

水稻 移秧勞動의 省力化 研究

II. 施肥量 및 移秧密度 變動에 따른 水稻草型別 收量適合性 研究

具滋玉* · 李榮萬* · 李官燮*

Labor-Saving Feasibilities in Transplanting of Paddy Rice

II. Variations in Yield Compatibility of Various Typed Isogenic Lines of Paddy Rice as Affected by Different Planting Densities with Fertilizer Applications

Ja Ock Guh,* Young Man Lee* and Kwan Seob Lee*

ABSTRACT

To investigate the model of labor-saving feasibilities in transplanting of paddy rice by reducing of plant-densities with additional application of fertilizer, three isogenic lines of paddy rice in plant type, namely open-spread-and broom-type, were experimented. As a result, the delaying of heading date by intra-specific competition was weakened by increasing of fertilizer applications and this tendency was clear in order of broom-, spread- and open-type, respectively. Also the inter-specific competition was high in broom-type among others. On the other hand, the yields were positively correlated with transplanting densities in open- and spread-type, but no relationships in broom-type. As a conclusion, the reduced planting densities for labor-saving were compensated by additional application of fertilizers as 1.12, 1.21, 1.28 folds of the standard amounts in open-type for equivalent yields, and 1.22, 1.35, 1.40 folds in broom-type, respectively.

緒 言

水稻는 密植을 함으로써 葉面積,^{19,22,24)} 莖葉乾物重^{11,33)} 根活力²⁵⁾ 이 커지고, 面積當穗數,^{3,10,11,15,16,17)} 穎花數^{3,11,16,24)} 가 增대된다. 그러나 實用的으로 密植하여 增收된다는 報告²⁵⁾ 보다는 有意的인 增收을 기대하기 어렵다고 보는 報告들^{2,8,10,17,19,22,30)} 이 많다. 密植하면 登熟率과 粒重이 줄고¹⁴⁾ 病害蟲이 蔓延되며⁴⁾ 災害가 늘어서¹⁴⁾ 오히려 減收의 餘지가 높아진다고도 한다. 따라서 實用上의 栽植密度에는 限界概念이 成立된다는 村田,²²⁾ Hayashi⁸⁾, Takeda 등³⁰⁾

의 “最終收量一定의 法則”을 認定하며, 이의 극복을 위하여 耐肥性和 受光態勢가 改良된 品種을 要望하기에 이르고 있다.

한편, 作物의 草型研究는 耐肥性和 聯關되며, 個體群의 同化力(P_1)을 fAP_0 (단 f : 受光能率, A : 葉面積指數, P_0 : 飽和光下의 葉面積當 同化力)로 보고 f 가 A 의 逆指數係數이므로 A 의 增大에 대한 f 의 減少가 적어야 理想的인 草型이라 하였다.¹⁴⁾ 즉 多肥로 A 를 增大시켜 穗數를 確保하되 草型의 特性으로 f 의 저하를 보완하기 위한 多分蘖性 品種選擇이 바람직하다고 하였다. 水稻의 경우, 多肥型品種은 短稈·多蘖·直立·密集形葉 配置로서 多肥하면 登熟

* 全南大學校 農科大學(Coll. of Agric., Chonnam Nat'l. Univ. Kwangju 500, Korea). <1984.11.3 接受>

率は 약간 낮아지나 穎花數가 늘며, 小肥型은 長稈小葉・疎散形葉配置로서 多肥하면 營養의 과잉흡수를 받는다고 한다.²¹⁾ 우리 나라에서는 Ahn¹⁾ 등이 統一系 品種의 草型에 대하여 短稈・直立型으로서 LAI와 LWR이 높고, 多肥下에서도 呼吸보다 同化能力이 向上된다고 하였다. 그러나 村田等²²⁾은 飽和光下에서 葉面積當 同化能力에 種間差異가 없음을, Loomis等¹⁸⁾은 葉面積指數가 4보다 크거나 작을 때는 垂直葉型보다 水平葉型的 物質生産效率이 커진다고 하였다.

Matsushima²⁰⁾는 多肥條件에서의 密植效果는 어렵지만 少肥에서는 面積當穗數 增大로 인한 效果가 期待된다고 하였으며, 小野¹³⁾는 生育後期の 과번무가 억제되면서 同化能力이 유지되는 草型이 要望된다고 하였다. 또한 戶畑³⁾은 水稻의 葉內窒素濃度を 3.5% 이상으로 유지시켜야 增收가 可能하다고 하였고, Park²⁶⁾은 收穫期の 止葉中 營養을 分析하여 養分轉流 促進指數(Acceleration index)를 산출함으로써 收量增大의 경제적 근거를 제시하고져 하였다.

水稻의 疎密度와 增肥의 相互作用에 관한 研究로는, 日照가 좋고 氣象이 안정된 狀態에서 疎植多肥하면 根部發達이 促進되고 有效分蘗比率를 높여서 增收가 된다는 村田²²⁾의 報告가 있다.

따라서 本 研究는 疎植으로 種內競合에 의한 收量減耗를 막고, 施肥反應이 有利한 草型을 탐색하여 密度不足의 결함을 補完시킴으로써 育苗 및 移秧에 少요되는 勞動時間을 最少化할 實用的 限界를 해석·구명할 목적으로 수행 되었다.

