105. 中心合成計劃法에 의한 水稻 栽培要因의 最適條件 究明

- 南部地方 早生種 벼를 材料으로 -

慶南農村振興院 孫吉鎭*·李紬植

慶尙大学校 金正敎·崔震龍·朴重陽

Optimization of Cultivational Conditions of Rice by a Central Composite Design Applied to an Early Cultivar in Southren Region

Gyeongnam Provincial R.D.A. Gil Man Shon, Yu Sik Lee

Gyeongsang Nat'l Univ. Jeung Kyo Kim, Zhin Ryong Choe and Joong Yang Park

<實驗目的> 南部地方에서 農業經營 및 作付体系上 重要한 早生種 벼品種의 最適 栽培條件을 究明하기 위한 手段으로서 反応表面計劃法의 槪念을 革新시킨 中心合成計劃法을 利用하여 水稻栽培上 重要한 栽植株数, 栽植本数, 窒素施肥量, 移秧時期, 育苗日数 및 5가지 栽培要因의 最適條件究明을 위한 試驗을 遂行하고 農事試驗研究에의 活用可能性을 提示하고자 하였다.

<材料 및 方法> 1987年 慶南農村振興院 試驗圃場에서 一般系 早生種 "震峰벼"로서 栽植株数, 株当本数, 窒素施肥量, 移秧期, 育苗日数 및 5要因을 中心合成計劃法(5水準)과 部分実施法(3水準)으로 遂行하고, 中間生育形質 및 收量을 調査하였으며, 獲得된 資料는 SPSS와 IMSL을 利用하여 統計分析하였다. 各 生育形質에 대한 2次反応表面方程式은 最小제곱법으로 구하였고, 圖解로 나타낸 資料는 推定된 反応表面方程式으로 부터 計算한 것이다.

<実驗結果 및 考察> 1. 栽培條件에 따른 生育形質 및 收量反応: 中間生育形質은 各 栽培要因 및 水準別로 多樣한 反応을 보였고 收量構成要素도 栽培要因과 水準에 따라 多樣한 反応을 보였다. 收量은, 5要因中 4要因의 水準을 中心水準(栽植株数, 90株/3.3㎡; 株当本数, 5本; N施肥量, 11kg/10a; 移秧日, 6月25日; 育苗日数, 35日)에서 統制하였을 때 各 要因別 最大收量은 中心水準附近이었고, 各 要因이 兩極端水準으로 갈수록 減收하였으며, 5要因中 3要因을 中心水準에서 統制하고 난 뒤에 2要因들간의 相互作用에 의한 收量은 各 水準의 中心部에서 最高値를 보였다. 全体 5個要因의 相互作用에 의해 나타난 生育形質 및 收量의 定常点은 鞍部点이었다. 2. 두 計劃法의 比較: CCD에서 收量에 대한 各各의 定常点에서의 栽培條件은, 栽植株数 107株/3.3㎡, 株当本数 4本, 窒素施肥量 10kg/10a, 移秧日 6月26日, 育苗日数 33日이었고, 定常点에서의 收量은 439kg/10a으로서 FFD에서의 그것들과 비슷하였다. CCD에 의하면 要因数와 水準数가 많아도 處理組合数를 劃期的으로 줄일 수 있었고, 実驗材料의 節約, 作業時間의 短縮 및 作業의 簡便化를 가져왔다. CCD는 FFD에 비하여 水準数가 많았기때문 結果를 圖解化하기에 더 적리하였다. 兩 計劃法에 있어서 收量의 定常点이 鞍部点인 것으로 보아 要因의 設定時 各 要因 相互間의 異質性을 考慮해야 하며, 處理要因数의 지나친 增加도 抑制되어야 할 것이다. CCD는 極限水準(±2,±2,±2,±2,±2)의 취리가 없기 때문에 各 要因의 極限水準의 実驗領域에 대해서는 적은 情報를 얻었으나, FFD보다는 많은 有益한 情報를 獲得할 수 있었다.

따라서, CCD는 劃期的으로 處理数를 줄였어도 有益한 情報를 提供하는 것으로 보아, 農事試驗研究에 效率的으로 活用할 수 있는 計劃法으로 確認되었다.

