

水稻의 穎花數成立과 收量에 미치는 氣象環境의 影響에 관한 研究

III. 栽培時期 移動에 따른 穎花數 變化

安 壽 奉*·李 鍾 喆**

The Climatic Influence on Spikelet Formation and Yield of Lowland Rice

III. Control of Number of Spikelets by Changing Transplanting Date

Su Bong Ahn* and Jong Chul Lee**

ABSTRACT

In order to find out the possibility of increasing the number of spikelets by changing transplanting date, this study was conducted at Suwon, Yuseong and Jinju in 1979 and 1980. Climatic consumption effect was different depending on location, year, and variety. Number of spikelets can be increased by changing transplanting date due to the decrease of climatic consumption index (C C I) during the reproductive stage. Transplanting date for higher yield and number of spikelets of Tongil was May 25 at Suwon, from May 25 to June 5 at Yuseong and June 5 at Jinju, and in the japonica, it was slightly earlier than that of Tongil in each location. Increasing the number of spikelets and grain yield by the effect of decrease in C C C during the reproductive stage should be considered the percentage of ripened grains.

緒 言

水稻의 收量은 一次的으로 登熟의 良否에 依해 決定된다⁵⁾고 보면 穎花는 水稻 生育過程의 前期에 이루어지는 期待收量의 受容器官인 Sink로서 收量形成의 決定的 要因이 된다. 穎花數 確保를 위하여는 肥料 增施, 密植 等の 栽培法이 効果的임이 認定되고 있으나 이들 條件은 倒伏과 病虫害를 誘發시켜 收量을 減少시키기 쉽고, 同一 品種內에서도 土壤의 肥沃度 및 栽培技術 以外에도 氣象條件에 依하여 穎花數가 크게 左右^{6,7)}되기 때문에 好適한 氣象條件下에서

分蘖 및 穎花가 形成될 수 있도록 栽培時期를 調節할 必要가 있다. 우리나라에서도 作期決定에 關한 研究報告^{2,3,4)}는 많으나 이들의 報告는 登熟溫度를 中心으로 한 作期決定이었을 뿐 穎花數 確保를 고려한 作期決定 報告는 아직 찾아 볼 수 없다.

筆者들은 이와 같은 觀點에서 1979년부터 1980年 年까지 2箇年에 걸쳐 水原, 儒城, 晉州에서 生育時期 移動에 依한 穎花數 및 收量調節試驗을 遂行하였던 바 그 結果를 報告하는 바이다.

本 研究 遂行上에 많은 便宜提供과 協助를 하여주신 作物試驗場 水稻栽培研究擔當官室, 忠淸南道 및 慶尙南道 農村振興院 作物科 先輩 同僚 여러분께 衷

* 忠南大學校 農科大學(College of Agriculture, Chungnam National University) (1984. 9. 10. 接受)

** 韓國人蔘煙草研究所(Korea Ginseng & Tobacco Research Institute)

心으로 感射를 드립니다.

材料 및 方法

1979년에 作物試驗場(水原), 忠南農村振興院(儒城), 慶南農村振興院(晉州) 試驗畝에서 各 試驗地에서 몇 개의 栽培時期를 두어 實施하였으며, 供試品種 및 栽培方法은 表 1과 같다. 區當面積은 40m² 이고

試驗區 配置는 split-block-design 3 反復으로 하였다.

枝梗 및 穎花數 調査는 生育中 庸株 5 株를 對象으로 하였고 그 외는 그 地域의 慣行에 準하였다. 1980년에는 1979년에 비해 低温寡照의 해였기 때문에 水原과 晉州에서 實施한 1979년과 同一한 栽培時期 試驗成績을 利用하여 穎花數 및 收量에 미치는 影響의 年差間 變異를 分析하였다. 氣象消耗指數 計算은 前

Table 1. Cultural methods of rice in each location.

