. 水稻收量の 作物學的豫察と 收量構成要素の 年變異. 日作紀 21(3-4):219-220.
 53. _____, 眞中多喜夫. 1953. 水稻穂數の 成立と豫察. 農及園 28(8):931-936.
 54. _____, _____. 1954. 水稻收量豫察の 作物學的研究(豫報) 生育時期別 乾物重とその 成長曲線並びに 相對生長率と 豐凶との關係. 日作紀 22(1-2):29-30.
 55. _____, 山口俊三, 岡部俊. 1954. 水稻收量の 成立經過に 關する一資料(生育各期における 環境の變動が收量 並びに 收量構成要素に及ぼす影響). 農及園 29(9):1106-1110.
 56. _____, 角田公正. 1957. 水稻收量の 成立と豫察に 關する作物學的研究 XLII. 一穂 穎花數並びに一株 總穎花數の 豫察について(2). 日作紀 26(2):87-88.
 57. _____, _____. 1957. 同上, 36. 一穂穎花數の 豫察について. 日作紀 25(3):141-142.
 58. _____. 1957. 水稻收量の 成立と豫察に 關する 作物學的研究. 農技研究報 A5號:1-271.
 59. _____, 角田公正. 1958. 同上, XLV. 生育各期の 氣溫の 高低並びに 較差の 大小が 水稻の 生育收量並びに 收量構成要素に 及ぼす影響. 日作紀 26(4):243-244.
 60. _____, 和田源七. 1958. 同上, LII. 水稻の 登熟機構の研究.(10) 籾への 炭水化物の 轉流適温 登熟適温 ならびに 籾の 炭水化物受入れ能力の 低下について. 日作紀 28(1):44-45.
 61. _____, _____. 1959. 同上, XLIX. 生育各期の 水溫の 高低並びに その 日較差の 大小が 水稻の 生育收量及び 收量構成要素に及 ぼす影響. 日作紀 27(3):357-358.
 62. _____, 田中孝幸, 星野孝文. 1964. 同上, 第70報. 生育各期の 氣溫 水溫の 各種の組み合せが 水稻の 收量 および 收量構成要素に及ぼす影響. 日作紀 33(1):53-57.
 63. _____, _____, _____. 1964. 同上, 第71報. 水稻收量の 成立原理とその 組み 合せが水稻の 生育およびその他諸形質に及ぼす影響. 日作紀 33(2):135-139.
 64. _____. 1964. 稻作の 理論と技術. 養賢堂.
 65. _____, 田中孝幸, 星野孝文. 1966. 水稻收量の 成立原理とその 應用に 關する 作物學的研究 第75報. 莖葉部, 莖基部, 根部の 各部に 對する. 溫度處理が 分蘗發生に及 ぼす影響. 日作紀 34(4):478-483.
 66. 松尾孝嶺. 1959. 水稻氣象感應試驗の 解析に 關する研究. 東京大 農學部:1-27.
 67. _____. 1960. 水稻氣象感應試驗の 解析に 關する研究. 東京大農學部:1-333.
 68. 宮木硬一. 1956. 水稻の 生育及び 收量と 水溫との 關係についての 現地調査. 農業氣象 13(4):27-31.
 69. 村田吉男. 1964. わが 國の 水稻收量の 地域性に 及ぼす 日射と 溫度の 影響に ついて. 日作紀 33(1):59-63.
 70. 水上政之助, 岡村正和, 木暮啓. 1957. 氣象感應試驗からみた 關東東山 地域の 水稻收量と 氣溫較差. 農及園 32(11):93-94.
 71. 棟方研, 川山奇勇, 假谷柱. 1967. 氣象および 稻體要因 からみた 水稻生産力の 定量的研究. 中國農試報 A:59-96.
 72. 村上利男, 和田道宥, 吉田宕吉. 1973. 寒冷地における 水稻生育の 氣象反應に 關する 定量的研

