

南部地方에 있어서 水稻收量構成要素 및 收量解析

第 3 報 栽植密度에 따른 主要形質 및 收量の 變異

金 容 在*

Analytical Studies on the Rice Yield Components and Yield in South Region of Korea

III. Variation in the Rice Yield Component and Yield under the Different Planting Density

Yong Jae Kim*

ABSTRACT

This study was conducted to establish the fundamental of cultivation system in southern warm region of Korea by investigation of variation of yield component and yield under the different planting density, and that was 50, 70 90 and 110 hills per 3.3m².

In variations of thickness of culm under the different planting densities there were more thick as decrease in density, and there were fine culm in May 20 transplanting.

In Seokwang, the optimum planting density was 90 hills/3.3m² in May 20 and June 5 transplanting, but in June 20 and July 5, it was 110 hills/3.3m², then in Dongjin, the maximum grain yield was obtained on 90 hills/3.3m² in May 20, June 5, June 20 transplanting, but in July 5 transplanting the highest yield was obtained in the plot of density 110 hills/3.3m².

The rate of ripened grains was higher in the high density than that of low density on the late season culture.

The degeneration of primary, secondary branches and spikelets was decreased with increase in planting density, and there was more significant tendency in Seokwang than in Dongjin.

The no. of panicles per m² was increased linearly with increase in planting density, and the variation of no. of panicles per m² according to transplanting periods was greater in Seokwang than in Dongjin.

緒 言

耕地面積이 좁은 우리나라에서는 限定된 耕地面積에서의 增産은 곧 單位面積當 收量增大를 意味하는 것으로서 여기에는 品種의 優秀性은 勿論, 改善된 綜合栽培技術이나 耕地의 高度利用을 爲한 多樣한

作付體系의 方法 등이 必要할 것이다.

특히 우리나라의 畝總面積의 1/5 을 차지하고 있는 全南地方에서 水稻의 增收栽培를 위한 基礎理論體系의 確立은 最近의 新育成品種의 導入과 아울러 새롭게 擡頭되고 있는 重要한 課題라고 생각된다.

水稻에 있어서 栽植密度는 1 株苗數와 單位面積當 株數로 決定되는데 그 地方의 氣候, 土壤, 施肥量, 品

* 全南大學校 農科大學(Coll. of Agri., Chonnam Nat'l Univ., Kwangju 500, Korea.) <1986. 2. 19 接授>

1) 本 論文은 文敎部 學術研究造成費에 의해 研究되었음.

種, 移秧時期, 苗의 素質, 移秧努力 등에 따라 달라 지지만 一般的으로 土壤이 肥沃하고 多肥條件, 暖地, 早植, 多蘖性品種 등을 심은 경우는 密植의 效果가 적거나 때로는 疎植하는 것이 유리하다.^{2, 5, 8, 14, 15, 16, 19, 26)} 또한 李¹²⁾는 各 移秧期別로 栽植密度를 높임에 따라 穗數는 增加되었으나 一穗穎花數는 減少되어 收量은 穗數에 크게 영향을 받게 된다고 하였으며 이미 많은 보고들^{1, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 13, 17, 18, 20, 24, 25)}에서 多毛作地帶에서 前作物의 收穫期遲延으로 移秧이 늦어지게 되는 경우 栽植密度를 높이는 것이 效果의임을 指摘하고 있다.

본 試驗에서는 南部 畚多毛作地帶에서 各 移秧時期別로 單位面積當 栽植株數를 달리 하였을 때 이 栽植密度가 收量構成要素에 어떻게 影響을 미치며 궁극적으로 收量을 決定하는가를 調査하여 몇가지 結論을 얻었기에 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

본 試驗은 1982년부터 1983년까지 2個年에 걸쳐서 全南大學校 農科大學 實驗園場(光州市 龍鳳洞)에서 遂行되었으며 品種은 統一系品種 曙光벼와 一般系品種 東津벼를 供試하였고 育苗는 機械移秧 散播中苗(35日苗)를 基準으로 하였고 移秧期를 5月 20日, 6月 5日, 6月 20日, 7月 5日의 15日간격 4시기로 하고 栽植密度는 3.3m²當 50, 70, 90, 110株로 하였으며 株當本數는 3本으로 하였다.

