

水稻 移秧勞動의 省力化 研究

I. 移秧密度 差異에 따른 移秧作業의 勞動要求度 變動特性

具滋玉*·李榮萬*·李官燮*

Labor-saving Feasibilities in Transplanting of Paddy Rice

I. Variations in Labor Requirements under the Various Planting Densities

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

ABSTRACT

Studying of labor-saving feasibilities in transplanting work of paddy seedling, firstly the five transplanting densities were comparatively examined. The labor-savings were reached as 10, 20, 28% of the whole paddy works, and 28, 39, 61% of the transplanting works by reducing the density as 15, 11 and 8 hills per sq. meter, respectively. However the study on the crop yield and labor-productivity variations as affected by transplanting density of paddy rice was interpreted as the marginal feasibility of density reduction for labor-saving would be more or less than 11-12 hills per sq. meter.

緒 言

최근 우리나라의 農業生産에서 제기되고 있는 勞動의 문제는 農業人口 減少에 따른 勞動力의 不足現象과 勞動의 質의 低下(人力의 老弱化)에 따른 勞動生産性의 低下現象으로 생각할 수 있을 것이다. 특히 1 ha의 벼농사에 소요되는 勞動時間이 美國은 20時間인데 비하여 이태리 300, 日本 1,000, 韓國 1,300, 東南亞 各國 2,000時間 등으로⁹⁾ 나라마다 차이가 큰 것은 벼농사의 作型이나 立地條件 및 機械化 정도의 차이가 크기 때문이며,¹⁵⁾ 우리 나라를 위시하여 벼를 移秧栽培하는 나라는 移秧勞力의 比重이 큰 반면에 機械化가 어려운 立地條件을 가지고 있기 때문에 쉽사리 勞動力 節減을 꾀하지 못하는 實情이라 하겠다.

金⁹⁾ 및 李¹⁰⁾에 의하면 우리나라의 논면적 가운데 약 44%가 山間地나 準山間地에 散在하고 있으며,

全體 121萬ha 가운데 不過 29%인 35萬餘ha가 耕地 整理되고 있을 뿐이므로 營農機械化에 차질을 초래한다고 하였다. 또한 1970年, '75年 및 '78年의 벼농사에서 勞力費 比重이 각각 34.3%, 31.2%, 25.6%로 減少되고는 있으나⁵⁾ ha當 勞動要求度가 日本水準인 1,000時間을 벗어나지는 못하고 있다.

특히 水稻 移秧期의 勞動Peak 現象은 매년 가중되고 있으며, 이는 米麥을 중심으로 하는 基本作付體系마저 파괴할 위험성을 내포하고 있다.

趙²⁾는 1969年에 460個所를 任意標本으로 조사한 결과, 못자리 管理 및 移秧에 勞動投入時間이 ha當 263時間으로서 總勞動時間의 21%에 달한다고 하였고, 金³⁾은 總勞動時間, 못자리 管理時間 및 移秧時間을 각각 ha當 1716.4, 98.1 및 226.0 時間으로서 移秧까지의 勞動比率이 약 20%에 달하는 것으로 報告한 바 있다.

한편, 서울大 調查團¹⁷⁾은 育苗 및 移秧에 ha當

*全南大學校 農科大學(Coll. of Agric., Chonnam Nat'l. Univ., Kwangju 500, Korea)(1984. 11. 3 接受)

317.9時間이 所要됨으로써 總勞動時間의 약 20%를 점한다고 하였으나 金⁴⁾은 防除·脫穀·運搬 등을 機械化하여 總勞動時間을 節減하므로써 育苗과 移秧에는 353.2時間이 소요되고, 勞動時間 比率는 약 28%로 增加되었다고 하였다. 그러나 機械化가 가능한 平野地에서는 全體勞動(925.8時間/ha)¹⁷⁾의 14%(140時間/ha) 내외로서도 育苗과 移秧을 할 수 있으나 山間地와 마찬가지로 移秧機 使用이 不便한 곳에서는 全體勞動(1133.3時間/ha)의 28%(320時間/ha) 이상 所要되므로 機械化 進展에 따른 地帶間的 勞動要求度와 함께 勞動生産性에서 격차가 더욱 커질 수밖에 없고, 이들 現象은 일부 山間畝 및 非整理畝에서의 營農忌避와 食糧生産減少를 招來할 위험마저 있다.