- 究. 東北農試研究 45:33-100.
73. 中原孫吉. 1936. 朝鮮の米作と氣象要因との關係. 農及園 11:1197-1204, 1455-1456.
74. 中村寅, 竹内定雄, 成瀬達郎. 1963. 水稻の粒の肥大におよぼす氣象の影響. 試研究資料26集 農經統: 92-95.
75. 中村登喜男, 小野寺昭男, 吉田三郎. 1967. 水稻玄米千粒重の成立要因の解析的研究. 試研究資料 第31集 農經統: 9-12.
76. 西川貞雄. 1963. 水稻收量構成要素と氣象との關係について. 試研究資料26集 農經統:54-58.
77. 農村振興廳 試験局. 1966~73. 水稻作況診断試験研究報告書.
78. 農林省 振興局. 1969. 農業氣象 ハンドブック. 養賢堂: 44-452.
79. 農林水産技術會報事務局. 1971. 水稻の收量限界向上に關する研究: 1-252.
80. 農林省 統計調査部 作物統計課. 1969. 作況試験および被害の解析研究に必要な curve fitting 計算實例: 67-93.
81. 農林省 福岡統計調査事務所 九州作況研究室. 1969. 水稻作況試験の解析に關する研究: 1-213.
82. 野崎倫夫, 菅原哲二郎, 高島良哉. 1961. 水稻收量豫測のための基礎的研究.(第7報)出穂期における收量豫測要因の検討. 日作紀 29(2):207-209.
83. _____, _____, _____. 樹川正司. 1963. 水稻收量豫測のための基礎的研究(第8報)穎花數の早期豫測に關する研究. 試研究資料 第26集 農經統: 73-84.
84. 岡西英實, 小味勘次郎. 1967. 早期水稻の莖數および穂數の早期豫測について(第1報). 試研究資料 第31集 農經統: 50-54.
85. 岡隆司. 1950. 水稻の收量豫想に就いて. 日作紀 9:225-234.
86. 奥野忠一, 芳賀敏郎, 久米均, 吉澤正. 1971. 多變量解析法. 日科技連出版社. 東京.
87. Owen, P.C. 1971. The effects of temperature on the growth and development of rice. Field crop abstracts 24(1):1-8.
88. 朴錫洪, 李殷雄. 1973. 分蘗期の氣象が水稻生育量に 미치는影響. 韓作誌 14:47-51.
89. Rodrigo, A.D., and M.W. Adams. 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Crop sci. 12:579-582.
90. Rungo, E.C.A. 1968. Effects of rainfall and temperature interections during the growing season on corn yield. Agro. J. 60:503-507.
91. 坂本正三, 佐味講屈. 1972. 一般作況における水稻の登熟豫測について. 試研究資料39集 農經統: 44-46.
92. 佐本啓知, 移本勝男, 宇田昌義, 本嘉一郎. 1958. 水稻早期栽培の穂數増加の原因についての考察. 日作紀 27(2):182-184.
93. _____. 1959. 晝夜温および夜温の差異が水稻の生育に及ぼす影響. 農及園 34(1):1721-1722.
94. _____. 1966. 水稻早期, 早植栽培の生態に關する研究, とくに東海近畿地域における早期早植栽培の多收機構と栽培時期の移動について. 東海近畿農試報 15:1-42.
95. 佐佐木喬. 1935. 稻の結實に及ぼす低温の影響. 日本學術協會報告 10:449-453.
96. 佐藤文雄, 大友都夫, 佐藤陽一, 高田隆剛, 手石弘, 高本眞. 1968. 水稻作況試験における收量成分の経路分析について. 試研究資料 第33集 農經統: 21-22.
97. 佐藤庚. 1972. 環境に對する水稻の生育反應, 第1報. 榮養生長期の生育に及ぼす氣温の影響. 日作紀 41(4):388-393.
98. 關谷福司. 1951. 水稻幼作物の分蘗原期及び分蘗芽に關する研究(第1報). 水深が分蘗原基及び分蘗芽の發育に及ぼす影響. 日作紀 20(1-2): 63-66.
99. 申漢豐, 朴錫洪, 蔡寬植, 尹勸煥, 李榮萬. 1965. 全南地域의 水稻收量과 氣象要因에 關한 統計的 研究(第1報), 特別 全生育期間中의 日照時數가 水稻收量에 미치는 影響에 關하여. 農試研報 8 (1): 313-320.
100. 清水強, 關口貞介, 盛田英夫, 須崎睦夫. 1962. 主要作物の收量豫測に關する研究. 8. 水稻の分蘗發生に對する日射の影響. 日作紀 31(2): 141-149.
101. _____, _____, _____, _____. 1963. 1. 收量構成要素ならびに收量の豫測に關する研究. 1. 水稻の分蘗發生に對する日射の影響. 試研究資料 第26集 農經統: 2-6.
102. _____, 島田益男, 上野喜證. 1964. 主要作物の收量豫測に關する研究. 10. 中國地域における水稻收量成立の特徴. 日作紀 32(3):217-220.
103. _____, _____, _____. 1964. 同上, 2.