施肥量은 窒素를 10a當 15kg, 磷酸 12kg, 加里는 10kg으로 하였고 이중 磷酸은 移秧時 全量 基肥, 加里는 基肥 60%, 穗肥 40%로 2회 分施하였으며, 窒素는 6月 5日 移秧期까지는 基肥:分蘖肥:穗肥:實肥의 比率를 各各 40, 30, 20, 10%로 하여 4회 分施하였고, 6月 20日 以後의 移秧에 있어서는 基肥:分蘖肥:穗肥를 各各 50, 30, 20%로 3회 分施하였으며 各 處理 共히 完熟堆肥를 10a當 1,000kg씩 全面撒布하였다.

生育調査는 第1報¹¹⁾와 同一하게 실시하였다.

結果 및 考察

1. 줄기의 굵기

栽植密度에 따른 稈의 굵기의 變異를 보면 表 1과 같이 密植條件에서보다 疎植條件에서 稈의 굵기가 較고 時期別로는 早期 移秧區인 5月 20日 移秧

Table 1. Variations of thickness of culm under the different transplanting dates and densities in two rice varieties. (unit : mm)

Variety	Trans-planting	Density(hill/3.3m ²)			
		50	70	90	110
Seokwang	5.20	6.03	5.75	5.74	5.53
	6.5	7.30	6.77	6.74	6.06
	6.20	7.16	6.57	6.20	5.78
	7.5	7.39	7.10	6.38	6.31
Dongjin	5.20	6.69	5.41	5.18	4.93
	6.5	6.15	5.98	5.93	5.78
	6.20	6.92	6.75	6.45	6.16
	7.5	7.86	7.67	6.46	6.21

區가 細稈이었으며, 高溫期에 移秧된 7月 5日 移秧區에서 稈의 굵기가 큰 傾向을 보였는데 이는 晚植할수록 分蘖數가 적어지는데서 起因하는 것으로 생각된다.

2. 1, 2次 枝梗 및 穎花數의 變異

栽植密度에 따른 1, 2次 枝梗 및 穎花數의 變異를 보면 表 2에서와 같이 曙光벼에서는 密植區보다는 疎植區에서 1次 枝梗이나 2次 枝梗 및 穎花의 分化가 많았고 退化의 경향도 뚜렷하여 和田等^{21, 22, 23)}의 報告와 一致하였으나, 東津벼에서는 分化는 曙光벼와 비슷한 경향을 보였지만 退化는 密度間 差異가 뚜렷하지 않았다.

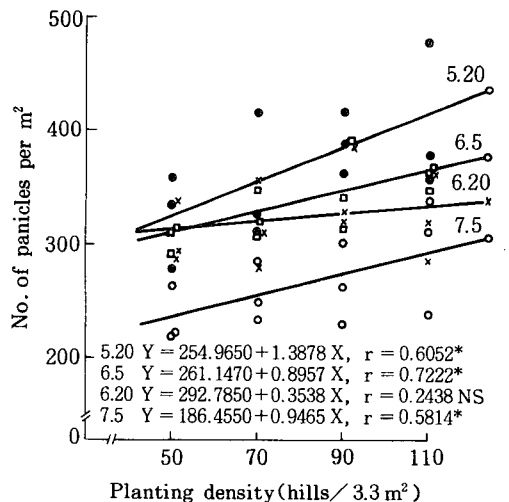


Fig. 1. Relationship between planting densities and no. of panicles per m² under the different transplanting dates in Seokwang.

Table 2. Differentiations and degenerations of 1st, 2nd branches and spikelets per panicle under the different densities.

Variety	Density (hill/3.3m ²)	1st branch			2nd branch			spikelet		
		T	D	P	T	D	P	T	D	P
Seokwang	50	8.62	0.04	8.58	35.69	2.59	33.10	125.71	0.73	124.98
	70	8.37	0.03	8.34	32.72	2.37	30.35	116.31	0.50	115.81
	90	8.30	0.03	8.27	38.58	2.31	36.27	114.27	0.41	113.86
	110	8.04	0.01	8.03	31.00	1.94	29.06	110.47	0.38	110.09
Dongjin	50	9.28	0.08	9.20	27.55	2.50	25.05	95.72	0.13	95.59
	70	9.07	0.14	8.93	25.36	2.72	22.64	89.00	0.17	88.83
	90	9.01	0.12	8.89	24.82	3.15	21.67	84.83	0.12	84.71
	110	9.10	0.18	8.92	23.22	2.82	20.40	81.55	0.12	81.43

T=No. of total differentiation. D=No. of degeneration. P=No. of present.

