

地理的環境條件에 따른 水稻 普通期 栽培 時期 推定에 관한 研究

林茂相*·鄭根植*·趙在衍**·朴來敬*·
裴聖浩***·咸泳秀*·李殷雄****·崔鉉玉*

Geographic Factors and the Modeling of Rice Culture under Normal Season in Korea

Lim, M. S.*, G. S. Chung*, C. Y. Cho **, L. K. Park*,
S. H. Bae***, Y. S. Ham*, E. U. Lee****, H. O. Choi*

ABSTRACT

In order to find an appropriate model for rice crop-season, the possibility to utilize the geographical conditions instead of meteorological factors was examined on the data from the Local Adaptability Test(LAT) conducted over the country from 1962 to 1980.

The mutiple regression model, $Y = \hat{Y} = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_i X_i$, was applied on seeding, transplanting, heading and marginal heading date, and multiple regression coefficients($\hat{\beta}_i$) and multiple correlation coefficients (R) were tested. Two varietal groups, japonica(1962-1971) and indica/japonica(1972-1980) were separately tested.

The application of these established models, growth duration in nursery and paddy field, cultural season, and the relation between heading date and yield are reviewed.

緒 言

水稻作에서 播種, 移秧 및 出穗時期와 같은 耕種時期는 生育期間의 制限이 큰 溫帶地方^{3,10,12)} 뿐 아니라 熱帶地方^{15,18,19)}에서도 重要한 研究對象이 되고 있다. 水稻品種의 生理 및 生態와 密接한 關聯이 있는 栽培時期는 氣象要因에 의해서 規制되므로 이를 利用한 作物의 生育과 收量에 대한 Model 研究는 많이 報告되어 있다.^{1, 11,13,14,16,17)} 이와 같이 氣象을 利用한 Model 은 過去成績의 解釋에는 매우 效果의이나 未來의 豫測에는 不適切할 때가 많다. 氣象은 많은 要因들이 內包되어 있고 本質의으로 流動性인데다 相

互作用이 크게 關聯¹¹⁾되어 있기 때문이다. 또한 耕種時期에 關與하는 氣象要因은 年次變異가 甚하여 多年間에 걸친 平均氣象이 有用하나 量과 質 및 地域의 制限이 매우 크다. 따라서 一部學者들은 氣象變異에 決定的인 役割을 하는 地理條件의 活用 可能性과 役割을 報告하였는데 Basnet²⁾ 등은 大豆의 收量과 形質에 미치는 高度의 影響을, Dore⁴⁾는 水稻品種의 緯도에 따른 播種期와 成熟期의 關係를 報告하였다. 以外에도 品種地域生態에 關한 研究^{5,7,9,12,18)}와 Finlay 및 Wilkinson⁶⁾의 研究는 地域性을 強調한 것이었다.

그러나 國內외의 수많은 農業研究機關들이 播種期와 移秧期 또는 適正出穗期에 관한 많은 試驗에도 불

* 作物試驗場, ** 熱帶農業官, *** 湖南作物試驗場, **** 서울大 農科大學

* Crop Experiment Station, ORD, Suweon 170, ** International Technical Cooperation Officer, ORD, Suweon 170, *** Honam Crop Experiment Station, Iri 510, **** College of Agriculture, Seoul National University, Suweon 170, Korea.

구하고 地域을 달리 하여 適用할 수 있는 一般式은 提示하지 못하였다.

따라서 本研究은 該當地域의 氣象形成 誘因을 地理條件으로 보고 位置決定 要素인 緯度, 經度 및 高度를 利用해서 耕種時期式을 求할 目的으로 主要 氣象要因, 地理條件 및 耕種時期間의 相互關係를 檢討하고 地理條件을 利用하여 播種期, 移秧期, 適正出穗期 및 安全出穗 限界期 式을 誘導하였다. 한편 이를 逆算하여 地圖上에 表示하고 우리의 經驗的 感覺과 一致性를 檢討하였다. 또한 平均的인 生育期間과 栽培時期를 考察함과 同時에 適正出穗期와 收量과의 關係를 檢討한 結果 약간의 進展이 있다고 생각되어 여기에 報告하는 바이다.

끝으로 統計分析에 勞苦를 아끼지 않은 農村振興廳 電算室의 韓元植 研究官에게 深甚한 謝意를 表하는 바이다.

材料 및 方法

本研究은 1962년부터 1980년까지 19年間 實施한 水稻新品種 地域適應試驗(LAT) 가운데서 普通期

普肥栽培 試驗成績을 利用하였다. 1962년부터 1971년까지 10年間 延 445個 試驗은 Japonica 品種群의 試驗이었고(表 1) 1972년부터 1980년까지 9年間은 延 490個 試驗이 一部를 除外하고는 Indica/Japonica (I/J) 遠緣交雜種의 試驗이어서 이들을 따로 取扱하였다.

供試品種의 數는 年度와 地域에 따라서 相異하나 10~30個의 品種 및 系統이었다. 氣象要因은 各 試驗地의 平年氣象值를, 地理條件으로는 地圖上의 緯度(X_1), 經度(X_2) 및 高度(X_3)를 찾아 使用하였다. 基本變量으로서 播種期(S. D.)와 移秧期(T. D.)는 實際로 遂行한 耕種法을 使用했다. 한편 出穗期(H. D.)는 每 試驗마다 收量이 가장 높은 5品種을 平均하여 適正出穗期로 하였던 母傳的 能力의 差에서 오는 偏寄를 防止하기 위함이었다고 5品種 中에서 가장 늦은 出穗期를 安全出穗 限界期(M. H.) 究明에 利用하였는데 收量이 높다는 것은 冷害를 안받았을 것이라는 假定下에서다. 生育 概況을 把握하기 위해서 算術 平均에 의한 平均 生育期間과 耕種時期를 調査하였다. 耕種時期 推定式을 求하기 위해서 多重回歸式 $\hat{y} =$

$$\hat{\beta}_0 + \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_i X_i$$

을 適用하고 β_i 에 대한 t檢定과 \hat{y} 에

Table 1. Average rice cultural practices for normal season in LAT.