Location	Variety	Transplanting date	Planting density(cm)	Fertilization (kg/10 a) (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)
Suweon	Suweon 258	May 11, May 25	30×15	Tongil type 16-8-9
	Jinheung	June 10, June 25		Japonica type 8-8-9
Yuseong	Tongil Milyang 15	May 15, May 25	30×15	T=15-8-9
		June 5, June 15		J=9-8-9
		June 25		
Jinju	Tongil Milyang 15	June 5, June 20	30×15	T=15-6-8
		July 5		J=15-6-8

報¹⁾와 같았다.

試驗 結果

가. 氣溫과 日射量의 變化

移秧期를 移動시키므로서 統一系品種의 生育時期別 平均 氣溫과 日射量 및 氣象消耗指數의 變化를 表 2에서 살펴보면 水原에서는 移秧期가 늦어짐에 따

라 分蘗期에는 日平均 氣溫이 올라가는 反面 日平均 日射量이 적어지고 따라서 氣象消耗指數는 增大하고 있고 生殖生長期에는 氣溫은 別差異가 없고 日射量은 晚植時에 조금 많아져 氣象消耗指數는 적어지고 있다. 登熟期에는 晚植에 따라 日平均 氣溫이 急激히 떨어지고 日射量은 적어지므로 氣象消耗指數는 떨어지고 있다.

儒城에서는 分蘗期에는 晚植에 比例하여 氣象은 上

Table 2. Climatic conditions during each growing stages of Tongil type rice plant under different transplanting dates, 1979.

Location	Trans-planting dates	Tillering stage			Reproductive stage			Ripening stage		
		Temp. (°C)	Solar radiation (cal/cm ² (10 ⁻³)/day)	CCI*	Temp. (°C)	Solar radiation (cal/cm ² (10 ⁻³)/day)	CCI*	Temp. (°C)	Solar radiation (cal/cm ² (10 ⁻³)/day)	CCI*
Suwon	May 11	20.0	401	5.2	25.0	328	9.2	24.3	348	8.2
	May 25	21.8	364	6.6	25.6	328	9.6	23.7	370	7.4
	Jun. 10	22.7	370	6.9	25.9	340	9.5	22.6	349	7.3
	Jun. 25	24.0	344	8.2	24.5	350	8.3	19.2	324	6.1
Yuseong	May 15	20.9	365	6.2	25.1	320	9.5	24.2	343	8.3
	May 25	22.0	354	6.8	25.3	325	9.5	24.2	241	8.3
	Jun. 5	22.9	340	7.6	25.8	350	9.2	23.4	348	7.7
	Jun. 15	23.9	361	7.7	25.1	849	9.2	23.4	349	7.7
Jinju	Jun. 25	24.0	264	10.6	26.1	369	8.9	21.4	282	8.2
	Jun. 5	23.0	340	7.7	23.0	412	6.3	24.7	384	7.7
	Jun. 20	23.7	336	8.2	23.7	436	6.3	23.7	360	7.6
	Jul. 5	23.6	423	6.4	24.0	424	6.6	22.6	341	7.4

CCI*: Climatic consumption index.