3. 穗數의 變異

栽植密度에 對한 移秧期別 穗數의 變異를 보면 그림 1, 2에서와 같이 曙光벼, 東津벼 共히 栽植密度的 增加에 따라 m²當 穗數가 直線的으로 增加하여 金等^{9,12)}의 報告와 一致하였고 移秧期別로는 5月 20日, 6月 5日, 6月 20日, 7月 5日 移秧期의 順으로 移秧期가 빠를수록 穗數가 增加하는 傾向을 보였고, 移秧期의 早晚에 따른 穗數增加의 變異幅을 보면 曙光벼에서는 5月 20日區와 6月 5日區, 그리고 6月 20日區와 7月 5日 移秧區間에 뚜렷한 差異를 나타내고 있어 早植과 晚植에서 매우 민감한 反應을 보였다. 東津벼에 있어서는 5月 20日, 6月 5日, 6月 20日 移秧區間에는 그 差가 적었으나 7月 5日 移秧區만이 6月 20日 移秧區에 比하여 顯著

한 差異를 보였다.

4. 穎花數의 變異

栽植密度에 따른 穎花數의 變異를 보면 그림 3과 그림 4에서 보는 바와 같이 密植함에 따라 一穗穎花數는 거의 直線的으로 감소되고 m²當 穎花數는 直線的으로 增加되었으나, 本 試驗에서 特異하게 나타난 것은 3.3m²當 株數를 110株로 하였을 때 一穗穎花數가 많아지는 傾向을 보였는데 이는 일반적으로 分蘖稈보다 主稈에 着生한 穗가 더 充實하여 穎花數가 많은 傾向을 보이는데 密植할수록 分蘖이 적어지고 어느 수준 이상의 過密植에서는 특히 分蘖이 억제되어 主稈에만 대부분 穗가 着生하기 때문에 보통 密度보다 主稈에 달린 穗의 比率이 높고 따

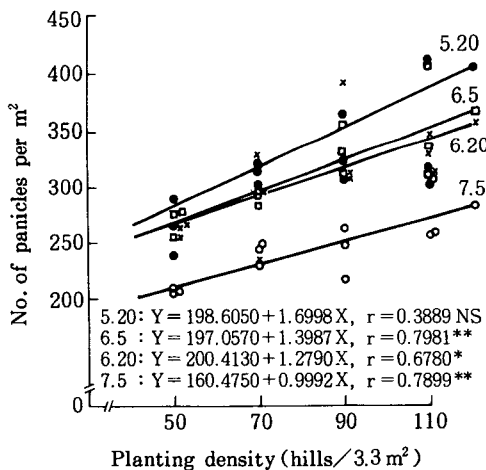


Fig. 2. Relationship between planting densities and no. of panicles per m² under the different transplanting dates in Dongjin.

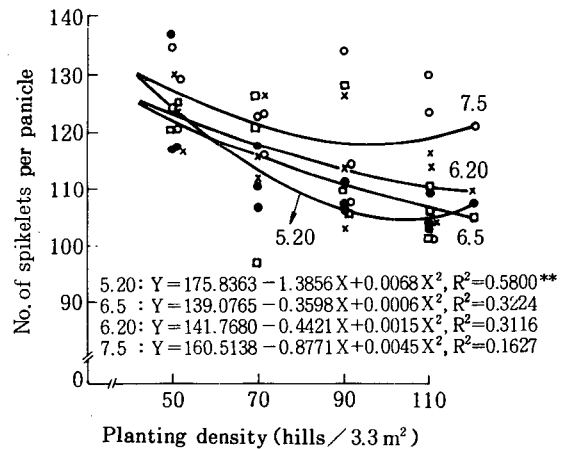


Fig. 3. Relationship between planting densities and no. of spikelets per panicle under the different transplanting dates in Seokwang.