- 中國地域における 水稻収量成立過程の解析. 日作紀 32(3):221-224.
104. _____, 上野喜澄. 1966. 同上, 第13報. 中國地方における水稻生産力の變動とその構成. 日作紀 35(1,2):24-28.
105. 菅原例, 小野寺昭男, 舟山謙三郎. 1971. 水稻生育における粒數成立までの氣象感應性, 試験研究資料 第38集. 農經統: 73-77.
106. 大後美保. 1937. 朝鮮稻作の豊凶について. 産業氣象 調査報告 5:159-191.
107. 田島克己, 舟山謙太郎, 大田保夫, 中村拓. 1961. 水稻の登熟に関する研究 第3報, 登熟の, 様相に及ぼす地域性について. 日作紀 29(1):93-96.
108. _____, 工藤澄志. 1971. わが國における水稻収量成立型の地域性. 試験研究資料 第38集 農經統: 89-90.
109. 高本眞, 佐藤文雄, 大友都夫. 1960. 穗數成立要因の研究. 試験研究資料 第21集 農經統: 97-106.
110. 田中稔. 1949. 水稻冷害の實際的研究. 第1報. 登熟期間における氣温の精穀重に及ぼす影響. 日作紀 18(2,3,4):156-158.
111. 戸田義次. 1969. 稻作診断法(上). 養賢堂.
112. 坪井八十二. 1969. 低收暖地要因の地域的解析(氣象要因をめぐって). 日本作物學會 シンポジウム 記事 第2集: 19-23.
113. 角田公正. 1964. 水溫と稻の生育収量との關係に関する實驗的研究. 農技研報告 A 第11號: 75-174.
114. Wright, S. 1921. Correlation and causation. Jour. Agr. Res. 20(7):557-585.
115. 山本健吾. 1954. 水稻の成熟現象に関する研究(1). II. 夜温の高低と水稻子實の登熟. 農及園 29(10):1303-1304.
116. 山川寛, 西山壽. 1958. 暖地における水稻の栽培時期に関する研究. 1. 栽培時期の移動が水稻の諸形質に及ぼす影響並びに品種間差異について. 佐賀大學 農學彙報 7:1-48.
117. 山田偉平, 西川貞雄. 1963. 水稻収量構成要素と氣象との關係について. 一坪當 穗數ならびに一穗粒數の構成と氣象との關係. 試験研究資料 26集: 54-58.
118. 山田幸雄, 小野徳治. 1963. 水稻の有効莖歩合向上に関する研究. 第2報. 初期分蘖と有効莖數との關係. 東北農業研究 5:96-98.
119. 米澤房一. 傳佳敏明, 橋本隆, 森本英雄. 1967. 経路分析の利用による 徳島縣下生産力 地帯別 水稻収量 構成要素の解析. 試験研究資料 第31集 農經統: 84-87.
120. 唯是康彦 譯. 1966. D. ゲール, ジョンソン, ロバート. L. グスタフソン著 穀物収量の統計分析. 大明堂: 33-53.