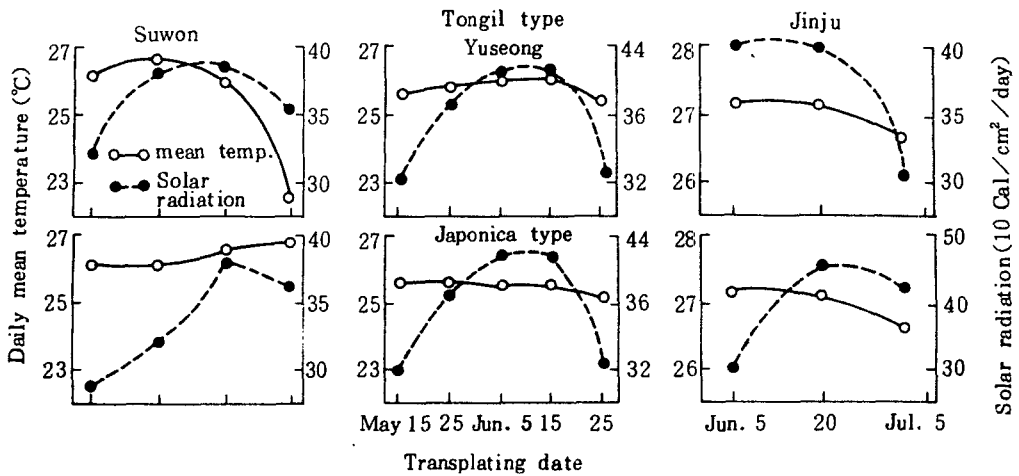


Fig. 1. Daily mean temperature and solar radiation during spikelet differentiation stage under different transplanting date in three locations, 1979.

류하나 日射量은 큰 變化가 없고 따라서 氣象消耗指數는 커지고 있다. 生殖生長期에도 晚植에 따라 氣溫은 별로 變하지 않고 있으나 日射量은 多少 많지므로 氣象消耗指數는 減少傾向이다. 登熟期에는 晚植에 따라 氣溫이 緩慢하게 下降하고 있고 日射量은 6月 25日 移秧區를 除外하고는 大差 없고 氣象消耗指數는 대체로 差異가 없다.

晉州에 있어서는 分蘗期中 氣溫은 큰 差異가 없고 日射量은 晚植時에 조금 많아 氣象消耗指數는 6月 20日 移秧區가 크다. 生殖生長期에는 移秧期에 關係없이 氣溫과 日射量 및 氣象消耗指數에 差異가 없었

다. 登熟期에는 晚植에 따라 氣溫과 日射量이 다같이 떨어지므로 氣象消耗指數는 一定하였다.

移秧期移動에 따른 穎花形成期間의 日平均氣溫과 日射量의 品種間 差異를 그림 1에서 살펴보면 統一系品種은 水原에서 氣溫은 早植時에는 約 26°C이나 晚植時는 23°C 以下로 내려가고 日射量은 6月 25日과 6月 10日 移秧區에서 가장 많아 370cal/cm²/day 程度이며 儒城에서는 移秧期에 關係없이 約 26°C로 氣溫은 一定하나 日射量은 早植과 極晚植 및 晚植時에 떨어지고 있다. 晉州에서는 晚植에 따라 氣溫은 大差 없으나 日射量은 急降下하고 있다.

Table 3. Yield and its components of rice under different transplanting date in each location, 1979.

Location	Transplanting date	Heading date	Tongil type					Japonica type					
			Panicles per m ² (ea)	Grains per panicle (es)	m ² (10 ea)	Ripened grains (%)	Yield (kg/10 a)	Heading date	Panicles per m ² (ea)	Grains per panicle (ea)	m ² (10 ² ea)	Ripened grains (%)	Yield (kg/10 a)
Suwon	May 11	8. 11	282	105	296 ^b	87 ^a	642 ^a	8. 8	249	103	253 ^a	87	583
	May 26	8. 16	346	115	398 ^a	84 ^a	683 ^a	8. 11	245	106	260 ^a	89	600
	Jun. 10	8. 21	293	121	355 ^{ab}	77 ^a	608 ^a	8. 17	256	102	261 ^a	86	589
	Jun. 25	9. 6	307	113	347 ^{ab}	63 ^b	411 ^b	8. 26	221	97	214 ^b	87	542
Yuseong	May 15	8. 9	265	129	342 ^{ab}	62 ^a	509 ^a	8. 10	303	101	306 ^a	91	502
	May 25	8. 10	276	134	369 ^a	63 ^a	531 ^a	8. 11	292	100	292 ^a	89	517
	Jun. 5	8. 15	273	135	369 ^a	62 ^a	540 ^a	8. 14	279	107	298 ^a	88	493
	Jun. 15	8. 16	252	141	355 ^a	65 ^a	517 ^a	8. 17	271	107	290 ^a	91	498
Jinju	Jun. 25	8. 25	211	131	276 ^b	54 ^b	470 ^b	8. 25	242	92	226 ^b	86	430
	Jun. 5	8. 11	266	124	330	63 ^a	529 ^a	8. 15	297	90	267 ^b	91 ^a	492
	Jun. 20	8. 20	305	111	339	63 ^a	491 ^a	8. 20	333	100	333 ^a	79 ^b	456
	Jul. 5	8. 26	289	105	303	54 ^b	430 ^b	8. 26	332	86	286 ^b	71 ^b	405

