

## 잔디의 物質生産과 成長解析에 關한 研究

葉 熙 成 · 許 濬  
(慶熙大學校 産業大學 造景學科)

### A Study on the Dry Matter Production and Growth Analysis of *Zoysia japonica*

Jin, Hee Sung and Joon Huh  
(Department of Landscape Architecture, College of Industry,  
Kyung Hee University)

#### ABSTRACT

An experiment was made in order to analyze the growth characteristics and productivity of *Zoysia japonica* under control, mowing and TIBA treatment conditions at the experimental farm of Kyung Hee univ. from May 26 to Oct. 1 in 1985.

The field was planned by the randomized block design method and each treatment was given to three plots (2×2, 4×4 and 10×10 cm) and was replicated three times. Each plot was 1m<sup>2</sup> for *Zoysia japonica*. The sampling of each plot was taken once a week after sowing. In order to know the dry matter of total standing crops, kept 90°C and weighed each organ of the plants. Total leaf area of a plant was measured by drawing method. The author adopted the growth analysis of English School. The increasing rates of numbers of leaf and stem were remarkably high in each plot between 10th and 12th week after sowing and it was highest in TIBA treated plot. The increasing rate of leaf area in each plot was remarkably high between 10th and 12th week and the maximum value of leaf area was 274.00cm<sup>2</sup> in TIBA treated plot of 100 plants/m<sup>2</sup>. The increasing rate of standing crop was remarkably high between 10th and 12th week and the high increasing tendency in TIBA plot resulted from TIBA. The positive correlation was founded between standing crop and leaf area. The evaporation rather than temperature acted as a main factor of negative correlation with standing crop during the experiment period. Solar radiation had a high positive correlation in the lower

density of plot. C/F ratio was low, during the growth period, from 10th to 12th week after sowing and was low in the higher density under each treated plot. T/R ratio was not constant during the sampling period but was high in the lower density. The increasing rates of RGR and NAR were high between 11th and 12th week after sowing. Leaf area ratio was high in higher density in each plot and not constant in all treated plot.

## 緒 論

Blackman(1919)에 의하여 高等植物의 物質生産과 植物의 成長이 分析된 以來 Watson(1947), Blackman(1951) 등은 植物群落的 生産성과 成長解析을 하였다. 또한 Boyesen-Jensen(1932)과 Müller(1935) 등은 植物의 成長現象을 光合成과 呼吸作用을 關聯시켜 생각하고, 그 生産성을 다시 植物機能과 環境要因과의 函數關係에서 再評價하므로써 成長의 法則性을 究明하려 試圖하였다. 더우기 植物個體 또는 群落的 生産성에 대한 生理生態學的인 解析이 試圖됨에 따라 物質生産과 光條件과의 關係(Monsi and Saeki, 1953; Iwaki, 1959; Donald, 1961; Hiroi and Monsi, 1966), 植物群落的 競爭效果 등의 關係를 植物經濟의 側面에서 法則化하려는 研究등이 進行되어 왔다(Hozumi *et al.*, 1956; Kira *et al.*, 1963).

Forbes와 Ferguson(1948)이 *Zoysia* 種類的 發芽에 미치는 種子處理 및 播種 깊이에 대한 研究가 이루어진 以來 Yasuda와 Jang(1963)은 *Zoysia* 種子 發芽에 미치는 光條件의 影響에 關한 報告를 하였으며 Younger(1961)에 의하여 *Zoysia* 種類的 生長과 開花에 影響을 미치는 溫度, 光週期性 및 빛의 強度에 대한 研究가 이루어졌다. (Synder, 1976; Portz, Muray, Yeam, 1981, 1985). 한편 우리나라에서도 柳(1966), 廉(1967) 등의 種子發芽 및 잔디의 生育期間 延長에 關한 研究가 이루어진 바 있다.

그러나 한국 잔디의 生育過程에 따른 物質生産과 成長特徵 및 成長要因과의 相關關係에 대한 研究는 다른 植物에 比하여 거의 이루어지지 않고 있다고 생각된다.

本 研究는 잔디의 一次生産性 및 環境要因과의 相關關係를 評價하기 위하여 生育過程에 따른 密度別 生産量의 차이와 成長特徵을 分析하여 生理生態學的인 特性을 究明 하므로써 栽培法 改善에 寄與하려는데 그 目的이 있다.