本 研究는 全體勞動量의 28% 내외를 요구하고 있는 育苗 및 移秧勞動을 중심으로 하여, 특히 機械化가 곤란한 手動式 營農地域에서 合理的으로 이들 勞動要求度를 節減시킬 목적으로 시도되었다. 節減可能性은 作型·作物草型·施肥量과 함께 移秧密度를 調節함으로써 찾으려 의도하였으며, 우선 그 1報로서 移秧密度 變動에 따른 水稻栽培上의 勞動要求度의 變化特性和 水稻生産性의 變化特성을 調査하였기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 研究는 全南 光州市 所在의 全南大學校 農科大學의 試驗畝에서 벼品種 "密陽 23號"를 供試하여 遂

行하였다. 못자리 및 移秧에 所要되는 勞動時間要求度는 本畝 10a當 66m²(20坪)의 보은절충 못자리에서 40日間 育苗하는 과정을 통하여 산출하였다. 勞動時間은 均質度 유지를 위하여 訓練程度가 比等한 本大學 大學生 10名을 動員하여 遂行하며 調査하였다.

試驗畝의 灌水는 降雨에 의한 自然水와 圃場內의 2個所에 설치된 Pump의 한 地下水를 利用하였고, 기타의 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. 移秧密度에 따른 勞動資源의 變化

3.3m²(坪)當 標準移秧密度는 72株로서 15cm × 30cm 간격으로 하였고, 못자리 면적은 66m²(20坪)로 하였다. 이를 m²當 22.22株로 表記하였고, 이보다 密植인 m²當 47.62株, 疎植인 m²當 15.15, 11.11 및 8.33株의 處理를 두어 試驗處理로 하였다.

못자리에서의 勞動資源은 種子準備와 못자리 管理로 구분하였고, 移秧의 勞動資源은 苗準備, 苗運搬 및 移秧作業으로 區分하였다. 收穫作業의 勞動資源은 別途로 조사하였으나 기타의 本畝管理作業, 즉 施肥·물管理·防除·脫穀·調製의 勞動時間 諸源은 處理間的 差異를 期待하지 않았으므로 서울大學校 農業開發研究所의 資料¹⁷⁾를 직접 인용하였다.

이에 따른 本調査 成績은 標準栽培(m²當 22.22株)를 중심으로 볼 때, 10a當 總勞動所要量이 144時間

Table 1. Comparison of labor requirements in respective process of rice production.

(Unit: hrs/man/10a)

Density (hills/m ²)	Seed preparation (A)	Seedbed keeping (B)	Subtotal ^{a)} (A+B)	Seedling preparation (C)	Seedling transport (D)	Transplanting (E)	Subtotal ^{b)} (C+D+E)	Harvest (F)	Others ^{c)}	Subtotal ^{d)} (a+b+F)	Total ^{e)}	Index (%)
47.62	8.3	64.7	73.0	14.4	0.4	17.0	38.8	21.3	48.6	126.1	174.7	121
22.22	7.3	50.6	57.9	8.4	0.3	9.4	18.1	19.4	48.6	95.4	144.0	100
15.15	7.0	41.7	48.7	6.3	0.2	6.8	13.3	18.6	48.6	80.6	129.2	90
11.11	6.4	33.4	39.8	4.4	0.1	5.7	10.2	16.9	48.6	66.9	115.5	80
8.33	6.0	26.7	32.7	2.7	0.1	3.7	6.5	15.7	48.6	54.9	103.5	72
LSD(005)	0.42	4.28	-	3.61	0.24	0.66	-	3.02	-	-	8.69	-
CV(%)	11.32	30.68	27.99	55.99	53.00	54.25	54.93	10.60	-	29.13	29.13	-

Note : a) Total labor requirements in paddy-nursery works, b) Total labor requirements in transplanting works by hand, c) Pooled labor uses for pest-control, fertilizer application, water- and post-harvest, managements(Cited from Inst. of Agr. Develop./Seoul Nat'l. Univ.¹⁷⁾, d) Total labor requirements of rice production without the pooled labor uses, c) and e) Total labor requirements for whole processes of rice production.