한편, Japonica品種에 對하여 水原에서는 晩植에 따라 氣溫은 約 26.5℃로 別差 없으나 日射量은 많 아지고 있으며 儒城에서는 氣溫은 約 25.3℃로 거의 一定하고 日射量은 極晩植이나 晩植區에서 떨어져지고 있다. 淸州에서는 氣溫은 別差 없으나 日射量은 早植 時에 떨어져지고 있다.

나. 收量構成要素의 變化

表 3 및 그림 2는 收量 및 收量構成要素의 變化

를 나타낸 것으로 統一系品種은 水原에서는 6月 25日 移秧區가 가장 많고 登熟도 良好한 結果이며 晩植 時에는 穎花數는 漸減하고 登熟이 不良해지는 結果였다. 儒成에서는 5月 25日 乃至 6月 5日 移秧區가 收量이 많은데 이는 穎花數가 많은 것이 主要原因이었다. 淸州에서도 早植의 效果가 있는데 이도 穎花數가 많기 때문으로 보인다.

한편 Japonica品種은 水原에서는 顯著的한 差異가 없으나 5月 下旬이 移秧適期이며 儒城에서는 6月

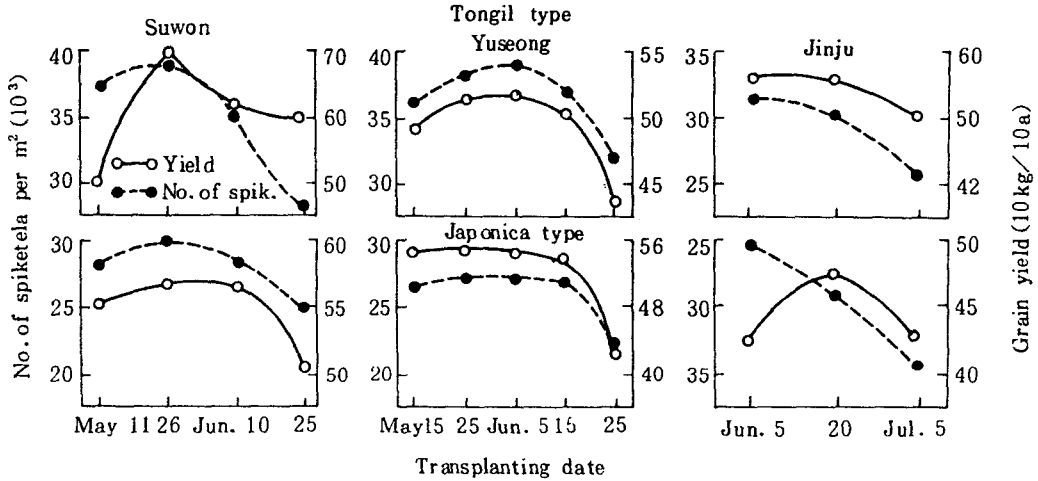


Fig. 2. Number of spikelets per square meter and grain yield under different transplanting date in three locations, 1979.