Year	Japonica Varieties				Year	Indica/Japonica Varieties			
	No. of sites	date of cultivation				No. of sites	date of cultivation		
		Sowing	Transplt.	Heading			Sowing	Transplt.	Heading
1962	37	April 30	June 14	Aug. 24	1972	55	April 29	June 10	Aug. 20
1963	35	April 30	June 13	Aug. 23	1973	56	April 26	June 6	Aug. 10
1964	35	April 30	June 12	Aug. 22	1974	54	April 26	June 8	Aug. 18
1965	45	May 1	June 15	Aug. 25	1975	54	April 27	June 9	Aug. 14
1966	45	April 29	June 12	Aug. 25	1976	54	April 26	June 7	Aug. 18
1967	49	May 1	June 14	Aug. 20	1977	54	April 25	June 6	Aug. 11
1968	52	May 1	June 15	Aug. 22	1978	54	April 23	June 6	Aug. 9
1969	48	May 1	June 14	Aug. 25	1979	54	April 24	June 6	Aug. 11
1970	49	April 30	June 12	Aug. 23	1980	55	April 23	June 4	Aug. 17
1971	50	April 30	June 13	Aug. 25	-	-	-	-	-
Mean	45	April 30	June 13	Aug. 23	Mean	54	April 25	June 9	Aug. 14
	(445)					(490)			
s		0.6749	1.1738	1.7127	s		1.9436	1.8333	4.1164

대한 重相關係數 R을 計算하였다.

本研究에서는 試驗期間中 各道農村振興院에서 實施한 栽培法과 試驗地別로 配置된 品種 가운데서 收量性이 가장 높았던 5品種의 出穗期는 各 地域生態에 대해서 매우 合理的이고 이들의 偏差는 母平均 μ 로부터 $NID(0, \sigma^2)$ 가 된다는 前提下에서 分析 檢討되

었다.

結果 및 考察

1. 水稻普通期 栽培에서의 平均生育期間

1962년부터 10年間 延 445個所에서 適用한 平均

栽培時期는 表 1 과 같고 Japonica 品種群의 平均 育苗日數는 44 ± 0.8 日, 適正 出穗期까지의 本畚 生育日數는 71 ± 2.1 日, 播種부터 出穗까지의 生育日數는 115 ± 2.0 日로서 表 2 와 같다.

10 年間의 時差와 不斷히 交替된 品種에도 不拘하고 年次間의 變異幅은 매우 좁았고 李¹⁰⁾의 報告와도 一致하였다. 한편 1972 年부터 9 年間의 Indica/Japonica(I/J), 遠緣交雜種들의 平均 育苗日數는 42 ± 1 日, 本畚 生育期間은 68 ± 4 日, 播種에서 出穗까지의 生育日數는 111 ± 3 日로서 表 2 와 같다.

새로 普及되기 始作한 I/J 品種들의 栽培時期는 表 2 와 같이 漸進的으로 앞당겨졌고 出穗期는 傾向이 없이 年次間變異가 Japonica 品種에 比하여 현저히 컸다. 이는 品種特性的 原因도 있겠으나 I/J 品種들의 出穗特性이 溫度에 敏感하고 年次間의 後期氣象이 不規則한데 基因하는 것으로 보여진다.

適正出穗까지의 生育日數가 Japonica 品種群 115 日에 比하여 I/J 品種群은 111 日로 짧은 것은 溫度에 대한 感應度와 登熟適溫의 相異에 의한 것으로 推察된다.

Table 2. Growth durations in nursery and paddy field from transplanting to heading in LAT.

Year	No. of sites	Japonica Varieties			Year	No. of sites	Indica/Japonica Varieties		
		No. of days					No. of days		
		Nursery	Paddy	Total			Nursery	Poddy	Total
1962	37	45	71	116	1972	55	41	71	112
1963	35	44	71	116	1973	56	41	65	106
1964	35	43	71	114	1974	54	43	71	114
1965	45	45	71	116	1975	54	43	66	109
1966	45	44	74	118	1976	54	42	72	114
1967	49	44	67	111	1977	54	42	66	108
1968	52	45	68	113	1978	54	44	64	108
1969	48	44	72	116	1979	54	43	66	109
1970	49	43	72	115	1980	55	42	74	116
1971	50	43	73	116	-	-	-	-	-
Mean	-	44.0	71.0	115.1	Mean	-	42.4	68.3	110.8
s	-	0.8165	2.1082	1.9692	s	-	0.8819	3.6400	3.4920

2. 氣象要因과 栽培時期와의 關係

栽培時期가 氣象에 影響을 받는 것은 周知의 事實이나 氣象要因別로 播種期(S. D.)와 適正出穗期(H. D.)에 미치는 程度를 檢討하기 위하여 表 3 과 같은 分析을 한 結果, 要因別로는 最低氣溫의 關與度가 가장 크고 月別로는 7~10 月까지 4 個月의 氣象이 重要한 것으로 나타났다. 또한 多少間의 差는 있으나 各

種 氣象要因이 播種期나 出穗期와 密接한 關係가 있었다.