材料 및 方法

本 試驗에 供試된 同質遺傳子系의 3種 水稻草型은 同大學 農生物學科의 抵抗性 遺傳育種 研究室에서 분양받은 Near isogenic line^{12,28)}으로서, Broom-type(垂直~30°裂開: Wx509-6-1-1-2)와 Open-type(30°~60°裂開: Wx509-6-1-3-2) 및 Spread-type(60°以上裂開: Wx509의 母本인 EIR 667-98-1-22)로 하였다.

供試圃場은 점질양토로서 pH 5.6, 有機物含量이 1.8~2.1%인 條件을 具備하고 있었으며, 施肥處理는 無肥區, 減肥區(N-P₂O₅-K₂O=7.5-3.5-4.0 Kg/10a), 普肥區(15.0-7.0-8.0Kg/10a), 增肥區(22.5

-10.5-12.0 Kg/10a)로 하였고, 窒素는 基肥-分蘗肥-穗肥-實肥의 比率를 각각 40-30-20-10%로 分施하였으며, 磷酸과 加里는 全量을 基肥로 施用하였다.

栽植密度處理는 畦間을 30cm로 고정하고 株間을 7, 15, 22, 30 및 40cm로 하여 m²當 47.62, 22.22, 15.15, 11.11, 8.33株의 5水準으로 하였다. 또한 圃場配置는 草型을 主區, 施肥水準을 細區, 栽植密度를 細細區로 하는 3反復의 細細區配置로 하였다. 試驗區當 面積은 10m²로 하였고, 그 가운데에 1m²의 Quadrat을 설치하여 雜草放任 狀態로 유지하면서 種間競合特性을 調査하였다.

灌水는 降雨에 의한 自然水와 地下水를 利用하였고, 그 밖의 栽培管理는 全南農村振興院의 標準栽培法에 準하였다.

結果 및 考察

1. 種內 및 種間競合特性

栽植密度와 施肥量을 달리 한 條件에서 莖葉의 裂開角度가 相異한 3種의 水稻草型 Isogenic line을 供試하여 草型別로 種內 및 種間競合 정도를 比較하였다. 種內競合은 出穗期變異(表1)로, 種間競合은 出穗期の 雜草發生效(表2)으로 조사하였다.

3개 草型 모두 栽植密度 變動에 따라 無肥條件에서 出穗期가 빠르고 變動幅이 크며, 多肥條件으로 갈수록 늦어지고 變動幅이 적어지는 경향이였다. 多肥에서 出穗가 지연되는 현상은 姜等⁹⁾과 李等¹⁵⁾이 보고했던 바와 일치하며, 특히 多肥에서 變異係數가 적어지는 현상에 대하여는 魯等²³⁾에 의해서도 보고되었던바, 土壤無機物에 대한 種內競合度의 減少가 기인된 것으로 생각된다.

草型別로는 種內競合度를 나타내는 變異係數의 크기로 보아, 栽植密度에 따른 反應이 垂直型인 Broom-type에서 가장 민감하였고, 다음이 60° 이상의 開角度를 보이는 Spread-type 및 中間型인 Open-type의 順이였다. 또한 施肥量에 따른 反應差異도 Broom-type에서 가장 민감하였으나 Spread-type과 Open-type은 유사한 경향이였다. 따라서 自體間에 光과 空間競合을 크게 하는 草型, 즉 Open-type이나 Spread-type은 Broom-type보다 상대적으로 土壤이나 無機物에 대한 種內競合 정도가 작게 나타나는 것으로 해석이 된다. 그러나 栽植密

Table 1. Variations in heading date as affected by transplanting density and fertilization level.

Density (hills/m ²)	47.62	22.22	15.15	11.11	8.33	Mean heading date	CV(%)
Fertilizations							
OPEN TYPE LINE							
None (0.0)	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 5	Aug. 8	Aug. 11	Aug. 6.4	43.5
Half (0.5)	Aug. 5	Aug. 8	Aug. 8	Aug. 11	Aug. 11	Aug. 8.6	26.1
Normal (1.0)	Aug. 5	Aug. 8	Aug. 11	Aug. 11	Aug. 13	Aug. 9.6	29.2
One & half (1.5)	Aug. 8	Aug. 8	Aug. 11	Aug. 11	Aug. 13	Aug. 10.2	19.2
BROOM TYPE LINE							
None	July 30	Aug. 1	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 5	Aug. 2.6	89.7
Half	July 30	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 8	Aug. 11	Aug. 5.2	79.2
Normal	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 8	Aug. 11	Aug. 11	Aug. 7.6	42.1
One & half	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 8	Aug. 11	Aug. 13	Aug. 8.0	46.1
SPREAD TYPE LINE							
None	Aug. 1	Aug. 1	Aug. 3	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 2.6	57.6
Half	Aug. 1	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 5	Aug. 8	Aug. 4.4	53.0
Normal	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 5	Aug. 8	Aug. 11	Aug. 6.4	43.8
One & half	Aug. 3	Aug. 8	Aug. 8	Aug. 11	Aug. 11	Aug. 8.2	35.7