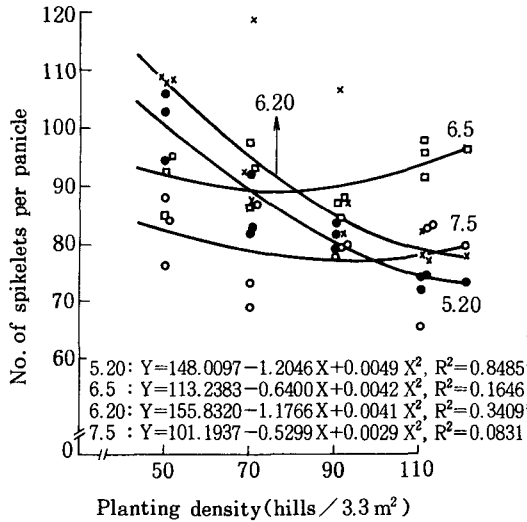


Fig. 4. Relationship between planting densities and no. of spikelets per panicle under the different transplanting dates in Dongjin.

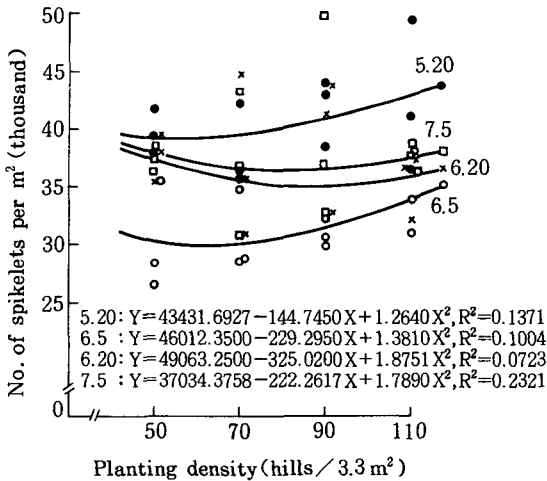


Fig. 5. Relationship between planting densities and no. of spikelets per m² under the different transplanting dates in Seokwang.

라서 一穗穎花數가 많아진 것으로 생각된다.

이와 같은 경향은 曙光벼나 東津벼에서 같이 나타나고, m²當 穎花數는 曙光벼(그림 5), 東津벼(그림 6) 두 품종 모두 m²當 穗數에서와 같이 密度가 증가함에 따라 m²當 穎花數도 증가하였으나 移秧期에 따른 경향은 뚜렷하지 않았으며 金等⁹⁾의 栽植密度의 증가에 따라 m²當 穗數와 m²當 穎花數 間에는

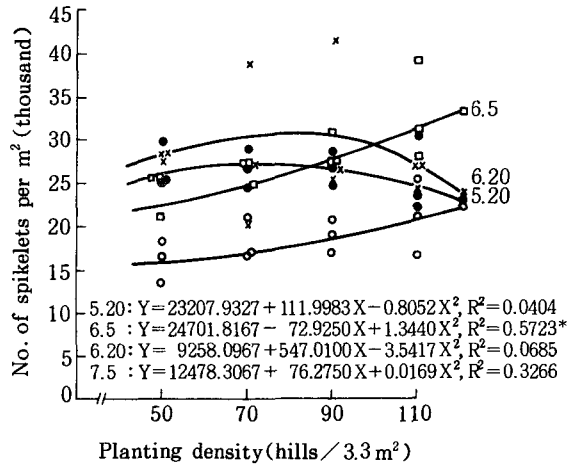


Fig. 6. Relationship between planting densities and no. of spikelets per m² under the different transplanting dates in Dongjin.

高度의 正相關이 있다는 報告와는 相反되는 결과를 보였다.