3. 氣象要因과 地理條件과의 關係

地理座標, 地形 및 地勢 등이 地域間의 氣象差異를 가져오는 것으로 알려져 있으나 要因別 作用 程度의 檢討는 많지 않다. 表 4 는 各試驗地의 平年 氣象 要

Table 3. Relationship between meteorological factors and cultural practices for 55 locations in 1973 LAT.

M. F. Factor		May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
Mean temp.	S. D.	0.1415	0.2300	0.6921**	0.6263**	0.5966**	0.5267**
	H. D.	0.2297	0.2609	0.7073**	0.6704**	0.5809**	0.5105**
Min. temp.	S. D.	0.6358**	0.5672**	0.5358**	0.6991**	0.7504**	0.5399**
	H. D.	0.6979**	0.6144**	0.5657**	0.6662**	0.6748**	0.4843**
Max. temp.	S. D.	0.1533	0.1296	0.3202	0.6486**	0.5568**	0.7919**
	H. D.	0.2648	0.2382	0.4106*	0.6888**	0.6052**	0.8631*
Rain fall	S. D.	-0.0644	0.1652	-0.4762*	-0.4436*	-0.1439	-0.2311
	H. D.	-0.1556	0.0796	-0.5146**	-0.4834*	-0.2560	-0.2560

因들이 位置 決定要素인 緯度, 經度 및 高度와 關聯 程度를 分析한 것이다. 單相關과 重相關分析 結果를 보면 5~6月에는 緯度와 高度가 平均最低氣溫에 만 有意的인 關係가 있었고 7~10月の 平均, 最高, 最低溫度 및 日照時期가 緯度 및 高度와 높은 相關關係를 나타내었으며 緯度, 高度 및 經度の 順으로 作用

하였다. 한편 地理條件이 氣象要因에 影響하는 程度는 月別로 同一하지 않으나 全體的으로는 最低氣溫, 平均氣溫, 最高氣溫, 日照時數 및 降水量의 順이었다. 降水量도 7月の 重相關에서 有意성을 보여 提示된 5個의 氣象要因이 다소간에 地理條件과 關係가 있음을 알 수 있었다.

Table 4. Relationship between geographic conditions and meteorological factors for 55 locations.

Month	Meteorological Factors	Geographic condition			R
		Latitude	Longitude	Altitude	
May	Mean Air Temp.	-0.0054	0.0737	-0.2668	0.2947
	Max. Air Temp.	0.0027	0.1718	-0.3590	0.4079
	Min. Air Temp.	-0.4736*	-0.1263	-0.6361**	0.7960**
	Sunshine Hrs.	0.1996	0.1913	-0.2583	0.4181
	Precipitation	0.0025	-0.2998	-0.1682	0.3550
June	Mean Air Temp.	-0.2060	-0.0592	-0.1297	0.2352
	Max. Air Temp.	-0.0122	0.0860	-0.3183	0.3533
	Min. Air Temp.	-0.4382*	-0.3509	-0.6611**	0.8143**
	Sunshine Hrs.	-0.0989	0.1684	-0.3943	0.4454
	Precipitation	-0.2881	-0.3589	0.1169	0.4771
July	Mean Air Temp.	-0.6261**	-0.3022	-0.4206**	0.7251**
	Max. Air Temp.	-0.1672	-0.0724	-0.5328**	0.5477**
	Min. Air Temp.	-0.4405	-0.3868*	-0.5814**	0.7696**
	Sunshine Hrs.	-0.6042**	0.0155	-0.5695**	0.7518**
	Precipitation	0.3449	-0.2543	0.3413	0.5634*
August	Mean Air Temp.	-0.5006**	-0.2731	-0.5077**	0.6827**
	Max. Air Temp.	-0.5083**	-0.1608	-0.5983**	0.7577**
	Min. Air Temp.	-0.7059**	-0.2587	-0.2688	0.7533**
	Sunshine Hrs.	-0.5631**	-0.2066	-0.6498	0.7704**
	Precipitation	0.3840	-0.0931	0.3419	0.4870
Sept.	Mean Air Temp.	-0.5733**	-0.3475*	-0.2962	0.6396**
	Max. Air Temp.	-0.4407*	-0.3260	-0.6299**	0.7759**
	Min. Air Temp.	-0.7688**	-0.2275	-0.2250	0.7928**
	Sunshine Hrs.	0.0798	-0.1481	-0.4774*	0.5418
	Precipitation	0.0287	-0.2052	0.3596	0.4290
October	Mean Air Temp.	-0.5064**	-0.1552	-0.1627	0.5199*
	Max. Air Temp.	-0.6238**	-0.0164	-0.6435**	0.8706**
	Min. Air Temp.	-0.5717**	-0.1674	-0.1235	0.5829**
	Sunshine Hrs.	0.1644	0.0850	-0.4880	0.5817*
	Precipitation	0.2385	0.0349	0.1221	0.2467

4. 地理條件과 栽培時期

氣象과 耕種, 地理條件과 氣象의 關係가 密接하므로 地理條件을 직접 活用하여 栽培時期式을 유도할 수 있는가를 檢討하기 위하여 品種群別, 年度別로 播種期, 移秧期, 適正出穗期, 安全出穗限界期 및 平均收量에 대한 多重回歸分析을 하고 年度를 綜合한 統合 多重回歸式을 求하였다.