Table 2. Variations in weed emergence (fresh wt. g/0.5m²) at heading stage

Fertilizer & density	Open-type			Spread-type			Broom-type		
	Ann. ^{1/}	Peren. ^{2/}	Sum	Ann.	Peren.	Sum	Ann.	Peren.	Sum
NONE									
8.33	23	58	81	76	65	141	83	87	170
11.11	22	35	57	20	47	67	80	67	147
15.15	18	30	48	15	27	42	60	52	112
22.22	11	20	31	14	20	34	40	45	85
47.62	8	15	23	10	7	17	28	32	60
HALF									
8.33	130	60	190	245	180	425	235	180	415
11.11	90	50	140	190	75	265	190	130	320
15.15	75	30	105	140	65	205	143	142	285
22.22	70	25	95	83	55	138	65	65	130
47.62	38	30	68	87	45	132	55	42	97
CONVENTION									
8.33	170	130	300	150	180	330	240	200	440
11.11	180	90	270	110	130	240	220	175	395
15.15	90	45	135	85	100	185	245	115	350
22.22	85	35	120	40	75	115	185	95	280
47.62	80	30	110	50	60	110	160	65	225
HIGH									
8.33	270	145	415	270	190	460	355	250	605
11.11	260	180	440	240	160	400	285	130	415
15.15	250	135	385	190	100	290	300	195	495
22.22	175	110	275	70	95	165	185	165	350
47.62	70	150	220	30	130	160	85	155	240
CV(%) in									
Fertility	44.5	43.5	43.9	50.4	41.6	43.9	49.1	36.7	39.8
Density	38.1	38.1	39.9	50.4	39.1	44.5	33.0	30.2	31.4

Note: ^{1/}: Annual weeds (mostly dominated by *Monochoria vaginalis*),
^{2/}: Perennial weeds (mostly *Cyperus serotinus* and *Potamogeton distinctus*).

度, 즉 空間競合에 대한 反應이 Broom type 에서 민감한 것으로 나타난 점은 면밀한 검토가 요구된다.

한편 種間競合의 生態的 特性을 대비하기 위하여 조사되었던 出穗期의 雜草發生量 變異 (Table 2) 는 3草型 모두에서 水稻의 栽植密度가 증가할수록 發生量이 적어졌고, 施肥量이 많아질수록 生育量이 증대되는 경향이였다. 본 모작에서는 一年生인 물달개비 (*Monochoria vaginalis*) 가 집중적으로 발생하였고, 多年生 雜草種으로는 너도방동사니 (*Cyperus serotinus*) 와 가래 (*Potamogeton distinctus*) 가 優占現象을 나타내고 있었다. 그러나 각 草型 모두에서 施肥量이 증대됨에 따라 多年生 雜草種의 發生比率이 감소하고 一年生の 比率이 증대되는 경향이였으며 이는 Guh⁶가 土壤肥沃度를 달리하여 永年 化시킨 논에서 長期的인 草種遷移 結果를 조사·보고

했던 바와 일치한다.

水稻 草型別로는 Spread type 에서 雜草發生量의 變異係數가 가장 큰 반면에 Broom type 에서 작았으며 Open type 은 중간인 경향이였다. 즉 作物의 莖葉裂開角度가 클수록 栽植密度나 施肥量變動에 따른 雜草發生量의 變異幅이 컸으며, 垂直에 가까운 草型일수록 變異幅이 작았다. 이는 Broom type에 비하여 Spread type 은 栽植密度가 施肥量 增加에 따른 차광효과를 크게 나타내어서 雜草發生을 효과적으로 억제시킬 수 있었던 것으로 판단이 된다.

2. 收量 및 收量構成特性

3種의 草型 모두 栽植密度 차이보다는 施肥量 증가에 따른 收量 증대현상을 인정할 수 있었다 (圖 1). 標準施肥條件 (1.0) 에서 m^2 당 22 株가 栽植된 곳의

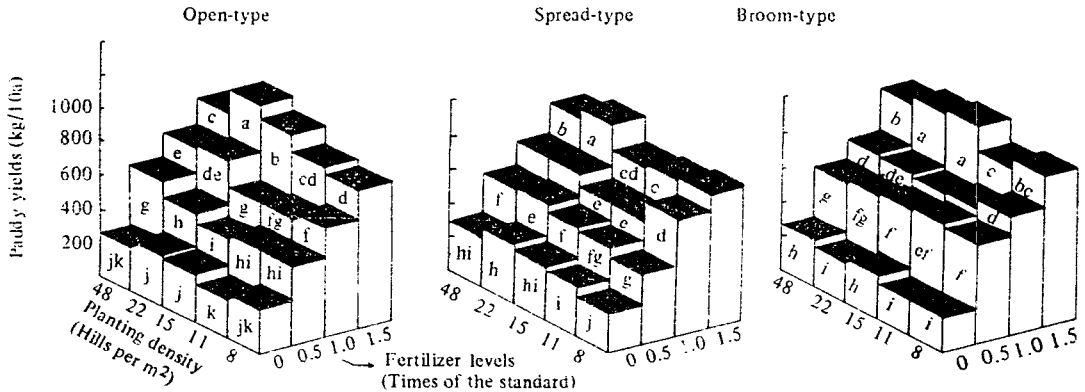


Fig. 1. Variations of paddy yields (kg/10a) of respective isogenic-lines in plant type as affected by different transplanting densities and fertilizer application levels. The same alphabetical letters in each figure indicate no significant difference at 95% probability level in Duncan's Multiple Range Test.