5. 登熟率의 變異

栽植密度에 따른 登熟率의 變異는 크지는 않았지만 曙光벼에서는 그림 7에서 나타난 바와 같이 栽植密度가 3.3 m²當 50 株에서 90 株까지 높아짐에 따라 登熟率의 差異는 크지 않고 다만 110 株의 密植區에서 登熟率이 多少 높아진 경향을 보였는데 이는 一穗穎花數의 變異에서言及한 바와 같이 密植條件에서는 分蘖이 적어지고 主稈에 着生한 穗의 비

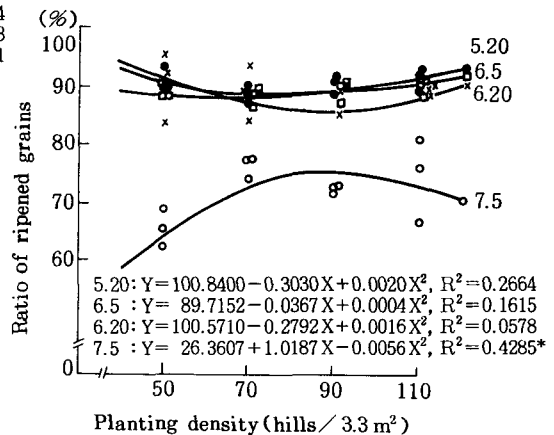


Fig. 7. Relationship between planting densities and ratio of ripened grains under the different transplanting dates in Seokwang.

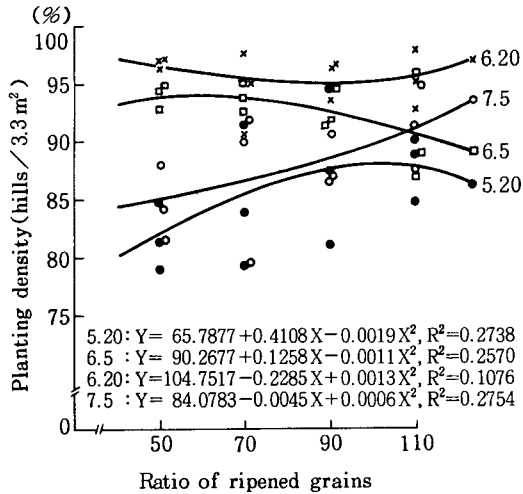


Fig. 8. Relationship between planting densities and ratio of ripened grains under the different transplanting dates in Dongjin.

률이 높아져서 여기에서 발생한穎花가 약소蘖子에서 형성된穎花보다充實하였기 때문이라고 생각된다.

그러나 7월 5일 移秧의 晩植區에서는 3.3 m² 당 90株까지 栽植密度를 높힘에 따라 登熟率이 높아졌는데 이는 高温期에 移秧함으로써 疎植에서는 過多한 弱小蘖子가 發生하고 또 이 弱小蘖子에 늦게까지 形成된 穎花로 인한 未熟粒 等の 影響때문인 것으로 생각되었다.

한편 東津벼에서는 그림 8에서와 같이 5월 20일의 早植區와 7월 5일의 晩植區에서는 密植함에 따라 登熟率이 약간 높아지는 경향을 보였고, 6월 5일과 6월 20일 移秧區에서는 密度間 登熟率의 差異가 거의 없는 樣相을 보이고 있어 2 가지 相異한 樣相을 보이고 있었다.

6. 收量變異

栽植密度別 收量의 變異를 보면 曙光벼는 그림 9에서와 같이 早植區인 5월 20일 移秧區에서는 3.3 m² 당 90株에서 最大收量을 보였는데 이는 早植에 따른 生育期間의 擴大에 따라 有効穗數를 最大로 確保할 수 있는 密度가 90株까지 可能하기 때문이라고 생각되며, 6월 20일 및 7월 5일 移秧의 晩植區에서는 110株까지 密植할수록 收量이 增大되어 晩植에서 密植의 效果가 뚜렷하게 나타났다. 그러나 東津벼는 그림 10에서와 같이 5월 20일, 6월 5일,

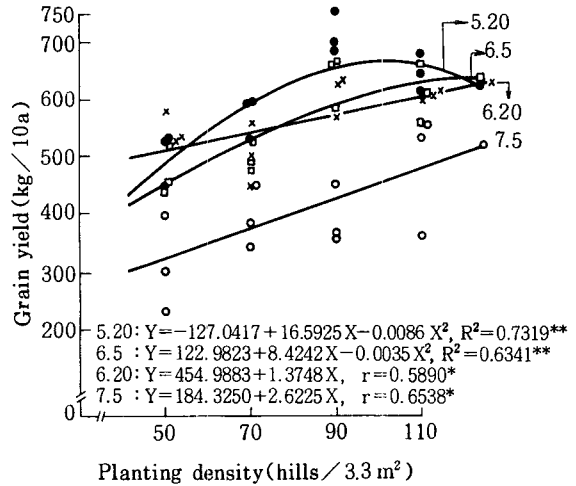


Fig. 9. Relationship between planting densities and grain yield under the different transplanting dates in Seokwang.