가. 播種期 推定式

表 5A와 같이 品種群別로 年度別 및 統合回歸分析 結果 Japonica 品種에서는 全試驗年度에서 b_i 에 대한 t 값과 R 值가 高度의 有意성을 보였고 播種期를 $\hat{y} = -66.27 - 0.0583 X_1 + 0.0412 X_2 - 0.0226 X_3$ 로 表示할 수가 있었다.

한편 I/J 品種群은 年度別 回歸分析에서 緯도와 高

Table 5. Multiple regression analysis for the rice cultural model on normal season by using the geographic conditions in LAT.

A. Sowing date

Varietal Group	Year	Partial regression coefficients				t value on b_i			R	d.f.	
		b_0	b_1	b_2	b_3	t_1	t_2	t_3			
Japo- inca	1962	-66.942	-0.0410	0.0363	-0.0237	5.2473	3.4580	4.5533	0.7957	33	
	1963	-3.144	-0.0552	0.0320	-0.0232	5.8381	2.4329	4.0636	0.8018	31	
	1964	-68.14	-0.0479	0.0386	-0.0350	4.3757	2.5612	5.2835	0.7982	31	
	1965	-16.50	-0.0650	0.0365	-0.0134	6.8702	2.9066	2.0822	0.7603	41	
	1966	-57.10	-0.0463	0.0364	-0.0306	5.7274	3.5203	5.6091	0.8039	41	
	1967	-73.82	-0.0551	0.0413	-0.0239	5.0179	2.9920	3.3620	0.7208	45	
	1968	-74.15	-0.0771	0.0477	-0.0193	7.3220	3.5316	3.0487	0.7784	48	
	1969	-120.27	-0.0555	0.0475	-0.0307	5.6227	3.5946	4.6474	0.7735	44	
	1970	-84.59	-0.0569	0.0431	-0.0160	6.1375	3.3981	2.8984	0.7352	45	
	1971	-52.84	-0.0716	0.0432	-0.0184	6.4081	2.7785	2.8318	0.7376	46	
	Pooled	-66.27	-0.0583	0.0412	-0.0226	18.3451	9.7339	11.2949	0.7426	441	
	Ind/ Jap.	1972	89.00	-0.0719	0.0248	-0.0247	7.2406	1.8130	4.0841	0.7696	51
		1973	-2.42	-0.0900	0.0412	-0.0224	8.8394	2.9593	3.7109	0.8089	52
		1974	-54.20	-0.0853	0.0467	-0.0128	9.2510	3.6113	2.2910	0.8138	50
1975		75.01	-0.0852	0.0299	-0.0192	6.9847	1.7416	2.5956	0.7296	50	
1976		152.87	-0.0889	0.0208	-0.0135	10.4177	1.7637	2.6433	0.8376	50	
1977		166.69	-0.0695	0.0132	-0.0168	6.6671	0.9604	3.1709	0.7474	50	
1978		199.53	-0.0561	0.0048	-0.0138	6.6492	0.4307	3.1410	0.7474	50	
1979		291.53	-0.0658	-0.0044	-0.0127	7.0218	0.3372	2.6127	0.7592	49	
1980		655.60	-0.0966	-0.0432	-0.0047	3.2879	1.1019	0.3207	0.4574	51	
Pooled		175.261	-0.0778	0.0145	-0.0162	16.7311	2.2864	6.2416	0.6436	485	

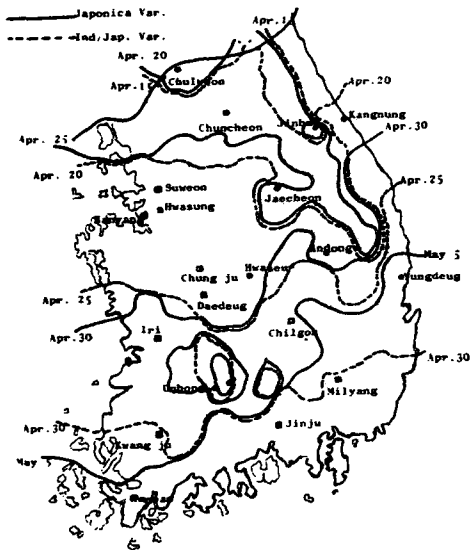


Fig. 1. Estimated sowing dates of Korean rice culture in normal season by feed-back of geographic conditions of 1981 LAT to sowing date model.

도의 編回歸係數는 高度의 有意性을 보인 반면 經度의 編回歸係數는 1973年과 1974年에만 有意性을 보였다. 그러나 統合分析에서는 b_1 와 R가 모두 有意性을 나타내서 播種期를 $\hat{y} = 175.26 - 0.0778 X_1 + 0.0145 X_2 - 0.0162 X_3$ 로 表示할 수가 있었다.

이 播種期 推定式에 1981年度 地域適應試驗(LAT)을 實施한 143個所의 緯度(X_1), 經度(X_2) 및 高度(X_3)를 代入 逆算해서 그림 1에 表示해 보았다. I/J 品種群들의 播種期가 Japonica 品種群보다 5日 前後가 빠르나 傾向은 비슷하였다.

나. 移秧期 推定式

못자리의 育苗日數가 Japonica의 境遇 44日, I/J 品種은 42日 程度로 地域間에도 큰 차이가 없기 때문에 播種期와 移秧期는 같은 傾向이겠지만 回歸分析結果는 表 5B와 같이 適正移秧期가 Japonica에서 $\hat{y} = -158.68 - 0.0809 X_1 + 0.0654 X_2 - 0.0288 X_3$ 였고 I/J 品種은 $\hat{y} = 108.66 - 0.973 X_1 + 0.0344 X_2 - 0.0192 X_3$ 로 I/J 品種은 Japonica에 比하여 緯度(X_1)의 影響이 크고 經度(X_2)와 高度(X_3)의 影響은 적었다.