## 材料 및 方法

本 實驗은 잔디(*Zoysia japonica*)를 材料로 하여 1985年 5月 26日부터 同年 10月 30日까지 慶熙大學校 水原 campus 實驗圃場에서 實施하였다. 圃場은 確率化區劃法(randomized block design)에 의해 設置하였고 農用石灰를 施用하여 土壤酸度를 pH 6.0~6.5로 調節하였다. 試驗區는 各 區當 1m<sup>2</sup>의 面積을 取하고 試驗區間의 距離는 60cm의 間격을 유지하였으며 土壤의 pH는 electro glass method, T-N은 micro-kjeldahl法에 의하여 分析하였다. 有效磷酸은 lancaster法, 有機物은 turin法, K<sub>2</sub>O는 flame spectrophotometer法, MgO와 CaO은 E.D.T.A法에 의해 分析하였다.

**Table 1.** Soil condition of experimental field before cultivating

Soil class	pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	T-N(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	O.M(%)	Ex-me/100g		
					K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
Sandyloam	5.5	0.15	226	1.6	0.38	4.8	1.1

試驗區인 比較區와 草長調節區 및 TIBA (triiodobenzonic acid)處理區를 各各 3 反復 分割配置法에 의해 設置하였고 各 處理區別로 2×2cm, 4×4cm, 및 10×10cm 의 栽植 密度를 維持하였으며 播床을 平坦하게 整地하였다. 中央種苗園에서 發芽促進處理가 된 種子를 購入하여 同年 5 月 26 日 播種床에 4cm<sup>2</sup> 당 3 粒씩 정확히 點播하고 細砂 섞인 細 土를 1 mm 內外 覆土하여 播種을 完了하였다. 發芽後 播種位置別 1 個體씩 남기고 나 머지는 除去하였다. 同年 7 月 23 日 各 試驗區別 目的하는 植栽位置에 1 個體씩 정확 히 移植하였고 移植後 1 週간격으로 亂數表에 의한 임의 추출로서 30 個體씩 sampling 하였으며 集團의 周邊效果를 고려하여 集團 周邊의 3 列보다 外側의 잔디는 sampling 에서 除外하였다. 試驗期間中 除草, 其他 管理는 標準栽培法에 準하였다. 每 sampling 直後, 草長調節은 地表에서 50~60mm 를 유지하였고, TIBA는 1,500ppm 용액을 調製 하여 葉面散布하였다. 各 sampling 은 잎과 줄기수 및 枯死葉을 調査한 後 잎, 줄기 및 뿌리를 各各 分離하여 90°C 乾燥器에서 恒量이 될 때까지 乾燥시킨후 秤量하였다. 根 系의 sampling 은 植物個體別로 根圈土壤을 깊이 15cm 範圍로 채굴하여 鉢망에 넣은 다음 流水로 흙을 除去하면서 細根까지 수집하였다. 葉面積은 切拔重量法을 利用하여 測定하였고, 相對成長率, 純同化率 및 葉面積比등의 分析은 Blackman(1919)의 生長解 析法을 利用하였으며, 氣象調査는 中央氣象臺 水原支臺의 氣象資料를 活用하였다. 統計處理는 韓國科學技術院의 NAS 8038 에 SAS package 를 使用하여 分析하였다.

## 結果 및 考察

### 現存量과 各 生育要因

葉莖數: 栽培條件을 달리한 狀態에서 자란 잔디의 草長과 葉數의 季節的인 變化를 Table 2, 3, 및 4 에 綜合하여 表示하였다. 모든 試驗區에서 줄기와 잎수의 增加率은 播種後 12 週까지의 生育過程에서 높은 傾向을 보였고 特히 播種後 11 週에서부터 12 週까지의 8 月 中旬頃에는 그 增加率이 현저하게 높게 나타났다. 各 密度別 生育經過 에 따른 잎과 줄기수의 增加率은 低密度일수록 높은 傾向을 보였으며, 同一密度에서는 TIBA 處理區의 葉莖數가 높은 値를 나타냈다. 2×2 cm의 高密度인 草長調節區에서는 比較區에 比하여 잎과 줄기수가 높은 値를 보이고 있어 이는 잔디깎기에 따라 群 落下層部의 受光構造가 改善되어 葉莖의 枯死率이 低下하는데 起因되는 것이라 하 겠다.