Table 1 . Constants and coefficients of response surfaces of light interception at ripening time, yield and its components in a central composite design

Term	No. of panicles per hill	No. of panicles per unit area (o's.m⁻²)	No. of spikelets per panicle	No. of spikelets per unit area (000's.m⁻²)	Light interception (%)	1,000 grain weight of brown rice (g)	Ripened grain ratio (%)	Yield of brown rice per hill (g)	Yield of brown rice per unit area (kg.10a⁻¹)
Linear									
Constant	13.4836	364.1000	80.4946	28.8230	9.9073	20.7873	75.8824	15.3049	434.6855
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0021)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
X1	-2.6745	54.0902	-6.0257	3.2386	9.3386	0.0280	-0.8105	-5.1889	6.7864
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0047)	(0.0012)	(0.0000)	(0.6800)	(0.1327)	(0.0000)	(0.1031)
X2	1.1378	31.1054	-4.2243	1.5978	-1.7351	-0.1498	-0.3504	0.0382	-6.6197
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0424)	(0.0935)	(0.1845)	(0.0488)	(0.5152)	(0.9227)	(0.1189)
X3	0.2207	3.6455	1.1836	0.8264	-0.2975	0.0066	-0.9225	-0.3382	-3.0618
	(0.4236)	(0.9088)	(0.5638)	(0.2800)	(0.8520)	(0.5581)	(0.0857)	(0.4636)	(0.4140)
X4	-0.5298	-19.1967	1.2678	-1.0233	0.8558	0.0284	-0.9371	0.5768	9.2382
	(0.0581)	(0.0093)	(0.5348)	(0.2267)	(0.6055)	(0.7302)	(0.1952)	(0.0570)	(0.0015)
X5	0.3674	5.1455	0.3236	0.7580	0.1858	-0.1239	0.7721	0.3548	-7.7518
	(0.3528)	(0.4725)	(0.8794)	(0.4221)	(0.6955)	(0.0788)	(0.5952)	(0.4358)	(0.0080)
X1²	0.8542	-15.7834	3.2811	-0.4475	7.9733	-0.2519	0.4398	1.5455	-13.5085
	(0.0052)	(0.0387)	(0.0775)	(0.3082)	(0.0000)	(0.0001)	(0.3995)	(0.0002)	(0.0006)
X2²	0.7042	6.5606	3.0451	1.3050	-1.4467	-0.0788	-0.1235	-0.5830	-8.3385
	(0.7786)	(0.2988)	(0.0857)	(0.1283)	(0.3341)	(0.2257)	(0.7938)	(0.1740)	(0.0384)
X3²	-0.3458	-3.7834	0.2061	0.1125	-1.4657	-0.2988	-2.5105	-0.7830	-14.6685
	(0.2135)	(0.5552)	(0.3715)	(0.8315)	(0.3349)	(0.0000)	(0.0390)	(0.0500)	(0.0002)
X4²	-0.5458	-10.5794	0.2061	-0.5850	-1.3857	-0.1988	-0.4565	-0.8435	-25.2806
	(0.0257)	(0.0564)	(0.3715)	(0.4031)	(0.3386)	(0.0018)	(0.3528)	(0.0034)	(0.0001)
X5²	-0.0548	3.0706	0.2311	0.8625	-1.3857	-0.1284	-1.3190	-0.7045	-12.5086
	(0.8214)	(0.5271)	(0.8030)	(0.4247)	(0.3386)	(0.0222)	(0.0044)	(0.0827)	(0.0013)
X1X2	-0.4289	-9.1251	1.9505	-0.0480	0.8238	-0.0532	-0.3453	-0.4674	-3.7527
	(0.2751)	(0.2852)	(0.5276)	(0.9717)	(0.6947)	(0.5290)	(0.5236)	(0.3848)	(0.4603)
X1X3	0.0867	8.0287	0.7385	1.8256	-0.0840	-0.0170	-0.0080	0.2104	-2.9136
	(0.8253)	(0.1835)	(0.7741)	(0.3379)	(0.9828)	(0.8400)	(0.9887)	(0.7000)	(0.5761)
X1X4	-0.3533	-5.9580	-0.8515	-0.2164	-0.0840	0.0675	-0.1158	-0.7826	8.6454
	(0.3673)	(0.5229)	(0.9306)	(0.8513)	(0.9698)	(0.3551)	(0.8583)	(0.1533)	(0.0983)
X1X5	-0.4333	1.7881	0.3405	0.6231	-0.0840	0.0145	-0.2362	-1.2085	-9.6795
	(0.2258)	(0.8037)	(0.8125)	(0.5726)	(0.9592)	(0.8659)	(0.6902)	(0.0277)	(0.0085)
X2X3	0.1183	-3.4647	-0.7825	-0.2271	0.0640	-0.0145	-0.0528	0.6526	-1.3704
	(0.7388)	(0.8019)	(0.7551)	(0.8436)	(0.3655)	(0.3659)	(0.9352)	(0.2224)	(0.8247)
X2X4	-0.0717	-8.8147	0.8265	-0.3481	0.0280	-0.0330	-1.1823	-0.3023	8.5546
	(0.9530)	(0.3588)	(0.3905)	(0.7551)	(0.9628)	(0.6852)	(0.7712)	(0.5379)	(0.8681)
X2X5	0.2533	-3.4547	-1.8225	-0.3456	0.0640	0.0453	-0.1643	-0.4774	-3.3304
	(0.4726)	(0.8929)	(0.6835)	(0.7544)	(0.9588)	(0.9575)	(0.8038)	(0.3334)	(0.5186)
X3X4	-0.6451	-11.1899	0.9745	-0.3775	-0.4788	0.0782	-0.7037	0.4242	0.3207
	(0.0520)	(0.2357)	(0.8864)	(0.7409)	(0.8206)	(0.3586)	(0.8681)	(0.4483)	(0.3502)
X3X5	-0.3851	-6.5289	-0.2565	-0.3550	-0.4788	0.0557	-0.0480	0.3674	-0.2403
	(0.2484)	(0.4573)	(0.9123)	(0.7317)	(0.8205)	(0.4380)	(0.9451)	(0.5458)	(0.9528)
X4X5	-0.3761	-1.8229	1.0845	0.4800	-0.4838	0.0215	-0.0368	-0.6925	7.8867
	(0.4356)	(0.8382)	(0.6620)	(0.6713)	(0.8335)	(0.7947)	(0.9771)	(0.3833)	(0.1401)
S.E									
linear	0.2254	7.9681	2.8351	0.9308	1.7051	0.0819	0.5207	0.4803	4.1504
quadratic	0.2030	6.2381	1.7677	0.8269	1.5908	0.0812	0.4584	0.3987	3.6709
interaction	0.3372	8.7043	2.4525	1.1406	2.0715	0.0840	0.6402	0.5549	5.1280
R^2	0.7652	0.7063	0.3294	0.3473	0.5986	0.5732	0.5630	0.8036	0.6384