Table 2. Simple and multiple-correlation coefficients between the labor requirements in respective process of rice production.

		Simple linear correlation coefficients(r)				
		Seedbed subtotal (a)	Transplanting subtotal (b)	Harvest (F)	Subtotal (a + b + F)	Grand total (e)
Multiple correlation coefficients (R)	Seedbed subtotal	—	0.980**	0.992**	0.998**	0.998**
	Transplanting subtotal	0.997**	—	0.956**	0.991**	0.991**
	Harvest	0.998**	0.994**	—	0.985**	0.985**
	Subtotal (a + b + F)	0.999**	0.999**	0.998**	—	0.999**
	Grand total	0.999**	0.999**	0.998**	0.999**	—

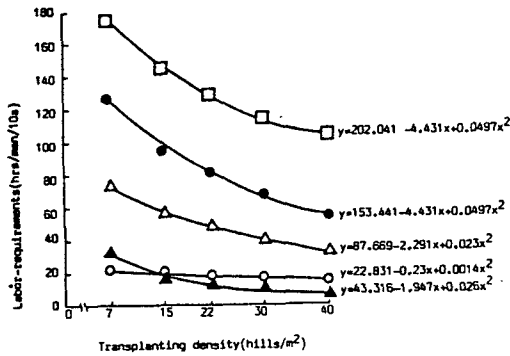


Fig. 1. Regression relations between transplanting density and labor requirements in rice production. Abbreviated letters designates the labor requirements in seedbed subtotal (△), transplanting subtotal (▲), harvest (○), △ + ▲ + ○ (●) and grand-total (□), respectively.

이었고, 못자리에서 약 58시간, 移秧에 18시간, 收穫에 19시간, 本畝管理에 49시간이 所要됨으로써 趙²⁾, 金^{7,8)}, 金⁹⁾의 報告들과 비슷한 傾向이었으나 서울대¹⁷⁾ 및 金⁵⁾의 發表와는 다소간의 차이가 인정되었다. 이와 같은 차이는 本試驗의 栽培管理 作業이 손에 의하여서만 수행되었던 데 기인된 것으로 보인다.

本試驗의 경우, 栽植密度를 m²當 47.62, 22.22, 15.15, 11.11, 8.33株로 減少시켜감에 따라서 移秧에 소요되는 勞動時間은 全體적으로 10a當 약 32時間부터 7時間 전후까지 減少하였으며, 이에 따른 못자리의 勞動所要時間도 73時間에서 33時間까지 단축되었다.

또한 移秧密度變動에 따라 勞動所要 時間의 變動幅이 컸던 作業內容은 移秧과 關聯된 作業들로서 平均變異係數(CV)가 55%에 이르고 있었으며, 못자리와 關聯된 勞動所要時間에서도 30% 내외의 變異係

數를 나타내었고, 收穫作業에 있어서도 11%의 變異程度를 보이면서 勞動要求度가 減少하고 있었다.

結果적으로 移秧密度를 m²當 48株에서 8株까지 減少시켜 감으로써 總勞動時間을 10a當 175時間에서 100時間 내외까지 단축되는 것을 알 수 있었다. 그러나 坪當 72株, 즉 m²當 22.22株를 標準으로 하여 對比할 때는 m²當 8株까지 移秧密度를 낮춤으로써 總勞動要求量의 28%를 節減할 수 있다는 結果이었다.