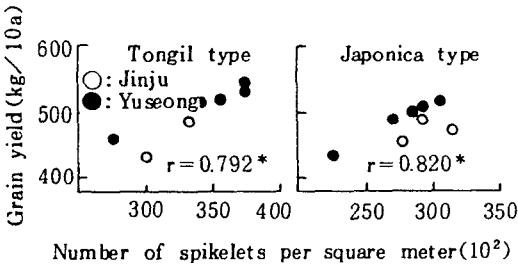


Fig. 3. Relationship between number of spikelets per square meter and grain yield, 1979.

15日頃까지 移秧하면 收量差異는 없으나 그 以後는 穗數와 穎花數가 急減하여 減收되고 있다. 淸州에서는 晩植時에는 登熟이 不良하여 減收되고 있다.

全體의으로 볼 때 統一系品種의 收量은 그림 3과 그림 4에서 보는 바와 같이 穎花數와 登熟比率 다같이 相關이 있어 有意性이 認定되어 Japonica品種의 收量은 穎花數와 有意의 相關이 있고 登熟과의 相關은 統一系品種보다는 密接하지 않은 것 같다.

다. 生殖生長期 氣象要因과 穎花數와의 關係

表 4에서 보는 바와 같이 單位面積당 穎花數는 生殖生長期의 日平均 氣溫 또는 日射量의 單一 變因과 相關이 있는 것이 아니라 그 相互作用인 氣象消耗指數와 密接한 相關이 認定되었다. 그리고 移秧期移動에 따른 穎花數와 生殖生長期의 氣象消耗指數와의 關係를 그림 5에서 살펴보면 統一系品種은 水原에

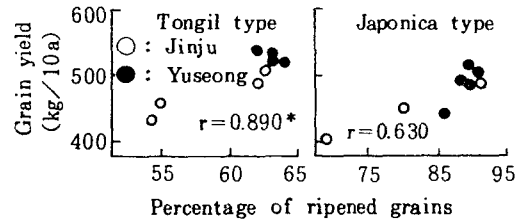


Fig. 4. Relationship between number of percentage of ripened grains and grains and grain yield, 1979.

Table 4. Correlation coefficient between climatic conditions during reproductive stage and number of spikelets differentiated per square meter under different transplanting dates, 1979.

Location	Variety	Temperature	Solar radiation	Climatic consumption index
Suwon	Tongil type	-0.672	-0.558	-0.964*
	Japonica type	-0.436	-0.192	-0.964*
Yuseong	Tongil type	-0.602	-0.566	-0.958*
	Japonica type	-0.280	-0.276	-0.995**
Jinju	Tongil type	-0.364	-0.262	-0.966
	Japonica type	-0.197	-0.866	-0.958

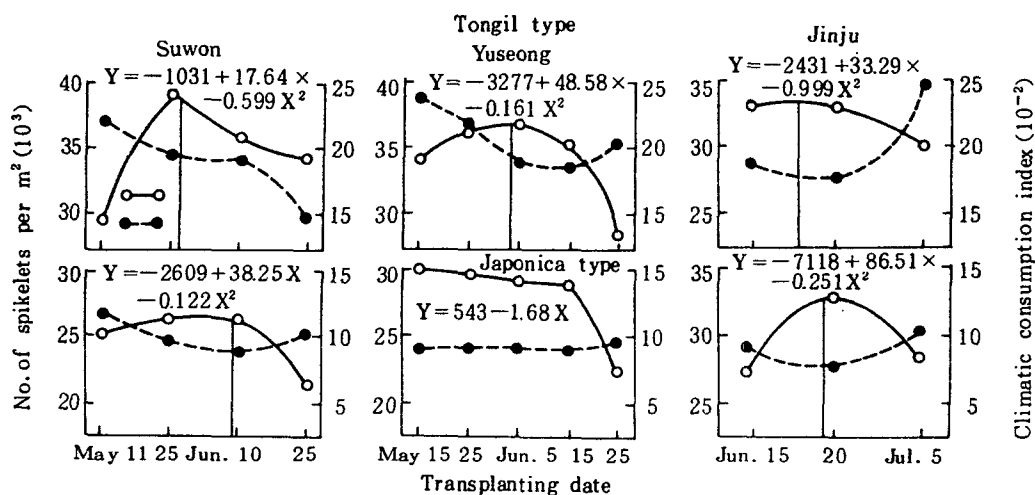


Fig. 5. Number of spikelets per square meter and climatic consumption index during reproductive stage under different transplanting dates in three locations, 1979.