5B. Transplanting date

Varietal Group	Year	Partial regression coefficients				t value on b_1			R	d.f.
		b_0	b_1	b_2	b_3	t_1	t_2	t_3		
Japo-inca	1962	-157.81	-0.0887	0.0675	-0.0455	5.3466	3.0309	4.1290	0.7851	33
	1963	-241.71	-0.0896	0.0788	-0.0353	6.8390	4.3159	4.4576	0.8466	31
	1964	-184.93	-0.0709	0.0662	-0.0435	5.4483	3.6846	5.5151	0.8351	31
	1965	-70.01	-0.0808	0.0540	-0.0266	4.4780	2.2354	2.1494	0.6311	41
	1966	-140.47	-0.0640	0.0581	-0.0480	5.3660	3.8020	5.9591	0.8062	41
	1967	-99.79	-0.0991	0.0627	-0.0032	7.7351	3.9959	0.4009	0.7960	45
	1968	-200.00	-0.0887	0.0734	-0.0277	4.8644	3.1319	2.5173	0.6652	48
	1969	-192.60	-0.0874	0.0719	-0.0332	5.5124	3.3835	3.1264	0.7304	44
	1970	-200.94	-0.0672	0.0668	-0.0168	4.9579	3.6134	2.0818	0.6744	45
	1971	-142.70	-0.0770	0.0622	-0.0242	6.4435	3.7425	3.4884	0.7616	46
	Pooled	-158.68	-0.0809	0.0654	-0.0288	16.9803	10.3168	9.5828	0.7150	441
Ind/Jap.	1972	-106.73	-0.0905	0.0611	-0.0216	8.3913	4.1187	3.2765	0.8055	51
	1973	41.68	-0.1043	0.0449	-0.0216	8.8287	2.7764	3.0827	0.8009	52
	1974	2.74	-0.1145	0.0533	-0.0256	9.6640	3.2090	3.5549	0.8316	50
	1975	24.71	-0.1080	0.0487	-0.0167	6.0899	1.9507	1.5548	0.6722	50
	1976	47.80	-0.0996	0.0431	-0.0221	7.9174	2.4834	2.9436	0.7735	50
	1977	121.58	-0.0992	0.0332	-0.0185	7.2855	1.8533	2.6720	0.7622	50
	1978	314.06	-0.0971	0.0073	-0.0169	8.3937	0.4771	2.7928	0.8001	50
	1979	240.15	-0.0859	0.0136	-0.0131	7.6329	0.8721	2.2390	0.7692	49
	1980	279.93	-0.0844	0.0078	-0.0122	9.0396	0.6256	2.6499	0.8118	51
	Pooled	108.66	-0.0973	0.0344	-0.0192	22.0206	5.6877	7.8072	0.7413	485

다. 適正出穗期 推定式

平均出穗期는 播種부터 延日數가 Japonica의 境遇

普通期栽培의 境遇 比較的 收量性이 높은 品種들의

115日, I/J 品種은 111日 前後로서 地域間에는 큰

5C. Heading

Varietal Group	Year	Partial regression coefficients				t value on b_1			R	d.f.
		b_0	b_1	b_2	b_3	t_1	t_2	t_3		
Japo-ince	1962	163.00	-0.0783	0.0319	-0.0222	6.3982	1.9440	2.7621	0.7881	33
	1963	219.71	-0.0189	0.0074	-0.0098	1.7471	0.4916	1.4958	0.3973	31
	1964	26.42	-0.0325	0.0367	-0.0282	3.4981	2.8624	5.0172	0.7663	31
	1965	157.33	-0.0459	0.0237	-0.0250	5.6998	2.2202	4.5564	0.7614	41
	1966	229.72	-0.0586	0.0178	-0.0258	5.6538	1.3436	3.6858	0.7396	41
	1967	185.15	-0.1044	0.0362	-0.0394	7.7431	2.1408	4.5184	0.8249	45
	1968	223.94	-0.0486	0.0155	-0.0259	3.0008	0.7466	2.6573	0.5194	48
	1969	66.83	-0.0642	0.0407	-0.0262	5.7823	2.7357	3.5200	0.7425	44
	1970	192.88	-0.0385	0.0166	-0.0200	3.5923	1.1355	3.1334	0.5891	45
	1971	203.50	-0.0485	0.0185	-0.0332	4.7426	1.3015	5.5904	0.7507	46
	Pooled	163.84	-0.0550	0.0253	-0.0266	13.8962	4.7923	10.6640	0.6609	441
Ind/Jap.	1972	25.92	-0.0576	0.0438	-0.0301	5.7797	3.1938	4.9610	0.7522	51
	1973	90.61	-0.0477	0.0308	-0.0077	5.1363	2.4189	1.4055	0.6199	52
	1974	-59.54	-0.0427	0.0512	-0.0168	5.3698	4.4945	3.4653	0.7212	50
	1975	48.64	-0.0616	0.0408	-0.0151	6.7542	3.1801	2.7446	0.7344	50
	1976	83.21	-0.0479	0.0330	-0.0990	4.0115	2.0022	1.3883	0.5378	50
	1977	-65.56	-0.0694	0.0577	-0.0187	5.2991	3.3524	2.8046	0.7009	50
	1978	84.69	-0.0416	0.0297	-0.0128	4.5420	2.4400	2.6688	0.6440	50
	1979	256.99	-0.0505	0.0101	-0.0141	6.7140	0.9699	3.6234	0.7631	49
	1980	350.32	-0.0525	-0.0007	-0.0209	4.1408	0.0405	3.3300	0.6351	51
	Pooled	93.12	-0.0516	0.0323	-0.0174	11.2766	5.1588	6.8373	0.5404	485