移秧密度를 變動시키는 데 다른 각종 作業別의 要求度 變化樣相을 單純相關 및 重相關係數로 산출하여 檢定해 본 結果(表 2), 모든 경우에서 r 值 및 R 值가 0.95 以上の 높은 水準에서 正의 有意相關이 인정되었다. 즉 而積當 移秧密度를 감소시키면 이에 따라서 못자리 管理의 所要時間은 물론 移秧 자체의 勞動所要時間과 함께 收穫作業時間까지도 밀접한 關聯하에서 節減된다는 것을 알 수 있었다.

한편, 移秧株數變動에 따른 각 作業內容別 要求時間을 2次回歸式으로 분석해 본 結果(圖 1), 논栽培에 所要되는 全體勞動要求量은 민감한 反應을 보였는데(\hat{Y}_e 과 \hat{Y}_d), 이는 收穫作業에서의 反應(\hat{Y}_f)보다 못자리 管理의 所要時間(\hat{Y}_a)과 移秧作業의 所要時間(\hat{Y}_b)의 反應에 주로 좌우된 結論임을 알 수 있었다.

2. 移秧密度에 따른 水稻 收量性的 變化

水稻의 移秧密度를 減少시키에 있어 가장 큰 制限因은 收量性的 變動이라 하겠다. 本 研究의 궁극적인 目標은 標準栽培下에서의 生産力에 有意的인 減少를 피하면서 勞動時間을 節減하기 위하여 作物의 草型과 施肥量을 變動하면서 移秧密度를 낮추는데 있다. 그러나 本報告에서는 標準栽培法에 의한 移秧密度 減少 및 이에 따른 勞動時間 所要量과 水稻 收量性的 變動特性을 一次的으로 調査하였다.

(1) 總數

密植을 함으로써 面積當穗數가 增大된다는 事實은 많은 報告들(1, 4, 6, 11, 12, 13)에 의하여 이미 알려져 있다. 本報의 結果도 유사한 傾向을 나타내었으며(圖 2), 特히 m^2 當 13.11 株까지는 민감하고 그 以上の 密度 增加에서는 다소 완만한 反應을 나타내었다. 이는 疎植化의 경우, m^2 當 13 株보다 낮아지지 않아야 함을 뜻한다고 하겠다. 그러나 株當穗數에 있어서는 m^2 當 19.11 株 미만의 疎植에서 오히려 민감하게 증가하는 傾向을 나타냄으로써, 적절한 草型의 選定과 施肥補 完策이 뒤따른다면 m^2 當 19 株보다 낮고 13 株보다는 높은 水準에서의 密度減少가 可能할 것으로 보인다.

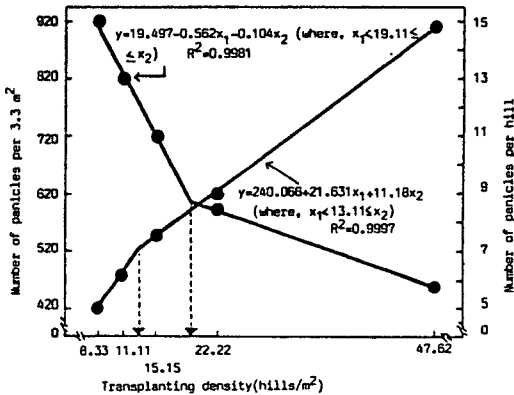


Fig. 2. Polygonal regression relations of No. panicles per hill and No. panicles per $3.3m^2$ as affected by transplanting density.

(2) 穎花數

穗當穎花數는 本報의 경우, 供試處理의 範圍內에서 密度減少에 따른 直線的 增加反應을 나타내었다. 疎植에 의하여 過度한 株當穗數의 增加에도 불구하고 穗當穎花數의 直線的 增大現象은 水稻의 잠재력이 그 이상으로 클 수 있음을 뜻하는 것으로 해석이 되며, 이 또한 疎植에 의한 面積當 穎花數의 감소(1, 6, 12, 16)를 고려한다면 前項의 穗數에서 검토하였던 移秧 密度 調節의 可能限界와 유사성이 있을 것으로 기대 된다.