Ackerson 등(1978)은 Kentucky bluegrass 의 Merion, Pennster 의 分蘖, 乾物生産 및 含水炭素 蓄積에 대한 잔디깎기와 TIBA 의 影響에 關한 研究에서 草長調節을 낮게 할 수록 比較區에 比하여 蘖子의 數가 減少되었고 TIBA 處理區가 두 品種 共히 比較區에 比하여 蘖子數가 높게 나타났음을 報告한 바 있다. 本 研究의 TIBA 處理區에서도 잎

Table 2. The growth change in organs per plant of *Zoysia japonica* in control plot

Sampling date	Organ	C <sub>2x2</sub>						C <sub>4x4</sub>						C <sub>10x10</sub>					
		Range		Mean		SE		Range		Mean		SE		Range		Mean		SE	
Jul. 30	S	2~6	3.2	0.961	0.175	2~5	3.0	0.999	0.182	2~8	4.4	1.525	0.278						
	L	8~25	13.3	3.933	0.718	8~26	13.5	4.738	0.856	8~23	14.3	4.437	0.810						
Aug. 6	S	3~11	4.7	1.950	0.368	3~7	4.7	0.987	0.180	2~15	5.9	4.184	0.764						
	L	11~20	14.6	2.855	0.539	11~25	17.0	3.999	0.730	11~33	19.1	6.277	1.146						
Aug. 13	S	4~14	7.3	2.059	0.375	5~14	7.8	2.515	0.459	4~16	10.5	3.421	0.624						
	L	11~28	16.9	4.237	0.773	11~31	17.4	4.606	0.841	13~39	24.4	7.341	1.340						
Aug. 20	S	4~13	7.6	2.079	0.273	7~16	11.3	1.850	0.240	7~32	16.2	5.196	0.676						
	L	15~48	31.1	7.237	0.950	32~76	49.9	10.684	1.310	22~99	57.3	21.281	2.770						
Aug. 27	S	3~17	8.6	3.144	0.409	10~39	17.6	5.670	0.818	17~57	28.5	8.481	1.176						
	L	20~46	33.3	6.399	0.833	41~105	64.2	17.744	2.561	70~177	114.2	22.922	3.178						
Sep. 3	S	7~16	10.4	2.284	0.431	10~33	20.0	5.431	1.086	26~70	44.7	10.404	2.002						
	L	30~57	35.9	5.696	1.076	41~96	64.3	15.435	3.087	109~334	182.5	50.230	9.666						
Sep. 10	S	6~18	10.5	2.725	0.497	10~37	22.3	3.572	0.652	52~121	78.8	13.033	2.379						
	L	16~51	37.1	9.761	1.782	37~81	66.0	9.454	1.726	153~395	251.2	65.650	11.186						
Sep. 17	S	6~25	14.3	4.276	0.780	17~37	27.7	4.184	0.764	64~107	84.1	8.239	1.529						
	L	21~69	48.9	6.093	1.112	72~99	86.7	10.821	1.975	209~426	314.6	42.210	7.706						
Sep. 24	S	7~24	14.3	3.583	0.677	22~37	28.2	3.876	0.707	61~109	88.6	10.300	1.880						
	L	24~77	37.0	10.805	2.042	65~104	83.1	9.830	1.794	209~394	292.3	39.068	7.132						
Oct. 1	S	10~32	17.5	5.839	1.145	12~39	30.1	5.358	1.093	72~127	97.2	18.033	3.844						
	L	25~98	32.0	16.331	3.202	33~114	66.7	23.056	4.706	163~342	264.3	53.639	11.435						

Notes; S: Stem, L: Leaf, C: Control plot, 2x2cm, 4x4cm, 10x10cm : Density

Table 3. The growth change in organs per plant of *Zoysia japonica* in mowing plot