차이가 없었다. 따라서 이 生育期間을 크게 벗어나는 品種은 地域生態에 맞지 않는 早生 또는 晩生種으로 보아 큰 무리는 없을 것으로 判斷되고 適正生育期間이 지난 뒤에 出穗期는 自然的으로 決定될 것이나 모든 品種이 多少間의 感温 및 感光性¹¹⁾을 內包하고 있기 때문에 氣象의 年次變異에 의해서 表 5C와 같이 b_1 에 대한 有意性에서 年次變異가 큰 것으로 보여진다. 그러나 栽培法은 累年平均 氣象에 根據될 것이므로 統合回歸分析에 보다 큰 意味가 있는 것으로 생각된다. 따라서 表 5C에서 보는 바와 같이 Japonica의 適正出穗期는 $\hat{y} = 163.84 - 0.055 X_1 + 0.0253 X_2 - 0.0266 X_3$ 로 그리고 I/J 品種은 $\hat{y} = 93.12 - 0.0516 X_1 + 0.0323 X_2 - 0.0174 X_3$ 로 表示할 수 있었다.

한편 品種群別 出穗期 推定式에 1981年度 LAT의 地理條件을 代入逆算한 結果는 그림 2와 같이 播種期와 類似한 境向이나 I/J 品種群의 出穗期가 같은 地域이면 10餘日 빠른 것으로 나타났다.

한편 適正出穗期 推定式에 의한 出穗期로부터 實際出穗의 偏差가 收量에 미치는 影響을 알기 위하여 1962년부터 1972년까지 11年間の 回歸式, $\hat{y} = 24.2 - 0.064 X_1 + 0.0338 X_2 - 0.064 X_3$ 를 얻고 이 式에 1972年 LAT의 地理條件을 代入하여 地域別 推定出穗期를 얻었다. 또 1972年 LAT에서 全國標準

으로 供試된 統一品種의 實際出穗期를 推定出穗期에서 減하여 偏差를 얻고 收量과의 關係를 그림 3에 나

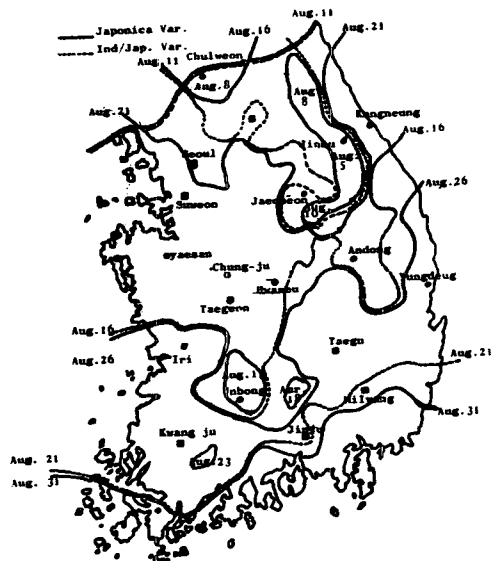


Fig. 2. Estimated heading dates of Korean rice culture in normal season by feed-back of geographic conditions of 1981 LAT to heading date model.

5D. Marginal heading date

Varietal Group	Year	Partial regression coefficients				t value on b_1			R	d. f.
		b_0	b_1	b_2	b_3	t_1	t_2	t_3		
Japonica	1962	170.60	-0.0791	0.0316	-0.0253	6.5977	1.9656	3.1763	0.8044	33
	1963	121.97	-0.0471	0.0290	-0.0109	5.6272	2.4824	2.1496	0.7512	31
	1964	-115.16	-0.0358	0.0565	-0.0188	4.0913	4.6774	3.5521	0.7671	31
	1965	190.18	-0.0386	0.0177	-0.0148	5.6296	1.9482	3.1704	0.7202	41
	1966	153.13	-0.0382	0.0224	-0.0202	4.2419	1.9472	3.3259	0.6667	41
	1967	201.48	-0.0948	0.0318	-0.0390	7.4874	2.0011	4.7602	0.8224	45
	1968	86.62	-0.0564	0.0368	-0.0229	4.7893	2.4435	3.2272	0.6690	48
	1969	163.27	-0.0516	0.0249	-0.0132	4.6504	1.6707	1.7811	0.6242	44
	1970	53.33	-0.0374	0.0352	-0.0168	4.0314	2.7761	3.0507	0.6330	45
	1971	104.12	-0.0238	0.0250	-0.0260	3.2790	2.8423	6.1678	0.7358	46
	Pooled	113.87	-0.0450	0.0309	-0.0212	13.6300	6.3296	9.1680	0.6411	441
Ind/Jap.	1972	-20.49	-0.0426	0.0462	-0.0248	3.3012	2.5967	3.1422	0.5804	51
	1973	1511.92	-0.0451	-0.1553	-0.0302	0.6345	1.5961	0.7172	0.2684	52
	1974	4.05	-0.0430	0.0424	-0.0146	4.9298	3.4708	2.7547	0.6646	50
	1975	38.07	-0.0527	0.0403	-0.0136	5.4540	2.9629	2.3219	0.6674	50
	1976	47.95	-0.0393	0.0357	-0.0042	3.0042	1.9757	0.5394	0.4399	50
	1977	-163.11	-0.0708	0.0712	-0.0115	5.0106	3.8402	1.6020	0.6756	50
	1978	87.41	-0.0390	0.0293	-0.0756	3.5965	2.0311	0.9901	0.5178	50
	1979	349.39	-0.0454	-0.0030	-0.0068	6.0486	0.2897	1.7362	0.6958	49
	1980	244.77	-0.0425	0.0109	-0.0172	3.6689	0.7031	3.0001	0.5846	51
	Pooled	232.27	-0.0457	0.0129	-0.0142	4.8129	0.9961	2.6851	0.2534	485