(3) 登熟率 및 千粒重

李¹¹⁾는 水稻의 密植에 의한 登熟率 및 粒重의 有意的인 減少結果를 報告한 바 있다. 本 研究에서도 유사한 結果를 認定할 수 있었으며(圖 4), 特히 登熟率은 m^2 當 14.11 株 이하의 疎植에서 더욱 민감한 增大傾向을 나타내었고, 粒重은 m^2 當 11.11 株를 頂點으로 하여 最大의 粒重을 나타내었다. 이 또한, 標準栽培 條件下에서의 密度反應이기는 하지만 m^2 當

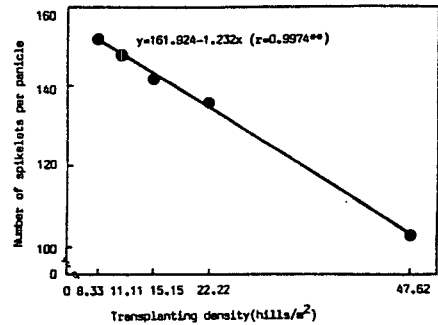


Fig. 3. Relationships between transplanting density and number of spikelets per panicle.

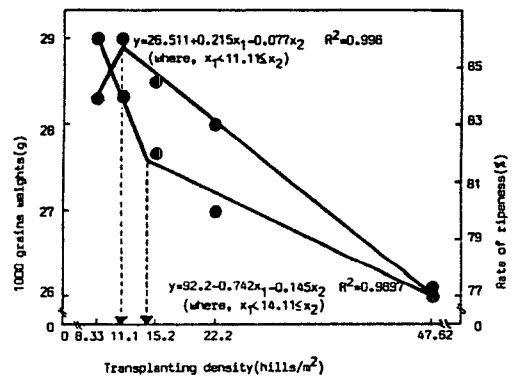


Fig. 4. Polynomial regression relations of ripeness rate (%) and 1000 grains weight (g) as affected by transplanting density.

14.11 ~ 11.11 株로 的 疎植에 의하여 登熟率과 粒重의 極大化 可能性이 있음을 나타낸 것으로 해석이 된다. 村田¹⁴⁾는 密植을 하더라도 水稻群落의 葉面積에 있어서는 有意的인 差異가 발생기더라도 同化와 呼吸의 불균형 때문에 下葉枯死와 出穗後의 無機成分 결핍에 의한 結果로 密植의 有利性이 認定되지 않는 것으로 報告한 바 있으며, 이러한 견해가 本報에서의 疎植에 의한 登熟率 및 粒重의 極大化 可能性과 맥락을 같이 하는 것으로 판단이 된다.

(4) 收量

m^2 當 19.11 株의 移秧密度, 즉 22.22 株인 標準密度보다 다소 疎植인 水準까지는 密度를 減少시키더라도 水稻 收量上의 變動이 認定되지 않았다. Hayashi¹⁵⁾는 立場을 바꾸어서, 密植을 하더라도 生育後期에 群落의 受光效率은 높아지겠지만 乾物固定效率이 減少됨으로써 增收되지는 않는다고 하였다. 그러나 本報(圖 5)에서 m^2 當 19 株 以下の 疎植에서는 收量의 減

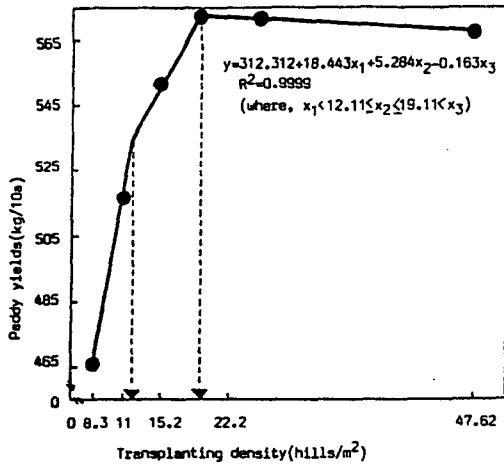


Fig. 5. Polygonal regression relations of paddy rice yields(kg/10a) as affected by transplanting density.