Sampling date	Organ	M <sub>2x2</sub>			M <sub>4x4</sub>			M <sub>10x10</sub>		
		Range	Mean	SE	Range	Mean	SE	Range	Mean	SE
Jul. 30	S	2~5	3.1	0.758	2~5	3.0	0.739	2~7	4.1	1.306
	L	8~21	13.2	3.440	8~21	12.6	3.799	8~21	13.5	3.711
Aug. 6	S	3~8	4.5	1.591	3~8	4.6	1.241	2~17	5.7	3.761
	L	11~20	14.7	2.725	11~25	16.6	4.115	6~37	18.2	8.085
Aug. 13	S	3~11	5.8	2.040	3~17	6.8	3.954	3~18	8.7	3.823
	L	11~39	19.8	6.482	13~36	20.6	5.196	17~55	30.8	10.323
Aug. 20	S	4~16	8.3	2.861	8~22	13.1	3.229	9~27	16.5	5.454
	L	15~55	31.0	9.313	25~82	52.2	12.529	35~119	64.4	20.428
Aug. 27	S	5~16	9.2	2.770	8~29	17.1	5.579	11~46	25.8	7.959
	L	16~57	32.8	11.606	25~128	61.4	21.953	60~153	99.9	24.668
Sep. 3	S	6~19	10.9	3.378	12~33	20.2	5.823	20~80	42.3	13.980
	L	20~74	38.8	13.983	45~111	76.7	18.963	60~217	137.6	38.347
Sep. 10	S	7~14	10.9	1.988	13~29	21.9	4.146	44~106	68.4	14.026
	L	17~69	45.9	8.635	44~120	73.9	17.786	124~323	224.3	43.846
Sep. 17	S	8~23	15.7	3.761	20~45	34.1	5.645	64~144	97.8	19.669
	L	28~73	46.6	11.366	64~158	111.6	18.819	268~419	307.0	34.941
Sep. 24	S	9~24	15.8	3.319	21~47	35.3	7.339	94~150	123.3	13.676
	L	29~60	42.4	7.315	75~162	109.1	18.754	272~651	300.1	73.525
Oct. 1	S	9~25	15.0	4.046	17~45	27.8	7.997	57~186	92.1	32.895
	L	27~88	40.2	13.704	35~129	71.6	25.787	130~524	288.9	102.417

M: Mowing plot

Table 4. The growth change in organs per plant of *Zoysia japonica* in TIBA treated plot

Sampling date	Organ	T <sub>2x2</sub>						T <sub>4x4</sub>						T <sub>10x10</sub>					
		Range		Mean	SD	SE		Range		Mean	SD	SE		Range		Mean	SD	SE	
		Min	Max				Min	Max				Min	Max						
Jul. 30	S	2~6	3.4	1.072	0.195	2~5	3.1	0.711	0.129	2~8	4.6	1.582	0.289						
	L	8~25	14.0	4.250	0.775	9~23	13.7	3.797	0.693	8~23	14.7	4.168	0.761						
Aug. 6	S	3~11	4.7	1.896	0.346	3~7	4.7	1.072	0.195	2~11	7.9	2.462	0.449						
	L	11~20	14.6	2.940	0.536	11~25	17.8	4.071	0.743	6~33	15.7	5.692	1.039						
Aug. 13	S	3~11	6.3	1.600	0.292	3~19	8.7	3.829	0.699	6~16	10.3	2.382	0.435						
	L	11~36	20.7	7.132	1.302	10~58	31.0	13.468	2.459	18~54	33.4	12.475	2.277						
Aug. 20	S	7~14	10.3	1.748	0.254	7~23	13.5	3.400	0.442	7~31	17.5	5.706	0.735						
	L	26~57	35.1	6.376	0.930	29~80	49.5	11.747	1.529	36~107	64.8	18.951	2.510						
Aug. 27	S	6~17	10.4	3.042	0.453	11~41	21.4	6.173	0.920	14~57	31.0	9.425	1.332						
	L	17~60	37.1	11.949	1.781	32~120	66.6	24.563	3.661	45~186	105.0	35.976	5.078						
Sep. 3	S	9~23	13.9	3.289	0.600	9~37	23.0	6.486	1.204	40~74	59.8	9.602	1.848						
	L	35~67	42.5	9.988	1.823	51~132	77.8	21.150	3.927	126~312	208.2	47.237	9.090						
Sep. 10	S	9~26	14.3	3.735	0.682	15~54	24.9	6.859	1.252	31~274	67.1	40.049	7.311						
	L	27~63	49.5	8.232	1.503	51~223	82.8	29.938	5.465	152~370	251.9	40.393	7.374						
Sep. 17	S	10~20	15.9	2.233	0.407	24~39	30.4	3.980	0.726	57~154	84.8	17.082	3.118						
	L	27~60	50.2	9.223	1.684	71~125	90.4	12.150	2.218	160~423	275.0	54.754	9.996						
Sep. 24	S	11~23	17.4	2.737	0.499	22~56	38.8	9.044	1.651	76~117	90.4	9.561	1.745						
	L	29~65	49.4	9.842	1.796	77~162	120.7	15.220	2.778	172~407	291.4	51.801	9.457						
Oct. 1	S	10~30	18.2	5.432	1.045	19~59	40.2	4.121	0.808	77~126	97.2	25.688	5.605						
	L	27~87	45.3	15.012	2.889	54~88	67.6	7.540	1.478	202~410	315.6	50.564	11.034						