Table 5. 1st and 2nd rachis-branch of rice under different transplanting date in each location, 1979.

Location	Transplanting date	Tongil						Japonica					
		1st rachis-branch			2nd rachis-branch			1st rachis-branch			2nd rachis-branch		
		Diff.* (A) (ea/p.)	Rem.* (B) (ea/p.)*	B/A ratio (%)	Diff. (A) (ea/p.)	Rem. (B) (ea/p.)	B/A ratio (%)	Diff. (A) (ea/p.)	Rem. (B) (ea/p.)	B/A ratio (%)	Diff. (A) (ea/p.)	Rem. (B) (ea/p.)	B/A ratio (%)
Suwon	May 11	10.0	9.8	98	32.8	28.2	86	7.8	7.7	99	29.5	25.4	86
	May 26	8.8	8.6	97	30.2	26.9	89	8.1	7.9	98	28.2	24.3	86
	Jun. 10	8.1	7.7	95	26.6	22.3	84	8.6	8.5	99	26.9	23.9	89
	Jun. 25	8.8	7.8	89	24.5	21.9	89	7.8	7.7	99	25.9	23.8	92
Yuseong	May 15	10.7	10.6	99	32.7	28.4	87	11.3	11.2	99	37.4	28.4	76
	May 25	10.4	10.2	98	34.6	30.1	87	10.9	10.7	98	33.6	27.9	83
	Jun. 5	10.3	10.1	98	31.0	27.0	87	12.0	12.0	100	35.5	27.7	78
	Jun. 15	10.9	10.7	98	29.9	27.2	91	11.0	11.0	100	33.6	28.6	85
Jun. 25	11.1	11.0	99	31.8	27.3	86	10.7	10.7	100	33.3	30.3	91	
Jinju	Jun. 5	11.7	11.3	97	27.9	21.2	76	11.5	10.9	95	19.7	16.9	86
	Jun. 20	10.6	10.5	99	22.7	17.3	76	11.6	11.3	97	18.9	16.6	88
	Jul. 5	11.0	10.2	93	20.1	15.3	76	11.0	10.1	92	17.0	14.8	87

*Note: Diff. = Differentiation, Rem. = Remaining, p. = panicle

어서 6月 10日 移秧까지는 大體로 兩者間에 負의 相關이 弱보이나 極晚植時에는 그렇지 않으며 儒城과 晉州에서는 大體로 兩者間에 負의 相關이 認定된다.

Japonica 品種에 있어서는 모든 地域에서 穎花數와 氣象消耗指數間에 大體로 負의 相關이 認定되고 있다. 그리고 表 5에서와 같이 水原과 晉州에서는 晚植에 따라서 이삭의 一次枝梗數는 變하지 않고 있으나 二次枝梗의 分化數가 적어지고 있다.

라. 低溫寡照時의 氣象環境과 收量構成 要素의 變化

7月에서 8月에 걸쳐 低溫寡照狀態로 經過하여 減收가 甚한 1980年度의 氣象環境은 表 6에서 보는 바와 같이 生殖生長期에 氣溫과 日射量이 大體로 떨어졌고 晉州에서는 特히 日射量이 200cal/cm²/day 에도 未達하는 狀態로 氣象消耗指數가 커졌으며 登熟期에도 같은 狀態로 經過하였다. 따라서 表 7에서와

Table 6. Climatic conditions during each growing stage of Tongil type rice plant under different transplanting time in 1980.