수가 認定되었다. 특히 m²당 12株 미만의 疎植에서는 민감한 減收가 불가피한 현상을 나타내었다.

따라서 本研究의 경우, 作業時間을 節減할 目的으로 疎植을 하더라도 一次的으로는 m²당 12株까지를 限界로 삼아야 作物收量面에서의 妥當性이 있을 것으로 判단이 되었다.

3. 勞動生産性

勞動生産性은 附加價值面에서의 資本 및 土地生産性과 함께 검토되어야 할 것이지만, 本報에서는 편의상, 單位面積當의 收量(kg/10a)을 總勞動時間(hrs/man/10a)으로 나눈 數値를 使用하여 比較하였다.

圖 6에서와 마찬가지로 本研究의 供試處理인 m²당 47.62株부터 8.33株의 移秧密度 變動에 따라 勞動生産性은 3.25~4.5kg/hr의 變異를 보였으며, 특히 m²당 19.11株와 11.11株의 두 密度水準에서 Critical point를 구할 수 있었다. 즉 疎植에 따른 勞動生産性的 增大傾向은 전반적으로 認定이 되었으며, 이러한 增大傾向은 m²당 19株부터 11株까지의 疎植에서 민감하였고, 11株 이하의 水準에서는 또 다시 완만해지는 反應이었다.

따라서 勞動生産性 자체의 향상을 위해서는 일차적으로 m²당 11株 정도까지 疎植을 하도록 목표를 설정할 필요가 있는 것으로 생각된다. 이러한 목표는 단위면적당 수량면에서 설정했던 1차 목표인 m²당 12株와도 유사성이 있는 것으로 判단이 된다.

金⁵⁾에 의하면 移秧機 使用에 의하여 移秧所要의

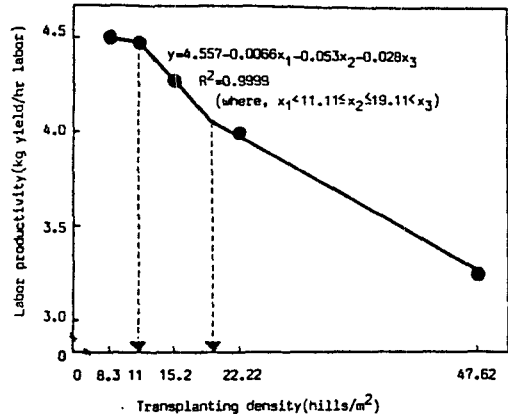


Fig. 6. Polygonal regression relations of labor-productivity(paddy yield/labor hr.: kg/hr) as affected by transplanting density.

勞動時間을 慣行의 25.5時間에서 3~5時間 節減시킬 수 있었다고 하였으나, 本研究의 경우에는 移秧密度를 慣行의 22株/m²에서 11株/m²로 減少함으로써 약 8時間을 節減시킬 수 있다는 結果였다. 특히 이는 移秧 자체의 勞力節減 뿐만 아니라 移秧所要 苗數의 節減에 따른 못자리 管理, 收穫作業의 勞動時間까지도 병행하여 節減시킬 수 있는 이른바 綜合的 省力化 效果가 있는 것으로 判단이 되었다.

또한 우리나라는 논면적 가운데 7.8%가 山間地에, 36.2%가 準山間地에 分布되어 있으며, 耕地整理面積이 29% 내외일 뿐으로서,¹⁵⁾ 대체로 이들은 機械化 營農의 可能性이 적은 상태에 있다. 따라서 이와 같이 機械化가 곤란한 논에서는 機械化效果에 필적할 만한 勞動生産性 확보의 可能性이 찾아져야만 지속적인 생산 활동을 유지시켜 갈 수 있을 것이다.