T: TIBA treated plot

Table 5. Analysis of variance for replication of control plot

	C <sub>2x2</sub>			C <sub>4x4</sub>			C <sub>10x10</sub>					
	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F
L Model	2	626.12	313.06	1.97 <sup>1)</sup>	2	82.07	41.03	0.05 <sup>2)</sup>	2	8680.58	4340.29	0.32 <sup>3)</sup>
Error	344	54756.53	159.17		333	251555.16	755.42		337	4515951.19	13400.44	
S Model	2	73.91	36.95	1.49 <sup>4)</sup>	2	0.33	0.16	0.00 <sup>5)</sup>	2	330.48	165.24	0.15 <sup>6)</sup>
Error	344	8519.19	24.76		333	27714.61	83.22		336	360294.19	1072.30	

Notes; L: Leaf S: Stem

- 1) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.1410 2) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.9471 3) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.7236  
 4) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.2263 5) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.9980 6) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.8572

Table 4. Analysis of variance for replication of mowing plot

	M <sub>2x2</sub>			M <sub>4x4</sub>			M <sub>10x10</sub>					
	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F
L Model	2	1137.81	568.91	2.67 <sup>1)</sup>	2	3680.39	1840.19	1.49 <sup>2)</sup>	2	4703.51	235.75	0.11 <sup>3)</sup>
Error	351	74827.32	213.18		352	435239.36	1236.47		318	6515842.69	20490.07	
S Model	2	58.48	29.42	1.19 <sup>4)</sup>	2	274.21	137.10	1.06 <sup>5)</sup>	2	833.97	416.98	0.23 <sup>6)</sup>
Error	351	8679.31	24.72		352	45654.30	129.69		318	566677.60	1781.01	

- 1) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.0718 2) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.2272 3) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.8916  
 4) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.3055 5) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.3486 6) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.7015

Table 7. Analysis of variance for replication of TIBA treated plot

	T <sub>2x2</sub>				T <sub>4x4</sub>				T <sub>10x10</sub>			
	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F
L Model	2	507.66	252.82	1.08 <sup>1)</sup>	2	1461.27	730.63	0.60 <sup>2)</sup>	2	14536.57	7268.28	0.54 <sup>3)</sup>
Error	326	76441.09	234.48		336	405840.48	1207.85		332	4437186.75	13365.02	
S Model	2	35.14	17.57	0.57 <sup>4)</sup>	2	90.04	45.02	0.34 <sup>5)</sup>	2	159.83	79.91	0.06 <sup>6)</sup>
Error	326	10113.04	31.02		336	44262.01	131.73		332	443272.31	1335.15	

1) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.3400 2) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.5467 3) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.5810  
 4) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.5810 5) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.7108 6) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.9419

1) B(L>L<sub>0</sub>)=0.3685 2) B(L>L<sub>0</sub>)=0.5639 3) B(L>L<sub>0</sub>)=0.5223  
 4) B(L>L<sub>0</sub>)=0.5639 5) B(L>L<sub>0</sub>)=0.5639 6) B(L>L<sub>0</sub>)=0.5223