收量を 標準收量으로 하여 비교해 볼때 각 草型 모두가 施肥量을 標準肥의 1.5 倍로 增施한다면 栽植密度를 m^2 당 15 ~ 11 株로 減少시켜도 標準收量은 기대할 수가 있었다. 물론 施肥量 증대에 따른 收量性 향상의 가능성을 보고한 例들^{7,14,16,27}) 이 없지는 않으나 실용적으로는 種內競合이나 災害·病蟲害·雜草害를 위시한 種間競合성이 증대되므로 권장되지 못하고 있는 실정이다.^{4,14,15} 다만 고도의 기술집약적인 시험포장이나 다수확기술 농가의 포장에서 실현되고 있다. 그러나 栽植密度를 減少시켜 감에 따라 多肥條件에서 우려되는 競合損失을 해소시킬 수가 있을 것이며, 특히 標準栽培方式에 對等한 정도의 收量を 目標로 하여 栽植密度를 減少시키고, 대신에 施肥量을 增大시킴으로써 省力化

의 可能性을 찾을 수 있을 것이다.

圖 1의 收量反應을 보다 정밀하게 分析하기 위하여 施肥量과 栽植密度變動에 따른 諸要因의 反應을 Multiple regression 으로 고정시켰다(表 3).

收量과 面積當總數, 總當粒數는 R 係數가 0.8 이상으로 나타났으나 粒重과 登熟率은 自體形質의 낮은 變異성과 後行形質로서의 決定性 때문에 有意的인 固定이 되지 않았다. 따라서 回歸式의 有意성이 높았던 面積當總數와 總當粒數의 理論的 反應值들을 數式에 의하여 誘導한 後에 等反應線 (Isobole diagram) 을 圖式化하였다 (圖 2 및 3).

이들 Relief-type 의 等反應折線에 의하면 3種의 草型에서 한결같이 施肥量과 栽植密度의 組合된 反

Table 3. Multiple regression polynomial equations in yield and yield components of each isogenic line in plant type as a function of fertilizer levels (F) and transplanting densities (D)

f (F,D)/Plant-type	Equations	F-value	Coefficients(R)
No. panicles/Open	$y = 36.71 + 12.49D + 58.31F - 0.17D^2 + 22.80F^2 + 3.10DF$	134.3**	0.9621
/Spread	$y = 16.51 + 11.85D + 173.13F - 0.16D^2 - 29.20F^2 + 1.54DF$	272.0**	0.9807
/Broom	$y = 11.89 + 11.62D + 177.78F - 0.16D^2 - 39.13F^2 + 1.86DF$	17.3**	0.9569
No. spikelets/Open	$y = 97.33 - 2.17D + 7.70F + 0.03D^2 + 5.60F^2 + 0.11DF$	50.3**	0.9073
/Spread	$y = 105.12 - 1.95D - 1.71F + 0.02D^2 + 1.53F^2 + 0.13DF$	30.4**	0.8591
/Broom	$y = 109.31 - 3.18D + 46.09F + 0.05D^2 - 16.25F^2 - 0.22DF$	60.2**	0.9208
Grain wt./Open	$y = 30.25 - 0.23D + 1.88F + 0.003D^2 - 0.58F^2 - 0.007DF$	9.3*	0.6795
/Spread	$y = 29.21 - 0.81D + 1.37F + 0.003D^2 - 0.20F^2 - 0.02DF$	6.5*	0.6120
/Broom	$y = 29.41 - 0.23D + 1.05F + 0.003D^2 + 0.10F^2 - 0.02DF$	10.5**	0.7027
Ripeness /Open	$y = 90.62 - 0.05D + 1.43F + 0.0002D^2 - 0.81F^2 - 0.003DF$	0.87 ^{NS}	0.2730
/Spread	$y = 91.15 - 0.04D + 1.40F + 0.00003D^2 - 0.72F^2 - 0.045DF$	3.72*	0.5062
/Broom	$y = 92.11 - 0.18D + 2.36F + 0.0027D^2 - 1.31F^2 - 0.016DF$	1.08 ^{NS}	0.3014
Paddy yields/Open	$y = 188.29 + 12.13D + 145.55F - 0.21D^2 + 148.48F^2 + 4.86DF$	85.23**	0.9421
/Spread	$y = 193.82 + 9.95D + 374.7F - 0.15D^2 - 21.46F^2 + 0.27DF$	76.34**	0.9360
/Broom	$y = 218.34 + 3.05D + 618.01F - 0.05D^2 - 112.86F^2 - 0.49DF$	70.73**	0.9314