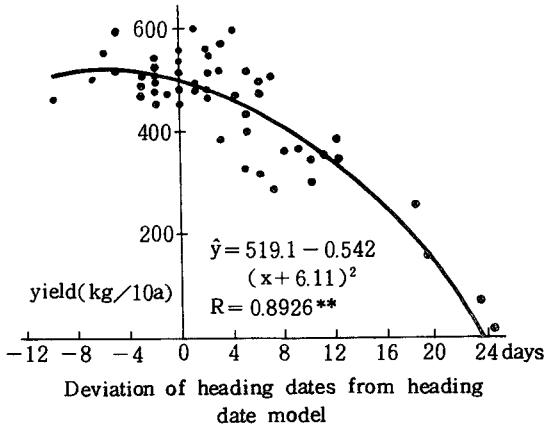


Fig. 3. Relationship between the deviations of heading date from the model and yields of Tongil variety in 1972 LAT.

* Heading date model of the years from 1962 to 1972 LAT.

$$\hat{y} = 241.2 - 0.064x_1 + 0.0338x_2 - 0.0640x_3, \\ R = 0.7607 **$$

타내었다. 여기서 統一品種의 出穗期가 適正出穗期와의 差異가 收量에 미치는 影響은 $\hat{y} = 519.1 - 0.542(X + 6.11)^2$ 이고 $R = 0.7607$ 로서 높은 相關關係를 나타내었다. 各試驗地의 肥沃도와 栽培管理技

術의 差가 클 것으로 생각되나 出穗期의 影響이 매우 크므로 그림 3 과 같은 有意性을 보인 것으로 생각된다.

라. 安全出穗 限界期 推定式

冷害가 없어도 지나친 晩生種이 增收된다고 볼 수는 없기 때문에 適正出穗期는 普遍的으로 多收性을 나타내는 出穗期로 보았고 安全出穗 限界期는 平年氣象에 比하여 冷害를 받지 않는 出穗晩限期로 보고 上位收量을 나타낸 5 品種中 가장 늦은 出穗期를 利用하여 表 5 D와 같이 分析한 結果 Japonica品種群은 $\hat{y} = 113.83 - 0.045X_1 + 0.0309X_2 - 0.0213X_3$, I/J 品種群은 $\hat{y} = 232.27 - 0.0457X_1 + 0.0129X_2 - 0.0142X_3$ 를 얻고 t와 R檢定을 한 結果 I/J 品種群의 t_2 (經度)는 有意性을 보이지 않았다. 이는 年次間의 後期氣象에 原因이 있는 것으로 보여지고 本 推定式은 普通의 해에는 參考가 될 수가 있으나 氣象異變이 있는 해에 適用은 어려울 것으로 생각된다.

마. 地理條件과 收量과의 關係

地理條件이 水稻收量에 미치는 影響은 表 5E와 같이 相關關係도 낮고 條件別 寄與 程度와 方向도 一定하지 않았다. 收量에 미치는 緯度의 影響은 1964,

5E. Average yield of upper most 5 varieties in each testing site.

Variety Group	Year	Partial regression coefficients				t value on b_i			R	d. f.
		b_0	b_1	b_2	b_3	t_1	t_2	t_3		
Japo-inca	1962	-3261.27	0.1142	0.4398	-0.0448	0.5400	1.5496	0.3188	0.3014	33
	1963	830.68	-0.1794	-0.0005	-0.2345	0.9420	0.0018	2.0350	0.3952	31
	1964	-1441.40	-0.4683	0.3781	-0.1552	3.8510	2.2543	2.1078	0.6526	31
	1965	-1834.06	0.0220	0.2866	-0.3768	0.1149	1.1274	2.8920	0.4191	41
	1966	1844.36	-0.5596	-0.0306	0.0570	3.7299	0.1590	0.5628	0.5067	41
	1967	756.56	-0.3443	0.0538	0.0369	2.2594	0.2808	0.3742	0.3200	45
	1968	4078.61	-0.0857	-0.4441	0.0350	0.3968	1.6006	0.2685	0.2352	48
	1969	-1248.78	0.0871	0.1942	-0.0916	0.5584	0.9289	0.8755	0.1918	44
	1970	3574.71	-0.4697	-0.2840	0.3492	1.9732	0.8732	2.4685	0.4251	45
	1971	3367.10	-0.4662	-0.2486	0.0756	3.5074	1.3451	0.9785	0.5081	46
	Pooled	760.13	-0.2220	0.0186	-0.0008	3.3781	0.2123	0.0185	0.1601	441
Ind/Jap.	1972	-684.02	-0.2689	0.2312	-0.0183	2.3347	1.4588	0.2612	0.3508	51
	1973	-1604.52	-0.1362	0.3155	0.1978	0.8015	1.3561	1.9655	0.3379	52
	1974	-313.23	-0.0959	0.1396	0.0514	0.5302	0.5507	0.4669	0.1259	50
	1975	-680.77	-0.0177	0.1701	-0.0388	0.0992	0.6783	0.3597	0.1026	50
	1976	-1507.63	-0.2436	-0.0489	-0.1745	1.0537	0.1534	1.2624	0.2380	50
	1977	1392.94	0.0276	-0.1109	-0.0452	0.1413	0.4325	0.4545	0.0993	50
	1978	-5665.72	-0.0697	0.8298	-0.0554	0.3244	2.9044	0.4936	0.3817	50
	1979	740.05	0.2060	-0.0797	-0.1498	1.3178	0.3683	1.8476	0.3010	49
	1980	5443.89	0.3961	-0.7611	-0.2346	2.7188	3.9118	3.2482	0.6525	51
		Pooled	-16.334	-0.0263	0.0814	-0.0641	0.3845	0.8702	1.6841	0.0838