Table 8. Analysis of Variance for each density in each plot

	C				M				T			
	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F
L Model	2	2293498.26	1146749.13	242.09 <sup>1)</sup>	2	2479835.82	1239917.91	181.00 <sup>2)</sup>	2	2084224.37	1042112.18	211.13 <sup>3)</sup>
Error	1019	4831651.67	4736.91		1027	7035431.09	6850.46		1000	4935973.84	4935.97	
S Model	2	173158.24	86579.72	222.26 <sup>4)</sup>	2	210723.58	105361.79	173.92 <sup>5)</sup>	2	174107.47	87053.73	174.83 <sup>6)</sup>
Error	1019	396932.73	389.53		1027	622178.25	605.82		1000	497932.39	497.93	

1). 2). 3). 4). 5). 6) P(F>F<sub>.05</sub>)=0.0001



Table 9. Duncan test for each density in each plot

	C			M			T		
	2×2	4×4	10×10	2×2	4×4	10×10	2×2	4×4	10×10
Mean of leaf	30.259	52.548	139.865	32.105	59.659	148.925	35.201	60.846	142.293
Mean of stem	9.352	15.738	39.578	9.862	17.772	43.838	11.343	18.778	42.299

Table 10. Analysis of variance for each plot in each density

	2×2						4×4						10×10					
	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F		
L Model	2	4196.13	2098.06	10.34 <sup>1)</sup>	2	13675.41	6837.71	6.40 <sup>2)</sup>	2	14419.44	7208.72	0.46 <sup>3)</sup>	2	14419.44	7208.72	0.46 <sup>3)</sup>		
Error	1027	208296.54	202.82		1027	1097858.75	1068.99		993	15496901.31	15606.14		993	15496901.31	15606.14			
S Model	2	732.56	366.28	13.69 <sup>4)</sup>	2	1611.87	805.93	7.01 <sup>5)</sup>	2	3085.34	1542.67		2	3085.34	1542.67			
Error	1027	27479.45	26.75		1027	117995.52	114.89		993	13111568.31	1382.62		993	13111568.31	1382.62			

1)  $P(F > F_{.05}) = 0.0001$  2)  $P(F > F_{.05}) = 0.0017$  3)  $P(F > F_{.05}) = 0.6302$   
 4)  $P(F > F_{.05}) = 0.0001$  5)  $P(F > F_{.05}) = 0.0009$  6)  $P(F > F_{.05}) = 0.3281$

Table 11. Duncan test for each plot in each density

	2×2			4×4			10×10		
	C	M	T	C	M	T	C	M	T
Mean of leaf	30.259	32.105	35.201	52.548	59.659	60.846	139.865	148.925	142.293
Mean of stem	9.351	9.802	11.343	15.738	17.771	18.769	39.578	43.838	42.299

Table 12. The growth change in dry weight, leaf area per plant under different treatment