SUMMARY

The effects of various weather factors on yield components of rice, year variation of yield components within regions, and regional differences of yield components within year were investigated at three Crop Experiment Stations O.R.D., Suweon, Iri, Milyang, and at nine provincial Offices of Rural Development for eight years from 1966 to 1973 for the purpose of providing information required in improving cultural practices and predicting the yield level of rice. The experimental results analyzed by standard partial regression analysis are summarized as follows:

1. When rice was grown in ordinary seasonal culture the number of panicles greatly affected rice yield compared to other yield components. However, when rice was seeded in ordinary season and transplanted late, and transplanted in ordinary season in the northern area the ratio of ripening was closely related to the rice yield.
2. The number of panicles showed the greatest year variation when the Jinheung variety was grown in the northern area. The ripening ratio or 1,000 grain weight also greatly varied due to years. However, the number of spikelets per unit area showed the greatest effects on yield of the Tongil variety.
3. Regional variation of yield components was classified into five groups; 1) Vegetation dependable type (V), 2) Partial vegetation dependable type (P), 3) Medium type (M), 4) Partial ripening dependable

type (P.R), and 5) Ripening dependable type (R). In general, the number of kernel of rice in the southern area showed the greatest partial regression coefficient among yield components. However, in the mid-northern part of country the ripening ratio was one of the components affecting rice yield most.

4. A multivariate equation was obtained for both normal planting and late planting by log-transforming from the multiplication of each component of four yield components to additive fashion. It revealed that a more accurate yield could be estimated from the above equation in both cases of ordinary seasonal culture and late transplanting.
5. A highly positive correlation coefficient was obtained between the number of tillers from 20 days after transplanting and the number of panicles at each(tillering) stage 20 days after transplanting in normal planting and late planting methods.
6. A close relationship was found between the number of panicles and weather factors 21 to 30 days after transplanting.
7. The average temperature 31 to 40 days after transplanting was greatly responsible for the maximum number of tillers while the number of duration of sunshine hours per day 12 to 30 days after transplantation was responsible for that character. The effect of water temperature was negligible.
8. No reasonable prediction for number of panicles was calculated from using either number of tillers or climatic factors. The number of panicles could early be estimated formulating a multiple equation using number of tillers 20 days after transplantation and maximum temperature, temperature range and duration of sunshine for the period of 20 days from 20 to 40 days after transplantation.
9. The effects of maximum temperature and day length 25 to 34 days before heading, on kernel number per panicle, were great in the mid-northern area. However, the minimum temperature and day length greatly affected the kernel number per panicle in the southern area. The maximum temperature had a negative relationship with the kernel number per panicle in the southern area.
10. The maximum temperature was highly responsible for an increased ripening ratio. On the other hand, the minimum temperature at pre-heading and early ripening stages showed an adverse effect on ripening ratio.
11. The 1,000 grain weight was greatly affected by the maximum temperature during pre-or mid-ripening stage and was negatively associated with the minimum temperature over the entire ripening period.

Appendix 1. Outline of rice culture.