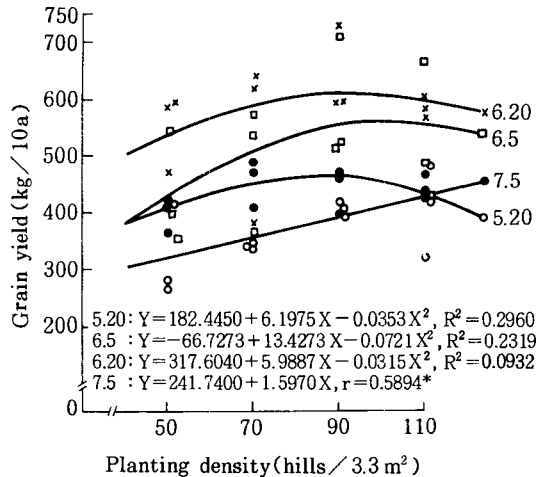


Fig. 10. Relationship between planting densities and grain yield under the different transplanting dates in Dongjin.

6월 20일 移秧區에서는 3.3 m² 당 90株까지는 密植할수록 收量이 增大되었으나 그 以上の 密植에서는 오히려 收量이 減少하였다. 다만 7월 5일 移秧의 晩植區에서만 栽植密度를 높힘에 따라 收量이 直線的으로 증가하여 東津벼에서도 역시 晩植에서 密植의 效果가 뚜렷하게 나타났다.

摘 要

南部 暖地 多毛作地帶의 稻作 增收栽培의 基礎資

Table 3. Variation of yield components and yield characteristics under the different planting densities in Seokwang.

Trans-planting	Density (hills/3.3m ²)	Culm length	Panicle length	No. of panicles/m ²	No. of spikelets/m ²	Percentage of ripened grains	Weight of 1000 grains(g)	kg/10a			
								Dry weight of straw	Weight of rough rice	Weight of brown rice	Yield index
5.20	50	75.4	24.0	323.2	39792	90.0	22.4	689.0	644.2	501.0	100
	70	76.1	24.9	350.1	38261	88.8	22.3	736.4	716.4	572.4	114
	90	76.3	24.3	387.3	41915	90.5	22.3	835.6	886.6	710.4	142
	110	76.2	23.7	403.4	42406	91.5	22.1	739.0	794.2	644.1	129
6.5	50	81.3	24.5	304.5	37503	89.0	22.0	626.5	608.5	470.0	94
	70	80.1	24.7	323.6	37162	88.4	22.1	739.9	624.2	495.6	99
	90	78.4	23.7	346.4	39864	90.0	22.0	727.3	793.6	638.0	127
	110	78.9	23.8	356.7	37681	90.0	21.9	732.5	755.0	607.0	121
6.20	50	82.0	25.0	306.1	37674	90.5	22.1	673.5	697.3	546.3	109
	70	80.6	24.4	314.7	37281	89.0	22.2	678.2	645.9	502.6	100
	90	81.7	24.7	343.6	39337	88.2	22.0	741.6	773.2	608.2	121
	110	81.6	23.6	320.0	35471	89.3	21.7	789.8	753.5	602.8	120
7.5	50	53.2	23.3	234.8	30203	65.3	21.2	535.0	419.5	309.0	62
	70	58.7	22.9	255.2	30813	76.4	21.4	540.4	556.0	392.0	78
	90	58.8	22.9	263.6	30950	72.5	21.5	560.7	533.6	391.5	78
	110	58.9	22.6	295.1	34422	74.5	21.7	649.0	643.4	484.0	97

Table 4. Variations of yield components and yield characteristics under the different planting densities in Dongjin.