Date	Plot	Leaf(g)	Stem(g)	Subtotal(g)	Root(g)	Total			LA		
						Mean(g)	SD	SE	Mean(cm <sup>2</sup> )	SD	SE
Jul. 30	C <sub>1x2</sub>	0.017	0.013	0.030	0.008	0.03	0.006	0.002	2.20	0.202	0.064
	M <sub>1x2</sub>	0.018	0.016	0.034	0.008	0.04	0.002	0.002	2.20	0.542	0.171
	T <sub>1x2</sub>	0.017	0.012	0.029	0.008	0.03	0.005	0.001	2.19	0.802	0.253
Aug. 6	C <sub>2x2</sub>	0.028	0.015	0.043	0.011	0.05	0.005	0.001	3.16	0.332	0.105
	M <sub>2x2</sub>	0.029	0.020	0.049	0.009	0.05	0.014	0.004	3.34	1.217	0.384
	T <sub>2x2</sub>	0.030	0.021	0.051	0.012	0.06	0.012	0.003	3.43	0.858	0.271
Aug. 13	C <sub>3x2</sub>	0.054	0.030	0.084	0.015	0.09	0.019	0.004	7.26	1.361	0.304
	M <sub>3x2</sub>	0.055	0.033	0.088	0.018	0.10	0.037	0.011	7.27	2.721	0.860
	T <sub>3x2</sub>	0.060	0.031	0.091	0.020	0.11	0.026	0.008	8.25	2.115	0.668
Aug. 20	C <sub>4x2</sub>	0.098	0.060	0.158	0.036	0.19	0.023	0.006	20.51	3.819	0.986
	M <sub>4x2</sub>	0.112	0.066	0.178	0.031	0.20	0.073	0.023	15.76	7.237	2.288
	T <sub>4x2</sub>	0.108	0.066	0.174	0.036	0.21	0.040	0.012	24.00	5.299	1.675
Aug. 27	C <sub>5x2</sub>	0.152	0.100	0.252	0.048	0.30	0.048	0.012	32.36	5.982	1.544
	M <sub>5x2</sub>	0.141	0.106	0.247	0.060	0.30	0.044	0.014	26.04	5.011	1.584
	T <sub>5x2</sub>	0.145	0.119	0.264	0.070	0.34	0.050	0.015	35.99	7.875	2.490
Sep. 3	C <sub>6x2</sub>	0.222	0.134	0.356	0.065	0.42	0.073	0.019	45.78	9.037	2.333
	M <sub>6x2</sub>	0.170	0.205	0.375	0.077	0.45	0.082	0.025	36.12	7.824	2.474
	T <sub>6x2</sub>	0.260	0.168	0.428	0.079	0.50	0.076	0.025	50.35	12.896	4.078
Sep. 10	C <sub>7x2</sub>	0.254	0.195	0.449	0.078	0.52	0.052	0.016	53.51	8.617	2.725
	M <sub>7x2</sub>	0.227	0.241	0.468	0.091	0.55	0.053	0.016	46.16	6.190	1.957
	T <sub>7x2</sub>	0.288	0.218	0.506	0.091	0.59	0.080	0.025	56.74	12.899	4.079

	C <sub>2x2</sub>	0.264	0.220	0.484	0.099	0.58	0.092	0.029	69.07	11.308	3.576
Sep. 17	M <sub>2x2</sub>	0.227	0.295	0.522	0.099	0.62	0.054	0.017	51.22	6.673	2.110
	T <sub>2x2</sub>	0.314	0.260	0.574	0.094	0.66	0.058	0.018	65.37	9.016	2.851
	C <sub>2x2</sub>	0.317	0.250	0.567	0.109	0.67	0.082	0.026	62.24	9.895	3.129
Sep. 24	M <sub>2x2</sub>	0.306	0.318	0.624	0.102	0.72	0.075	0.023	56.28	9.521	3.010
	T <sub>2x2</sub>	0.344	0.264	0.608	0.107	0.73	0.128	0.040	70.81	16.474	5.009
	C <sub>2x2</sub>	0.318	0.309	0.627	0.098	0.72	0.071	0.022	59.13	11.588	3.664
Oct. 1	M <sub>2x2</sub>	0.317	0.337	0.654	0.104	0.75	0.074	0.023	52.68	10.264	3.245
	T <sub>2x2</sub>	2.324	0.345	0.669	0.097	0.76	0.082	0.026	66.75	13.923	4.402

Table 13. The growth change in dry weight, leaf area per plant under different treatment

		Total													
		Leaf(g)			Stem(g)			Subtotal(g)			Root(g)		LA		
		Mean(g)	SD	SE	Mean(g)	SD	SE	Mean(g)	SD	SE	Mean(cm <sup>2</sup> )	SD	SE		
Jul. 30	C <sub>4x4</sub>	0.016	0.013	0.029	0.009	0.03	0.005	0.002	2.21	0.702	0.248				
	M <sub>4x4</sub>	0.020	0.016	0.036	0.008	0.04	0.005	0.002	2.22	0.773	0.244				
	T <sub>4x4</sub>	0.017	0.013	0.030	0.007	0.03	0.004	0.001	2.23	0.571	0.180				
	C <sub>4x4</sub>	0.035	0.025	0.060	0.010	0.07	0.013	0.004	3.40	1.176	0.372				
Aug. 6	M <sub>4x4</sub>	0.037	0.024	0.061	0.014	0.07	0.019	0.006	3.45	1.274	0.402				
	T <sub>4x4</sub>	0.038	0.020	0.058	0.012	0.07	0.012	0.003	3.16	0.964	0.305				
	C <sub>4x4</sub>	0.067	0.040	0.107	0.032	0.14	0.025	0.006	9.10	2.590	0.668				
Aug. 13	M <sub>4x4</sub>	0.068	0.033	0.111	0.033	0.14	0.020	0.006	8.98	1.890	0.597				
	T <sub>4x4</sub>	0.070	0.044	0.114	0.034	0.14	0.022	0.007	10.57	1.984	0.627				
	C <sub>4x4</sub>	0.145	0.099	0.244	0.066	0.31	0.058	0.012	25.33	5.370	1.200				
Aug. 20	M <sub>4x4</sub>	0.133	0.116	0.249	0.064	0.31	0.055	0.014	23.27	4.965	1.282				