1966, 1971 및 1980년에 高度의 有意性을, 經度는 1978年과 1980年, 그리고 高度는 1965, 1970 및 1980년에 有意相關을 나타냈다. 따라서 1980年の 冷害나 1978年の 病害가 없는 平년에는 緯度, 經度 및 高度와 같은 地理條件의 差異가 收量에 미치는 影響은 微微하여 韓國의 米穀生産性은 全國이 대체로 平準化된 것으로 생각된다.

摘 要

韓國 水稻作의 栽培時期 推定式을 誘導하기 위하여 1962~1980年の 地域適應試驗成績을 利用하여 몇가지 分析을 한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 氣象, 地理條件 및 栽培時期 相互間에는 高度의 相關이 있었고 氣象要因 中에서는 最低平均氣溫이 栽培時期에 가장 크게 作用하나 其他要因들도 關與함을 알 수 있었다. 地理的 要因 中에서는 緯度, 高度 및 經度の 順으로 氣象과 耕種時期에 關與하였다.

2. 播種부터 適正出穗까지의 全生育日數는 Japonica 品種群의 境遇가 115日, I/J 品種群은 111日이었고 育苗期間은 各各 44日과 42日이었다.

3. 位置決定要素인 緯度, 經度 및 高度를 利用하여 播種期, 移秧期, 適正出穗期 및 安全出穗 限界期 推定式을 誘導한 結果 偏回歸係數와 重相關係數가 모두 有意性을 보여 栽培時期推定式은 合理的인 것으로 판단되었다.

4. 그러나 本 研究分析에 Topology 效果는 考慮되지 않아서 特殊地域에의 適用은 어려울 것으로 보인다. 또한 特殊生態型을 가진 品種이나 特異한 栽培法에의 適用은 좀더 檢討되어야 할 것으로 생각된다.

引 用 文 獻

1. Angus, J. F. and H. G. Zandstra(1980) Climatic factors and the modeling of rice growth and yield. IRRI. Agrometeorology of the Rice Crop p: 189-200.
2. Basnet, E., E. L. Mader and C. D. Nickell(1974) Influence of Altitude on Seed Yield and Other Characters of Soybeans. Differing in Maturity in Sikkim. Agr. J. 66: 631-533.
3. 張永哲(1957) 1956年 水稻兇作의 原因과 그 對策에 對하여. 農林部 中央農業技術院 講議

錄: 13-69.

4. Dore, J.(1960) The relation of flowering and maturation period in some Malayan rices to sowing date and latitude. Malayan Agr. J. 43(1): 28-48.
5. Edey, S. N.(1977) Growing degree-days and crop production in Canada, Pub. 1635, Agr. Canada.
6. Finlay, K. W. and Wilkinson, G. N.(1963) The analysis of adaptation in a plant breeding program. Aust. J. Agr. Res. 14: 742-754.
7. Good, R.(1953) Geograph of flowering plants. 2nd ed. London.
8. Huke, R.(1976) SGeography and Climate of rice. Climate and Rice:
9. Igarashi, K.(1971) Regional Calassification of rice culture in Hokkaido. Hokuno 38(12): 55-66.
10. 李殷雄(1971) 한국수도작의 기상환경과 수량성에 관한 연구. 農試研 14 (作物): 7-31.
11. 林茂相(1981) 水稻品種의 出穗生態에 관한 研究. 韓育誌 13(2): 73-100.
12. Matsuo, T., F. Kikuchi, and K. Kumagai(1972) Comparative studies on the adaptation of rice varieties tested under different conditions in temperate zone. Jap. J. Bree. 22(2): 83-91.
13. McMennamy, J. A.(1980) Dynamic simulation of irrigated rice crop growth and yield. Agrometeorology of the rice crop (IRRI): 213-222.
14. Mota, F. S., and J. B. da Silva(1980) A weather technology model for rice in Southern Brazil. Agrometeorology of the rice crop (IRRI): 235-238.
15. Oka, H. I.(1966) Growing season of rice in the tropics Tropical Agr. 9(4): 195-199
16. Stansel, J. W. and R. Fries(1980) A conceptual agromet rice yield model. Agrometeorology of rice crop (IRRI): 201-212.
17. Yao, A. Y. M. and S. K. LeDuc(1980) An analogue aproach for estimating rice yield in China. Agrometeorology of rice crop (IRRI): 239-248.
18. Yamamura, I.(1954) Studies on localization

of rice culture in Japan. 1. The day length and temperature as factors limiting the rice growing season. 2. The day length and temperature as factors affecting the adoption of varieties of rice. Proc. Crop Sci. Soc. 23(2): 99-104.

19. Vergara, B. S., A. Tanaka, R. Lilis and Purana Havnug(1966) Relationship between growth duration and grain yield of rice plants. Soil Sci. Plant Nut. 12:31-39.