Location	Trans-planting time	Tillering stage			Reproductive stage			Ripening stage		
		Temp. (°C)	Solar radiation (cal/cm ² /day)	CCI (10 ⁻³)	Temp. (°C)	Solar radiation (cal/cm ² /day)	CCI (10 ⁻³)	Temp. (°C)	Solar radiation (cal/cm ² /day)	CCI (10 ⁻³)
Suwon	May 11	17.6	395	4.4	23.0	287	9.1	22.4	264	9.4
	May 25	20.2	409	5.2	23.0	284	9.2	21.3	274	8.4
	Jun. 10	21.2	337	6.8	23.1	283	9.3	21.0	283	7.9
	Jun. 25	22.1	274	8.9	22.7	258	9.8	17.7	322	5.4
Jinju	Jun. 5	22.7	279	9.1	23.1	179	14.8	22.4	160	15.6
	Jun. 20	22.5	199	12.6	23.1	163	16.1	21.3	167	13.8
	Jul. 5	23.5	204	13.3	22.8	155	16.5	20.9	175	12.8

Table 7. Correlation coefficient between climatic conditions during reproductive stage and number of spiklets differentiated per square meter under different transplanting date, 1980.

Location	Variety	Temperature	Solar radiation	Climatic consumption index
Suwon	Tongil type	-0.293	-0.396	-0.152
	Japonica type	0.627	-0.340	0.455
Jinju	Tongil type	-0.236	-0.406	-0.217
	Japonica type	0.292	-0.320	-0.216

Table 8. Yield and its components of rice under different transplanting date in each location, 1980.

Location	Trans-planting date	Tongil type					Japonica type						
		Head- ing date	Panicles per m ² (ea)	Grains per m ² Panicle (ea)	per m ² (ea)	Ripened grains (%)	Yield (kg/10a)	Head- ing date	Panicles per m ² (ea)	Grains per m ² panicle (ea)	per m ² (ea)	Ripened grains (%)	Yield (kg/10a)
Suwon	May 11	8.14	251	106	266	76	509	8.8	240	101	242	86	604
	May 26	8.17	269	115	309	70	508	8.16	226	101	228	88	583
	Jun. 10	8.23	315	102	321	61	435	8.23	255	127	324	74	549
	Jun. 25	9.9	251	93	233	34	199	8.31	226	105	237	74	434
Jinju	Jun. 5	8.15	270	121	323	83	303	8.17	315	105	331	80	449
	Jun. 20	8.26	275	98	270	75	354	8.27	293	80	234	84	441
	Jul. 5	8.29	180	126	227	48	229	8.31	200	82	164	73	390

같이 穎花數와 氣溫, 日射量 및 氣象消耗指數間에 有意의 相關은 認定할 수 없었다.

그리고 表 8에서 보는 바와 같이 1979年보다 어느 品種이나 晚植時에는 收量이 激減하였는데 晉州에서 더욱 顯著하고 이는 出穗遲延에 依한 登熟不良이 主原因이었다.

考 察

移秧期 移動에 의하여 分蘗期와 登熟期の 氣象消耗指數는 크게 差異가 나나 生殖生長期의 氣象消耗指數는 比較的 적으며 地域間 差異가 認定되었고, 生殖生長期의 日平均 氣溫은 穎花分化의 最適線인 20~23℃⁸⁾보다는 상당히 높은 것으로 보였다.

穎花數와 收量間에는 有意의 相關이 認定되고 統一系 品種에서는 登熟比率도 收量과 密接한 相關이 있어 前報¹⁾에서와 같은 結果였다. 李⁴⁾는 登熟向上을 위한 水稻의 適正出穗期 判定을 위한 調査分析에서 中北地方의 水原에서 完全登熟限界出穗는 收量과 登熟率로 보아 8月 15日이며 晉州와 緯도가 거의 같은 密陽에서는 8月 20日 내지 8月 25日로 보았는데 本試驗에서 最高收量を 낸 移秧期(表 2 參照)와 거의 一致한다.