Trans-planting	Density (hills/3.3m ²)	Culm length	Panicle length	No. of panicles/m ²	No. of spikelets/m ²	Percentage of ripened grains	Weight of 1000 grains(g)	kg/10a			
								Dry weight of straw	Weight of rough rice	Weight of brown rice	Yield index
5.20	50	81.7	21.1	264.7	26689	81.6	21.2	554.0	502.9	400.0	110
	70	83.6	20.5	312.1	26701	84.9	22.0	636.3	560.4	455.7	114
	90	80.8	21.0	329.4	26807	87.7	21.7	577.8	542.9	441.9	111
	110	78.2	20.0	342.2	25531	87.9	21.6	649.0	535.7	441.1	110
6.5	50	86.5	20.6	268.7	24290	93.9	22.7	737.5	525.2	432.3	108
	70	85.5	20.2	288.5	26559	93.8	23.0	924.7	603.8	494.9	124
	90	84.0	20.3	330.9	28649	92.5	23.1	867.6	707.4	581.8	146
	110	84.2	20.2	347.8	33068	90.5	23.2	648.9	635.9	528.3	132
6.20	50	87.7	21.1	260.9	28223	96.8	23.1	608.0	661.0	550.0	138
	70	86.6	20.8	285.2	28787	94.3	23.0	707.0	636.8	546.7	137
	90	89.1	20.7	335.5	31209	95.4	23.2	685.0	748.7	637.2	159
	110	86.1	20.3	329.4	26106	95.1	23.4	700.7	702.8	583.5	146
7.5	50	64.5	21.3	204.9	16182	84.9	22.5	379.5	394.0	322.0	81
	70	65.4	20.1	240.4	18359	87.1	22.4	466.9	425.4	342.2	86
	90	65.0	20.9	240.9	19022	88.0	22.2	512.1	490.5	406.9	102
	110	64.0	20.6	273.4	21251	91.2	22.4	596.2	486.7	406.9	102

료를 얻고자栽植密度를 3.3m²당 50, 70, 90, 110株로 하고 移秧時期를 5月 20日부터 7月 5日까지 15日 간격, 4時期로 하여 收量形質의 變異 및 收量을 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 줄기의 굵기는 密植보다 疎植에서 컸고 移秧期가 빠를수록 가늘었다.

2. 移秧期 移動에 따른 適正 栽植密度는 曙光벼의 경우 5月 20日 및 6月 5日 移秧區에서는 3.3m²당

90株였으며 晩植區인 6月 20日 및 7月 5日 移秧에서는 110株였고 東津벼는 5月 20日, 6月 5日, 6月 20日 移秧까지 90株였으며 7月 5日 移秧에서는 110株였다.

3. 登熟率은 栽植密度增加에 따른 變異가 크지 않았으나 다만 晩植에서 그 效果가 인정되었다.

4. 栽植密度에 따른 1, 2次 枝梗 및 穎花의 退化는 密植할수록 적어지며 曙光벼가 東津벼보다 뚜렷한 경향을 보였다.

5. 單位面積當 穗數는 栽植密度 增加에 따라 직선적인 증가현상을 보였고 移秧期의 早晚에 따른 變異幅은 東津벼보다 曙光벼에서 더 컸다.