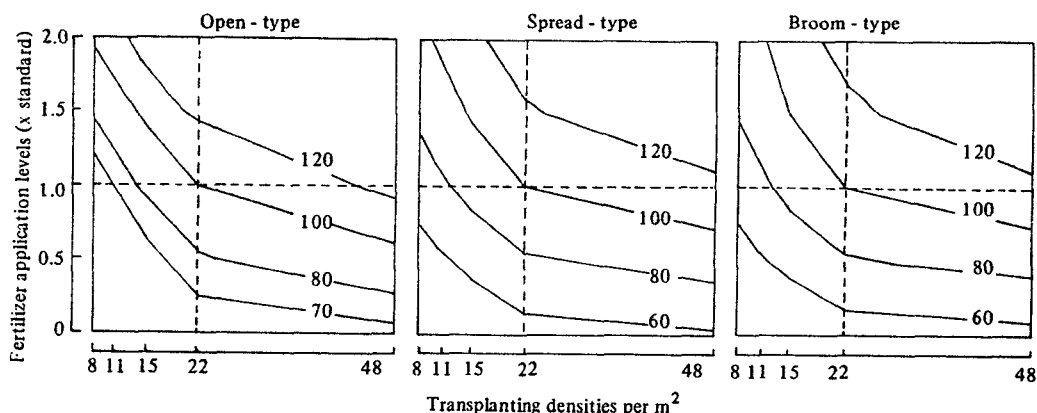


Fig. 2. Relief-type graphing of isoboles in panicle numbers per m^2 as a function of fertilizer application levels and transplanting densities per m^2 by each plant-typed isogenic line. The numbers on the cross of combined treatments indicate the percent-response comparing with the standard treatment (1.0 x 22.22) as 100%, respectively.

應이面積當穗數의 경우에 m 當 22.22 株의栽植密度水準을中心으로變化하고 있음을 알 수 있다.

특히 m 當 22-48 株의移秧密度에서는等量の穗數確保를 위한施肥補償效果가草型間에類似하였으나 8~22 株의疎植에서는 Open-type 보다 Spread-type 이나 Broom-type 에서의施肥補償效果가떨어지는傾向이었다. 따라서標準栽培에서의穗數確保量(100%線)과對等한穗數를確保하는同時에栽植密度를 m 當 11 株까지減少시키려면 Open-type 의 경우에 약 1.7-1.8 倍의施肥條件이 뒤따라야 되는反面, Spread- 및 Broom-type 에서는

2 倍를上廻하는多肥條件이要求됨을 알 수 있다.

한편, 作物草型의 Isogenic-line 間에粒數의反應에서는相異한特徴을 나타내고 있었다. Open-type 에서는 m 當 22 株까지移秧密度가增加함에 따른施肥増大의要求度가높지 않은 편이었으나 Spread-type 의 경우에는 훨씬施肥要求量이 높은傾向이었다. 또한 Broom-type 은標準의 1.5 倍肥에서移秧密度에 따라穗當顯花數의最大確保限界가設定되는傾向이었다.

즉 모든草型들이栽植密度 및施肥量變動에 따라類似한面積當穗數의確保反應을 나타냈다. 그러나

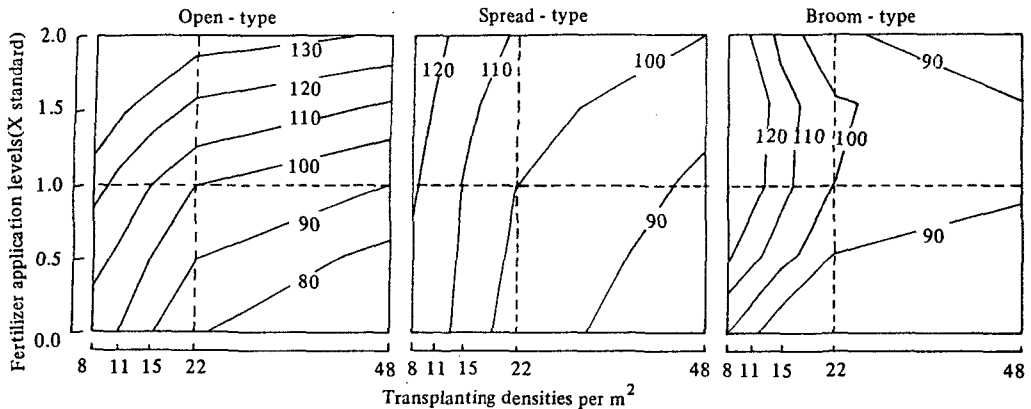


Fig. 3. Relief-type graphing of isoboles in spikelet numbers per panicle as a function of fertilizer application level and transplanting densities per m^2 by each plant-typed isogenic line. The numbers on the cross of combined treatments indicate the percent-response comparing with the standard treatment (1.0 x 22.22) as 100%, respectively.

穂當穎花數에 있어서는 Open-type 이 穂數確保에 逆相關을 나타냄으로써 m^2 당 11 株의 移秧密度에서 1.5 倍의 施肥量으로 132%의 穂當穎花數를 確保케 한 反面, Spread-type 에서는 119%, Broom-type 에서는 126%의 穂當穎花數를 確保케 하였다.

특히 Spread-type 에서는 穂當穎花數가 施肥量의 影響을 별로 받지 않고 移秧密度에 의하여 決定되지만 Broom-type 에서는 標準 以下의 低肥에서 施肥量 增加 및 密度 減少에 민감한 反應을 보였고, 標準 以上 1.5 倍肥까지는 施肥量에 關係없이 密度에 따라 增加하다가 1.5 倍肥 以上에서는 오히려 減少하는 傾向이었다.