이러한 관점에서 本報가 밝힌 勞動節減의 可能性은 作物收量의 減少를 보완할 品種의 選擇과 施肥效率 增大를 前提로 하여 成立되는 것이며, 우선 作物收量과 勞動生産性的 變動特性을 중심으로 한 一次的 目標設定으로 삼았다. 追後的 適正品種(草型)과 施肥法 및 移秧密度 相互間의 作用特性에 대한 研究가 뒤따라야 할 것으로 判단된다.

摘 要

水稻品種 "密陽 23號"를 供試하여 移秧密度를 달리하면서 栽培中の 作業段階別 勞動要求度와 水稻收量性 및 勞動生産性的 變動特性을 調査하였다.

勞動要求時間 자체는 標準密度(22.22株/m²)에서 10a當 144時間을 所要하였으나 m²當 密度를 15.15, 11.11, 8.33株로 減少시킴에 따라 각각 129, 116, 104時間으로 줄어들었다. 따라서 標準에 對比하여 각각 10, 20, 28%의 時間節減이 되었으며, 移秧作業 자체만의 時間에서는 각각 28, 39, 61%의 節減이 可能하였다.

水稻收量性에 있어서는 疎植에 따른 收量低下를 減少化하고, 補完效果의 最大化를 前提로 하여 m²當 12株까지의 一次的인 密度減少의 限界目標을 設定할 수 있었다.

勞動生産性에 있어서는 m²當 11株까지의 疎植化로 生産性 向上을 極大化할 수 있을 것으로 判斷되었으며, 이들의 綜合的 結論을 위하여 品種·施肥 및 密度間의 相互作用 特性에 대한 追後的 研究가 요구되는 것으로 판단되었다.

引用 文 獻

1. Akamatsu Seiichi. 1968. Studies of direct-sowing culture by broadcasting seeds on a submerged paddy field. VI. Effects of seeding density and amounts of top-dressing on the yield of rice and it's components. Jap. J. Crop Sci. 37 : 21 - 24.
2. 趙民新. 1970. 水稻 集團栽培의 技術體系에 관한 研究. 韓作誌 8 : 129 - 178.
3. Hayashi, K. 1966. Efficiencies of solar energy conversion in rice varieties as affected by planting density. Jap. J. Crop Sci. 35 : 205 - 211.
4. 金達壽. 1966. 南部地方에 있어서 水稻晚期栽培의 栽植密度에 대하여. 農振廳 農試研報 10 : 59 - 63.
5. 金東輝. 1980. 經營規模 및 勞動力. 米穀增産의 意義와 課題. '80年度 農業科學심포지움 53 - 64.
6. 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. Sci. 24 - 2 : 57 - 63.
7. 金敬洙. 1975. 作付體系와 作業技術, 作付體系改善研究協議會資料/農村振興廳·作物改良研究事業所. 91 - 96.
8. _____. 1977. 水稻作 機械化作業體系. 營農機械化促進심포지움/農村振興廳. 87 - 108.
9. 金聲來. 1980. 農業의 機械化. 米穀增産의 意義와 課題. '80年度 農業科學심포지움 53 - 64 p.
10. 李重雄·李斗淳. 1979. 畝作 經營改善에 관한 研究. 韓國水稻作의 現況과 經營上의 諸問題. 韓國農村經濟研究院. 研究報告 8 : 144.
11. 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.
12. 李殷雄·貝滋玉. 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.
13. Lee, Y. M. and E. W. Lee. 1976. Yield and yield components from planting density experimental data of paddy rice. Seoul Univ. Bull./Agric. Coll. 1 - 2 : 1 - 19.
14. 村田吉男. 1975. 作物의 光合成と生態. 作物生産의 理論と應用. 農漁文協 276 : 169 - 191.
15. Noh, C. S., J. O. Guh and S. M. Huh. 1983. Interpretation of labor-saving feasibilities in transplanting of two paddy rice cultivars by controlling of planting densities and fertilization levels. Theses of Suncheon Nat'l. Coll. 2 : 53 - 67.
16. 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.
17. 서울大 農業開發研究所. 1976. 韓國農業機械化의 促進對策에 관한 研究. 農業機械化 調查研究. 383 p.