Locaton	Variety	Culture Method	Seeding date	Seeding amount (l/m ²)	Transplanting date	Spacing transplanting (cm)	Amount of fertilizer N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/10a)
Suweon	Common	(1)*	5.1	0.13	6.11	30×15	8.0-5.0-6.0
		(2)*	5.1	0.13	7.10	30×15	5.6-3.5-4.2
Chuncheon	Common	(1)*	5.1	0.13	6.11	30×15	15.0-7.5-9.0
		(1)	4.20	0.15	5.31	24×18	7.4-4.0-4.5
Cheongju	Common	(2)	4.20	0.15	7.5	24×18	7.4-4.0-4.5
		(1)	4.20	0.15	5.31	24×18	15.0-6.0-9.0
Yuseong	Common	(1)	5.1	0.15	6.10	24×18	7.0-4.0-4.0
		(2)	5.1	0.12	7.10	24×18	4.9-4.8-4.0
Iri	Common	(1)	4.25	0.15	6.10	30×15	15.0-7.5-9.0
		(2)	5.1	0.12	7.15	24×18	4.2-2.0-2.5
Kwangju	Common	(1)	5.1	0.12	6.10	24×18	6.0-2.9-3.6
		(2)	5.1	0.12	7.15	24×18	4.2-2.0-2.5
Daegu	Common	(1)	5.1	0.12	6.10	30×15	15.0-8.0-9.0
		(2)	5.1	0.12	7.15	24×18	8.4-8.0-6.5
Milyang	Common	(1)	5.1	0.15	6.10	25×18	5.9-5.6-4.5
		(2)	5.1	0.15	7.15	25×18	12.0-9.0-9.0
Jinju	Common	(1)	5.1	0.12	6.15	24×18	8.1-4.0-5.0
		(2)	5.1	0.12	7.15	24×18	5.6-2.8-3.5
Jinju	Common	(1)	5.1	0.12	6.15	30×15	15.0-6.0-7.0
		(2)	5.5	0.15	7.15	24×18	12.3-8.0-8.0
Jinju	Common	(1)	5.5	0.15	6.20	24×18	12.0-5.0-6.0
		(2)	5.5	0.15	7.15	24×18	8.6-5.6-5.6
Jinju	Common	(1)	5.10	0.15	6.25	24×18	12.0-8.0-8.0
		(2)	5.10	0.15	7.15	25×18	8.6-5.6-5.6
Jinju	Common	(1)	5.10	0.15	6.25	24×18	12.0-8.0-8.0
		(2)	5.10	0.15	7.15	24×18	8.6-5.6-5.6
Jinju	Common	(1)	5.11	0.15	6.25	24×18	12.0-8.0-8.0
		(2)	5.11	0.15	7.15	24×18	8.6-5.6-5.6
Jinju	Common	(1)	5.10	0.11	6.25	30×15	12.0-5.6-6.0

Note: (1) * Ordinary seasonal culture.
(2) * Late seasonal culture.

Appendix 2. Meteorological factors during the periods of tillering.

Location	11~20					21~30					31~40				
	Mean temperature	Maximum temperature	Range of temperature	Duration of sunshine	Water temperature	Mean temperature	Maximum temperature	Range of temperature	Duration of sunshine	Water temperature	Mean temperature	Maximum temperature	Range of temperature	Duration of sunshine	Water temperature
Suweon	22.0	27.1	9.5	587.4	—	22.8	26.8	7.8	565.0	—	24.7	28.2	6.9	442.6	—
Chuncheon	20.6	25.4	10.3	504.0	24.5	21.9	27.6	10.1	471.7	25.4	22.5	27.1	8.4	365.3	24.9
Cheongju	23.1	27.8	9.7	494.8	25.8	23.4	27.6	7.7	408.9	25.2	25.0	29.1	7.8	345.9	25.7
Yuseong	23.3	27.8	9.8	571.3	25.6	23.7	27.5	7.7	450.2	25.6	26.3	29.5	8.0	403.2	25.6
Iri	24.7	27.1	9.0	786.3	25.8	23.7	27.6	7.4	558.4	25.3	25.2	29.0	7.4	490.7	26.3
Kwangju	23.6	27.2	7.4	420.7	25.9	23.9	28.0	8.3	464.1	26.5	26.9	30.5	7.7	482.1	27.7
Daegu	23.4	28.2	8.9	573.5	—	25.9	30.1	8.7	559.2	—	27.8	32.5	9.8	710.1	—
Milyang	24.5	28.7	8.4	441.9	—	27.2	31.6	8.4	499.1	—	28.5	33.0	9.1	556.6	—
Jinju	24.1	27.8	8.3	445.5	—	26.8	30.0	7.8	514.3	—	27.9	31.6	8.5	563.1	—

Appendix 3. Rice growing stage and yield components in each location, 1967~73.