* The parenthesized values are the p-values for testing significance of each of the coefficients.
* R^2 : Coefficient of determination.

Table 2 . Comparisons of yield of brown rice per unit area at five stationary points in CCD and FFD

Design	Stationary points					Yield
	X1	X2	X3	X4	X5	(kg/10a)
CCD	0.55956	-0.42444	-0.13385	0.33459	-0.36400	439.1
FFD	0.28084	-0.27828	-0.16404	0.00664	-0.45878	442.4

CCD : Central composite design.
FFD : Fractional factorial design.
X1 : Hills per 3.3m² , X2 : No. of seedlings per hill,
X3 : Levels of nitrogen, X4 : Transplanting date,
X5 : Age of seedling.

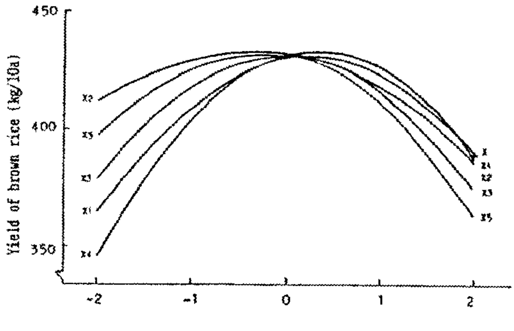

Fig. 1 . Effects of hill numbers per 3.3m² (X1), seedling numbers per hill(X2), levels of nitrogen(X3), transplanting date(X4), and seedling ages(X5) on yield of brown rice per unit area in a central composite design.
In this case, the curves were estimated based on the levels of four variables except corresponding variable are zero.

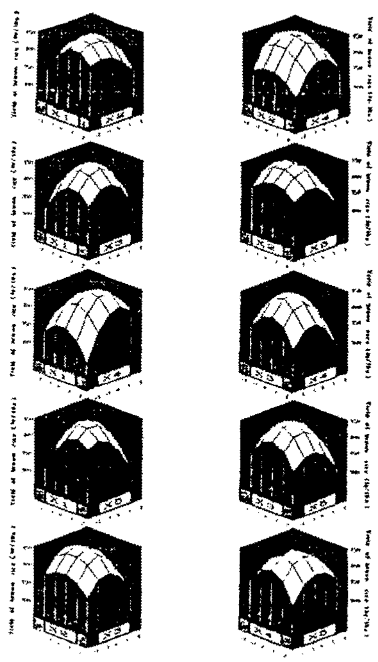

Fig. 2 . Interaction effects of two factors on yield of brown rice per unit area when levels of the other three factors are zero. X1 : Hills per 3.3m² , X2 : No. of seedlings per hill, X3 : Levels of nitrogen, X4 : Transplanting date, X5 : Age of seedling.