各 地域別 最高收量を 낸 移秧期는 統一系 品種의 경우 水原에서는 5月 25日, 儒城에서는 5月 25日 내지 6月 5日, 晉州에서는 6月 5日이었는데 이들 移秧期에서 穎花數가 많은 것이 最高收量を 낸 主要因이며 收量, 穎花數確保 및 李가 報告한 完全登熟限界로 보아 이들 移秧期가 各 地域 最適移秧期로 判定된다.

Japonica 品種의 경우 水原에서는 5月 下旬, 儒城에서는 6月 25日까지, 晉州에서는 6月 20日까지가 移秧適期로 보여져 各 地域 다같이 統一系 品種의 移秧適期보다 약간 늦음을 알 수 있었다. 單位面積當 穎花數는 移秧期 移動에 따라 差異가 認定되었고 이 穎花數는 生殖生長期의 日平均 氣溫 또는 日射量의 單一 要因과 相關이 있는 것이 아니고 그 相互作用인 氣象消耗指數와 密接한 相關이 있는데 이는 같은 溫度內에서 日照時數가 짧을수록 穎花數가 減少한다는 報告⁸⁾와 같은 結果로 풀이된다. 그리고 1980年度와 같은 低溫에 日射不足이 겹친 해에는 氣象消耗指數가 平年과 거의 差異가 없어 穎花數는 確保되었으나 晉州와 같이 日射量이 200cal 以下로 심하게 떨어지면 氣象消耗指數가 增大되어 穎花數는 減少하고 있어 前

述한 바와 같 一致한다. 그리고 收量은 出穗期 遲延에 依한 登熟不良도 相加되어 激減한 것으로 判斷된다.

摘 要

1. 氣象消耗의 弱影響은 地域과 年次 및 品種에 따라 差異가 있었다.

2. 生育時期를 移動시키므로 地域別로 生殖生長期의 氣象消耗指數를 變動시킬 수 있었으며 이에 따라 穎花數를 增加시킬 수 있는 可能性을 發見하였다.

3. 收量과 穎花數를 考慮한 移秧適期는 統一系 品種의 경우 水原 5月 25日, 儒城, 5月 25日 내지 6月 5日, 晉州 6月 5日이고 Japonica系 品種의 移秧適期는 統一系 品種에서 보다 若干 늦었다.

4. 氣象消耗指數 減少에 의한 穎花數 增加와 收量 增大와의 連結性은 登熟比率과의 關聯下에서 決定될 것이다.

引 用 文 獻

1. 安壽奉·李鍾喆. 1984. 水稻의 穎花數 成立과 收量에 미치는 氣象環境의 影響에 關한 研究 第1報 水稻의 穎花數 成立에 미치는 氣溫과 日射의 相互作用. 韓作誌 29(1): 19-24.
2. 崔鉉玉. 1965. 栽培時期 移動에 의한 水稻의 生態 變異에 關한 研究. 韓作誌 3: 1-48.
3. 金七龍·李鍾薰·鄭奎鎔. 1973. 栽培時期 移動에 따른 環境要因이 벼 地上部 形質에 미치는 影響. 農振廳 農試研報 15(1): 25-33.
4. 李殷雄. 1971. 韓國水稻作의 氣象環境과 收量性에 關한 研究. 農振廳 農試研報 13(1): 7-31.
5. 松島省三. 1957. 水稻收量の 成立と 豫察に 關する 作物學的 研究. 農業技術研究所 研究報告 A5: 1-150.
6. _____·岡部俊·和田源七. 1958. 水稻의 炭素 同化作用と 稻作(2) 農及園 33(4): 591-596.
7. _____·角田公正·眞中多善夫. 1958. 水稻의 登熟に 及ぼす 生育各期의 氣溫, 日射量及 氣溫 較差의 影響. 農及園 36(6): 621-628.
8. Tsuoda, K. 1964. Studies on the effect of water temperature on the growth and yield in rice plant. Bull. Natl. Inst. Agri. Sci. A, 11: 75-174.