Location	Variety	Year	No. of tillers 20 days a.t.p.	No. of tillers max. tiller stage	Differentiat- ing stage of flowers	Heading date	Maturing date	No. of panicles per m ²	No. of grains per panicle	Percent of ripened grains (%)	Weight of 1,000 grams(g)	Brown rice yield (kg/10a)		
Suweon	Jinheung	1966	8.2	15.0	7.29	8.22	10.3	226.6	68.5	79.8	24.4	335.7		
		1967	16.8	18.6	7.23	8.15	9.30	268.9	69.0	81.4	25.7	309.6		
		1968	16.8	17.0	7.28	8.21	10.7	277.8	62.9	81.3	25.4	404.4		
		1969	15.1	24.5	7.29	8.22	10.6	315.5	70.8	71.6	24.9	464.7		
		1970	10.1	15.3	7.30	8.24	10.6	273.3	71.7	71.6	25.1	421.4		
		1971	17.3	18.8	8.3	8.21	10.3	324.4	79.8	88.9	25.8	513.2		
		1972	11.9	16.1	8.2	8.25	10.12	295.5	76.5	71.8	25.1	461.9		
		1973	16.7	20.2	7.26	8.18	10.1	333.3	76.1	84.3	26.0	536.0		
		Chuncheon	Shirogane	1966	17.3	25.6	7.20	8.11	9.26	324.1	62.8	91.3	20.6	406.9
				1967	14.6	21.9	—	8.10	9.23	324.1	76.4	91.9	22.6	371.6
				1968	15.7	24.9	7.23	8.15	9.30	354.2	75.5	60.0	20.5	375.5
				1969	13.4	24.9	7.25	8.15	9.29	324.1	64.3	89.8	22.2	463.9
				1970	11.8	19.4	7.24	8.17	9.27	307.9	65.6	72.5	20.2	343.9
1971	13.4			22.5	7.23	8.20	10.5	314.8	78.6	81.1	21.5	414.8		
1972	14.0			25.3	7.23	8.17	10.15	303.2	94.6	75.0	22.6	533.0		
1973	17.4			23.4	—	8.11	9.28	340.3	76.2	74.5	22.5	431.4		
Chengju	Jinheung			1966	16.2	21.1	7.24	8.17	10.3	284.4	67.8	90.2	25.5	462.4
				1967	12.0	19.4	—	8.17	9.28	248.9	69.5	78.7	23.6	401.6
		1968	14.7	17.7	7.28	8.18	10.2	317.7	55.1	87.6	24.9	413.8		
		1969	14.9	17.2	8.4	8.17	9.28	268.9	68.9	84.7	26.3	407.1		
		1970	10.3	14.4	7.29	8.19	10.6	206.6	75.8	82.1	26.1	403.9		
		1971	9.3	13.9	7.30	8.23	10.10	211.1	79.6	88.3	27.3	432.6		
		1972	12.7	17.8	7.28	8.19	10.4	248.9	70.2	80.5	25.3	401.3		
		1973	12.9	16.5	7.31	8.17	10.3	262.2	71.9	85.3	25.8	471.8		
		Yuseong	Pung-kwang	1966	16.8	18.9	—	8.24	10.5	307.9	66.0	88.8	22.9	449.2
				1967	14.6	17.5	—	8.17	10.3	319.5	71.0	86.9	23.4	343.2
1968	18.9			22.5	7.26	8.20	10.6	363.5	69.2	90.8	23.4	431.0		
1969	20.8			29.3	7.28	8.19	10.3	405.1	63.7	84.9	23.7	450.7		
1970	18.2			24.0	7.29	8.18	10.4	370.4	70.9	80.4	23.7	376.0		
1971	13.0			19.9	7.27	8.25	10.8	240.8	93.5	85.7	24.1	451.1		
1972	17.5			21.6	7.29	8.22	10.19	405.1	76.6	76.5	23.1	482.1		
1973	24.3			25.8	—	8.15	10.1	368.1	102.1	78.7	23.7	429.3		