以上の 施肥量 × 栽植密度 反應을 綜合해 볼 때, 密度보다는 施肥量에 敏感한 反應을 보이며, 이는 Matsushima²⁰⁾의 報告와 一致性이 認定된다. 또한 密植에 의한 乾物生産量^{8,11,33,35)} 面積當穂數^{3,10,11,15,16,17)} 穎花數^{3,11,16,24)} 面積當葉面積^{19,22,24)} 根活力²⁴⁾ 등이 增進되어 收量增大가 可能하다는 見解들도 있으나 收量構成要素 相互間에는 負의相關이 成立되는 施肥水準이나 栽植密度水準이 있으므로 一律的인 說明은 어려우며, 本研究의 경우 m^2 당 22 株를 基準하여 그 以上에서는 少肥, 그 以下에서는 多肥條件이라야 一定한 收量要素의 確保가 可能한 것으로 보였다.

특히 面積當穂數 確保를 위한 密植效果가 少肥條件에서만 認定되었다는 Matsushima²⁰⁾의 見解는 本試驗에서도 모든 草型에서 인정되었다. 그러나 穂當穎花數는 대체로 面積當穂數와 負의關係를 보이고

있을 뿐만 아니라 草型間에 差異를 보이고 있어서, 水稻草型에 多肥性和 少肥性이 있다는 意見들^{22,29)}을 認定케 하였다.

한편, 低肥型은 소산엽형이고 多肥型은 直立葉型이라는 宮地 等²¹⁾의 의견이나, 수직엽형보다 수평엽형의 物質生産力이 높다고 한 Loomis 等¹⁸⁾의 의견은 本研究 結果로 보아 一定한 施肥量과 栽植密度水準에 限定되는 것으로 認定이 된다. 즉 Open-type 은 오히려 多肥水準에서 민감한 增收性을 보이는 反面, Broom-type 은 오히려 低肥와 多肥의 모든 條件에서 增收可能性이 있음을 보여 주었다.

또한 收量性으로 볼 때, 標準密度에 多肥條件를 부여할 경우에는 Open-type 이 有利한 편이었으나 本研究가 目標로 하는 낮은 密度에서의 多肥條件下에서는 Broom-type 이 오히려 有利한 傾向이었다.

이들 特性은 Broom-type 의 경우, 施肥에 따른 密度間 變異幅이 消失되는 데 기인된 것으로 보이며 이는 Broom-type 이 갖는 多肥疎植에서의 收量性向上能力, 즉 直立性莖葉인 草型에서 비롯되는 것으로 생각되었다.

3. 草型別 移秧密度減少의 可能性

각 草型別로 標準栽培區 (m^2 당 22.22 株 및 標準肥施用區)에서 測定된 收量性을 나타낸 等位收量의 施肥量과 栽植密度를 찾아 圖 4에 나타내었다.

草型別 特性差異를 보면, Open-type 은 施肥反應이 크고, 이들 높은 施肥反應은 栽植密度間에 현저한

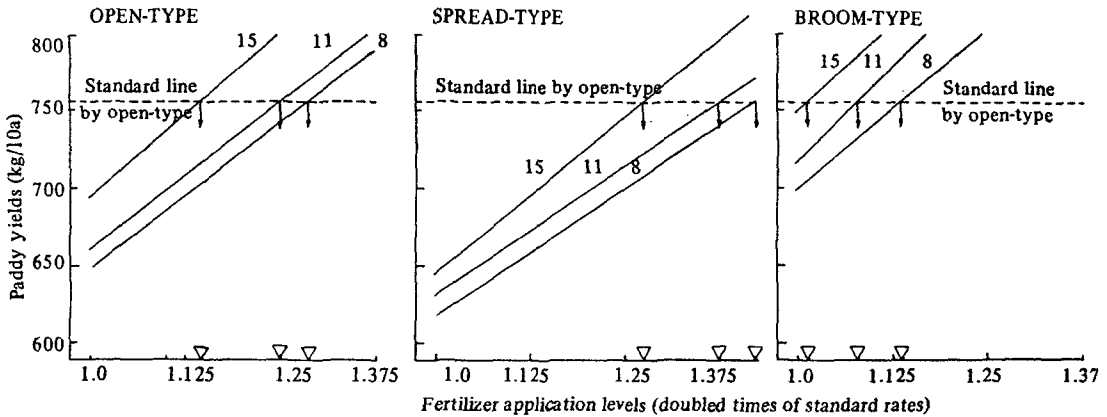


Fig. 4. Computing models of reasonable rate of fertilizer application for the equivalent yields of the standard (D=22.22, F=1.0: dotted line in open-typed line) under the low transplanting densities.