引用文獻

1. 神田巳季男・柿崎洋生. 1958. 水稻の栽植密度に關する研究. 第3報. 栽植樣式と栽植密度の相互關連性について(2). 日本作物學會紀事 27(2): 177~181.
2. Chamura, S. and M. Honma. 1973. Injury of low temperature to transplanted young seedlings of rice plant. Niiyata. Agric. Sci. 25: 1-9.
3. 崔善英・柳點鎬・黃鍾奎. 1979. 水稻新品種의 栽植密度에 따른 生長解析에 관한 研究. 전북대 농대 논문집 10: 30~37.
4. 江戸義治. 1967. 水稻の品種と栽植密度. 農業及園藝 42(5): 761~764.
5. Hasegawa, H. 1959. Leaf emergence rate and soil temperature in rice plant. Agric. Hort. 34: 1795-1798.
6. 林健一. 1966. 水稻品種の光利用効率と栽植密度との關係(英文). 日本作物學會紀事 35(3, 4): 205~211.
7. 堀江正樹・山村巖・細山利雄. 1969. 作物の諸特性についての統計學的解析. 第6報. 栽植密度條件一定のもとで, いくつかの窒素施用水準で栽培された水稻品種をまとめて解析したときの形態的總合特性の品種間差異. 日本作物學會紀事 38(4): 675~680.
8. Kakizaki, Y. 1965. Studies on tillering of rice plant. Part 1. Relation between spacing density and tillering. Bull. Inst. Agric. Res. Tohoku Univ. 16: 87~104.
9. 金仁培・李主烈. 1979. 水稻 晩植栽培에 있어서 栽植密度가 收量構成要素 및 收量이 미치는 影響. 韓國作物學會誌 24(2): 57~63.
10. 金達壽・安壽奉・許輝・盧承杓. 1967. 南部地方에 있어서 水稻晩期栽培 體係確立에 關한 研究. I. 水稻晩期栽培 栽植密度에 對하여. II. 水稻晩期栽培 苗莖日數에 對하여. III. 適播晩植과 晩播晩植에 對하여. 農事試驗研究報告 10(1): 59~74.
11. 金容在・金奎眞. 1984. 南部地方에 있어서 水稻收量構成要素 및 收量解析. I. 栽培時期에 따른 主要形質 및 收量의 變異. 韓作誌 29(3): 209~217.
12. 李榮萬・李殷雄. 1976. 水稻의 栽植密度 差異로 因한 收量構成要素의 變異와 收量과의 關係. 서울대 농학 연구 1(2): 1~19.
13. 松尾孝嶺・角田重三郎. 1953. 草型を異にする 稻品種の硫安施用並びに 栽植密度に對する反應. 日本作物學會記事 19(1~2): 94~98.
14. Matsushima, S., T. Tanaka and T. Hoshino. 1964. Analysis of yield determining process and its application to yield-prediction and culture improvement of lowland rice. LXXXI. Combined effects of air-temperature and water-temperatures at different stages of growth on the growth and morphological characteristics of rice plants. Proc. Crop Sci. Jpn. 33: 135~140.
15. Nagai, T. and E. Matsushita. 1963. Physiological characteristics in root of rice plant grown under different soil temperature conditions. 1. Their ecological characteristics. Proc. Crop Sci. Soc. Jpn. 35: 385~388.
16. Oka, H. 1955. Tillering and elongation rates, culm length and other characters in rice varieties in response to temperature, physiogenetic differentiation of cultivated rice. Jpn. J. Breed. 4: 213~221.
17. 佐藤庚・金鍾萬. 1980. 水稻個體群における環境と個葉の生産・消費活動との關係. 第4報. 栽植密度と施肥量を異にする個體群内個葉の葉位別. 時期別の光合成および呼吸の變化. 日本作物學會記事 49(2): 263~269.
18. 佐藤孝・清水清隆. 1958. 栽植密度가水稻の分

- 葉構成に及ぼす影響. 日本作物學會記事 27(2) : 179~181.
19. Takahashi, J., M. Yanagisawa, M. Kono, F. Yaza and T. Yoshida. 1955. Studies on nutrient absorption by Crops. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. B. 4 : 1~83.
20. 武田友四郎・廣田修. 1971. 水稻の栽植密度と子實收量との關係. 日本作物學會記事 40(3) : 381~385.
21. 和田源七・松島省三. 1962. 水稻收量成立原理とその應用に關する作物學的研究. LXI. 穂揃期窒素追肥の研究. 日本作物學會記事 31(1) : 15~18.
22. _____・_____・松崎昭夫. 1968. 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85報. 穎花數の成立内容と登熟歩合との關係. 日本作物學會記事 37(2) : 195~199.
23. _____・_____・_____. 1968. 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86報. 穎花數の成立内容におよぼす窒素の影響. 日本作物學會記事 37(3) : 417~423.
24. 山田登・太田保夫・中村拓. 1961. 栽植密度が水稻の生育相に及ぼす影響(英文). 日本作物學會記事 29(3) : 329~333.
25. _____. 1961. 水稻の栽植密度と收量について (1). 農業及園藝 36(1) : 13~18.
26. Yoshida, S. 1973. Effects of temperature on growth of rice plant (*Oriza Sativa* L.) in a controlled environment. Soil Sci. Plant Nutr. : 299~310.