Location	Variety	Year	No. of tillers 20 days a.t.p.	No. of tillers max. tiller stage	Differentiat- ing stage of flowers	Heading date	Maturing date	No. of panicles per m ²	No. of grains per panicle	Percent of ripened grains (%)	Weight of 1,000 grains(g)	Brown rice yield (kg/10a)		
Iri	Palkwoeng	1966	11.4	22.5	8.1	8.27	10.11	338.1	62.6	84.0	22.5	367.5		
		1967	12.1	20.2	—	8.21	10.4	364.4	72.7	81.0	23.3	399.7		
		1968	16.0	22.8	8.3	8.24	10.6	368.9	68.5	90.6	23.0	473.2		
		1969	12.0	19.4	8.1	8.23	10.9	311.1	79.5	86.7	20.3	441.8		
		1970	15.9	18.7	8.2	8.21	10.6	351.1	66.0	84.5	23.0	365.5		
		1971	13.6	16.9	8.3	8.30	10.17	295.5	78.9	89.2	21.5	466.7		
		1972	9.1	16.3	8.4	8.30	10.22	302.2	69.2	79.2	20.9	415.9		
		1973	14.3	17.9	8.2	8.25	10.17	258.9	67.7	82.2	21.3	373.1		
		Kwangju	Kimmaje	1966	20.7	25.9	—	8.22	10.23	309.1	59.3	82.1	23.9	485.2
				1967	11.1	19.4	—	8.24	10.19	312.0	84.2	86.8	25.0	547.4
				1968	21.9	26.1	8.9	8.23	10.12	328.0	63.8	87.8	25.6	497.6
				1969	23.3	30.4	8.4	8.31	10.23	252.0	78.8	73.7	24.4	357.3
				1970	10.2	23.8	8.2	8.27	10.23	316.0	65.5	69.2	24.9	480.2
1971	22.3			24.0	8.3	8.29	10.21	340.3	66.8	83.7	24.8	559.5		
1972	15.4			17.8	7.27	8.24	10.25	303.2	67.0	85.9	25.1	470.5		
1973	15.2			18.0	7.31	8.23	10.20	331.0	72.4	80.9	24.6	471.0		
Daegu	Palkwoeng			1966	13.1	17.1	8.6	8.26	10.11	340.3	70.5	83.7	20.3	400.3
				1967	13.7	20.1	8.5	8.20	10.9	356.5	66.2	81.2	22.0	478.6
		1968	15.3	24.6	8.9	8.31	10.11	338.0	68.4	81.1	23.4	404.1		
		1969	12.4	20.0	8.11	8.31	10.13	331.0	83.6	80.7	22.3	424.5		
		1970	11.5	20.5	8.8	8.28	10.14	326.4	85.2	67.0	22.4	374.7		
		1971	13.4	18.6	8.8	8.31	10.17	331.0	70.1	79.2	22.0	443.4		
		1972	17.4	18.8	8.5	8.28	10.14	351.9	70.8	73.2	21.7	460.9		
		1973	19.5	21.6	8.5	8.21	9.29	338.0	79.8	77.8	23.7	471.7		
Jinju	Palkwoeng	1966	15.7	17.9	8.7	8.26	10.15	301.0	67.4	76.7	21.2	395.6		
		1967	16.0	19.5	8.7	8.23	10.10	370.4	86.4	74.1	22.3	437.4		
		1968	8.2	15.8	—	8.26	10.18	217.6	90.6	84.5	21.3	380.8		
		1969	10.6	18.8	—	8.26	10.14	340.3	87.9	81.2	22.5	437.1		
		1970	15.2	19.2	8.9	8.28	10.14	319.5	75.9	66.3	20.5	366.0		
		1971	16.2	19.8	8.8	8.28	10.17	338.0	87.9	77.8	22.5	473.7		
		1972	11.0	22.0	8.8	8.30	10.20	363.5	86.3	66.6	23.0	493.7		
		1973	18.7	20.6	8.2	8.22	10.6	268.5	92.6	87.9	23.4	490.4		