차이가 있어서, m 당 15株 移秧區에서는 標準施肥의 1.12배肥 施用으로, 11株 移秧區에서는 1.21배肥 施用으로, 8株 移秧區에서는 1.28배肥 施用으로 標準栽培區와 對等한 收量確保 可能性이 있음을 보여 주었다. 그러나 Broom-type은 密度反應이 낮은 편이어서 栽植密度 差異에 따른 作物收量의 變動幅이 크지 않았던 반면에 施肥反應은 예민한 傾向이었다. 즉, 草型間에 절대수량(標準栽培時의 收量)에 差異가 있어서 Open-type을 기준으로 한다면 Broom-type은 m 당 15株의 경우에 1.08배肥, 11株에서 1.09배肥, 8株에서 1.1배肥로 標準收量의 補償이 되는 傾向이었다. 또한 Spread-type은 密度反應에 있어서 Open-type과 Broom-type의 中間傾向이었던 反面에 施肥反應은 가장 둔감하여서 Open-type의 標準收量補償을 위하여 1.5배에서는 1.22배肥, 11株는 1.35배肥, 8株에서는 1.4배肥가 要求되었다.

Hayashi⁹⁾의 報告에 따르면, 水稻生育初期의 群落受光效率(E_i)에 의하여, 繁茂度가 높은 後期에는 乾物化能力(E_u)에 의하여 收量이 決定($\hat{y} = S \times E_i \times E_u$) 된다고 하였으며, 많은 研究結果^{2,8,10,17,19,22,30)}도 水稻收量은 構成要素間의 負的相關 때문에 密植에 의한 有意的增收가 어렵다고 하였다. 또한 村田等²²⁾은 水稻群落의 生育에 따른 種内競合의 增大로 密植效果는 신속히 消失되며, 生育後期の 寡照現象 때문에 同化와 呼吸量間의 平衡이 깨어지고, 過繁茂해져서 下葉枯死가 促進되며, 특히 出穗後에는 收量減耗要因이 增大된다고 하였다. 本研究에서는 基肥

40%에 分藥肥·穗肥·實肥를 각각 30-20-10%로 하였으나, 極疎植을 할 경우에는 增肥하되 穗肥와 實肥를 補強함으로써 有效分藥과 面積當穎花數를 높이고 粒重을 增大시키는 것이 有利할 것으로 判斷이 되었다. 즉 極疎植하여 移秧作業을 省力化하기 위해서는 直立度가 너무 낮지 않은 Open 및 Broom-type의 草型을 選擇하여 普肥에서 最少限의 有效分藥數를 안정적으로 確保하면서 뿌리기능을 向上시킨 然後에 20% 이상의 增肥를 生育中後期에 供給함으로써 後期の 光合成機能을 維持시켜 주는 것이 바람직할 것으로 解析이 되었다.

그러나 우리나라의 기상 조건은 특히 登熟期에 不良한 경우가 많아서 晚期移秧이 되면 收量減少要因이 增大된다.^{4,15,16)} 따라서 面積當의 移秧密度 減縮程度는 移秧時期나 品種의 早晚性에 따라 決定하여야 할 것이다. 疎植多肥의 有利性은 充分한 日照와 安定적인 기상여건이 保障되는 時期以內에 登熟期를 經過시킬 수 있는 條件下에서 理想的으로 發現될 수 있기 때문이다.²²⁾

摘 要

水稻移秧의 省力化를 위한 疎植을 함으로써, 水稻의 種内競合에 의한 收量減少를 막고, 施肥로 增收可能性이 큰 草型을 探索하기 위하여 本研究은 遂行되었다. 供試한 3個 草型의 同質遺傳子 系統은 Open-type, Spread-type 및 Broom-type 이었으며, 이들을 m 당 47.62, 22.22, 15.15, 11.11, 3.33株

로 移秧하고, 施肥는 $N-P_2O_5-K_2O=15.0-7.0-8.0$ kg/10a를 표준으로 한 0, 0.5, 1.0, 1.5 倍肥로 하였다. 試驗結果,

1. 疎植에 따른 出穂지연은 種內競合程度에 比例하여서 多肥할수록 弱화되었으며, 作物草型別로는 Broom- > Spread- > Open-type의 順이었다.

2. 雜草와의 種間競合은 疎植·多肥로 增大되었으며, 作物草型別로는 Broom-type에서 特히 多年生雜草種에 의한 競合이 커지는 傾向이었다.

3. 施肥量增大에 따라 千粒重을 除外한 面積當穗數·穗當穎花數·登熟率은 3草型 모두 增大傾向을 나타냈으나 栽植密度에 따른 反應은 面積當穗數만의 相關을 나타냈다.

4. 收量性은 Open-type과 Spread-type의 경우, 移秧密度와 正相關을 보인 반면에 Broom-type에서는 收量差異가 認定되지 않았다.

5. m^2 當 移秧密度를 15, 11, 8 株로 낮추었을 때, Open-type은 각각 1.12, 1.21 및 1.28 倍肥로써 그리고 Broom-type은 각각 1.22, 1.35, 1.4 倍肥로써 Open-type 標準收量の 報償이 가능하였다.

引 用 文 獻

1. 安壽奉, 1977. 窒素施肥量 및 登熟期 切葉處理가 水稻收量構成要素에 미치는 影響. 忠南大 農技研究 4 : 26-33.
2. Akamatsu Seiichi. 1968. Studies of direct-sowing culture by broad-casting seeds on a submerged paddy field. VI. Effects of seeding density and amount of fertilizer on the growth and yield of rice. Jap. J. Crop Sci. 37:17-20.
3. ————. 1968. Studies of direct-sowing culture by broadcasting seeds on a submerged paddy field. VII. Effects of seeding density and amount of top-dressing on the yield of rice and it's components. Jap. J. Crop Sci. 37:21-24.
4. Gene, E. Scott et al. 1965. Effects of first broad European cornborers on single crosses grown at different nitrogen and plant population levels. Crop Sci. 5:261-263.
5. Grimes, D. W. and J. I. Musick. 1950. Effects of plant spacing, fertility and irrigation managements on grain sorghum production. Agron. J. 52:647-650.

6. Guh Ja Ock. 1974. Successive growth of weeds as affected by soil fertility and light intensity in paddy field fertilized differently for many years. Seoul Univ. Faculty Papers 3(E): 1-34.
7. 具滋玉·金容在·李在龍. 1978. 湖南地域에서의 3要素施肥에 따른 水稻品種群間的 收量反應 解析研究. 全南大 農漁村開發研究. 13:15-23.
8. Hayashi, K. 1966. Efficiencies of solar energy conversion in rice varieties as affected by planting density. Jap. J. Crop Sci. 35:205-211.
9. 姜在哲·金達壽·具英書·黃昌周·羅鍾成. 1975. 濕畚稻作技術向上에 關한 研究. I. 地下排水가 施肥量과 栽植密度를 달리한 水稻의 生育 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌. 9 : 32-38.
10. 金達壽. 1966. 南部地方에 있어서 水稻晩期栽培의 栽植密度에 대하여. 農振廳 農試研報 10 (1):59-63.
11. Kim, I. B. et al. 1979. Effects of number of seedling per hill and plant density on rice yield components and yield in the late season culture of rice. J. Kor. Soc. Crop Sci. 24(2):57-63.
12. 金仁權·具滋玉·權三烈. 1983. 水稻草型 Isogenic Line 과 多年生雜草의 競合特性 研究. 韓雜草誌 3(1):39-49.
13. 小野信一. 1976. 草姿·草型と 光合成産物の 配分 作物—その形態と 機能—. 上卷. 農業技術協會 323p.:304-316.
14. 李殷雄. 1965. 多年間 施肥條件을 달리해 온 논에서 栽植密度의 差異가 水稻收量 및 收量構成要素에 미치는 影響. 서울大 論文集(生農系) 16 :36-54.
15. Lee, E. W. 1972. A comprehensive study on growing of seedlings and planting density as a measure against late transplanting of paddy rice. J. Kor. Soc. Crop Sci. 11:1-9.
16. 李殷雄·具滋玉. 1978. 相異한 肥沃度下에서 栽植密度에 따른 水稻品種別 生育 및 收量變異. 서울大 農學研究 3-2:89-100.
17. Lee, Y. M. and E. W. Lee. 1976. Yield and yield components from planting density experimental data of paddy rice. Seoul Univ. Bull. of Agric. Coll. 1-2:1-19.
18. Loomis, R. S., W. A. Williams, and A. E. Hall. 1971. Annual Review of Plant Physiology.

- 22:431.
19. 松島省三. 1967. 稻作の理論と栽培. 富士.
 20. Matsushima, S. 1970. Crop Science in Rice. Theory of Yield Formation and It's Application. Fuji Pub. Co. 379p:60.
 21. 宮地重遠・村田吉男. 1980. 光合成と物質生産. 植物による太陽エネルギーの利用. 理工學社. 535p.
 22. 村田吉男. 1975. 作物の光合成と生態. 一作物生産の理論と應用. 農漁文協 276p:169-191.
 23. 魯載昇・具滋玉・許祥萬. 1983. 栽植密度와 施肥量調節에 의한 水稻 干 品種의 移秧省力化 可能性研究. 順天大論文集 2:53-67.
 24. Noh, S. P. 1978. Studies on the improvement of rice culture in the ill-drained paddy field. III. The effect of the various agronomic characteristics on the fertilization and plant density under different drainage control part. J. Kor. Soc. Crop Sci. 23(2):61-67.
 25. Painter, C. G. and R. W. Fermer. 1953. The effects of moisture, spacing, fertility and their interrelationships on grain sorghum production. Agron. J. 45:261-264.
 26. Park, H. 1973. Diagnostic criteria by flag leaf analysis. J. Kor. Ag. Chem.Soc. 16(1):18-30.
 27. 朴成圭. 1965. 水稻에 있어 窒素施肥量の 差異가 收量構成要素 및 葉重의 無機要素含量에 미치는 影響. 農振廳 農試研究 8(1):257-262.
 28. 朴淳直・李榮泰・安鍾雄. 1981. 水稻 Semi-dwarf 草型에 있어서 開度(Openess)의 遺傳現象. 韓育會 13次發表要旨.
 29. 서울大 農業開發研究所. 1976. 韓國農業機械化 調査研究. 383p.
 30. Takeda, T. and O. Hirota. 1971. Relationship between spacing and grain yield of rice plant. Jap. J. Crop Sic. 40:381-385.
 31. Williams, W. A., R. S. Loomis, and C. R. Lepley. 1964. Vegetative growth of corn as affected by population density. I. Productivity in relation to interception of solar radiation. Crop Sci. 36: 211-214.