Aug. 27	T <sub>1x4</sub>	0.177	0.091	0.268	0.073	0.34	0.032	0.103	34.87	4.648	1.469
	C <sub>1x4</sub>	0.214	0.175	0.389	0.082	0.47	0.072	0.013	46.29	7.790	1.422
	M <sub>1x4</sub>	0.212	0.183	0.395	0.077	0.47	0.464	0.010	45.28	5.248	1.173
	T <sub>1x4</sub>	0.253	0.228	0.481	0.077	0.55	0.101	0.032	68.15	18.012	5.917
Sep. 3	C <sub>1x4</sub>	0.301	0.260	0.561	0.132	0.69	0.119	0.030	75.85	17.263	4.457
	M <sub>1x4</sub>	0.288	0.302	0.590	0.101	0.69	0.064	0.020	61.37	10.328	3.266
	T <sub>1x4</sub>	0.335	0.334	0.669	0.139	0.80	0.103	0.032	92.88	13.746	4.347
Sep. 10	C <sub>1x4</sub>	0.337	0.318	0.655	0.145	0.80	0.112	0.035	92.23	19.183	6.066
	M <sub>1x4</sub>	0.310	0.329	0.639	0.132	0.77	0.095	0.030	77.56	14.789	4.676
	T <sub>1x4</sub>	0.388	0.370	0.758	0.154	0.91	0.046	0.014	112.19	12.467	3.942
Sep. 17	C <sub>1x4</sub>	0.371	0.374	0.745	0.151	0.89	0.098	0.031	102.28	15.385	4.865
	M <sub>1x4</sub>	0.352	0.361	0.713	0.136	0.84	0.071	0.002	92.16	15.172	4.798
	T <sub>1x4</sub>	0.440	0.396	0.836	0.190	1.02	0.109	0.034	135.86	18.049	5.707
Sep. 24	C <sub>1x4</sub>	0.440	0.393	0.833	0.159	0.99	0.064	0.020	113.21	15.874	5.019
	M <sub>1x4</sub>	0.397	0.386	0.783	0.150	0.93	0.073	0.023	106.92	17.879	5.653
	T <sub>1x4</sub>	0.492	0.458	0.950	0.193	1.14	0.104	0.032	157.08	18.070	5.714
Oct. 1	C <sub>1x4</sub>	0.460	0.452	0.912	0.163	1.07	0.074	0.023	109.24	12.316	3.894
	M <sub>1x4</sub>	0.388	0.452	0.840	0.162	1.00	0.059	0.018	99.68	15.781	4.990
	T <sub>1x4</sub>	0.487	0.555	1.042	0.196	1.23	0.093	0.029	148.97	15.265	4.827

Table 14. The growth change in dry weight, leaf area per plant under different treatment

	Leaf(g)	Stem(g)	Subtotal(g)	Root(g)	Total			LA		
					Mean(g)	SD	SE	Mean(cm <sup>2</sup> )	SD	SE
C <sub>10x10</sub>	0.019	0.017	0.036	0.009	0.04	0.003	0.001	2.20	0.273	0.086

Jul. 30	M <sub>10x10</sub>	0.019	0.018	0.037	0.008	0.04	0.002	0.000	2.22	0.178	0.056
	T <sub>10x10</sub>	0.019	0.018	0.037	0.008	0.04	0.001	0.000	2.25	0.505	0.159
Aug. 6	C <sub>10x10</sub>	0.042	0.030	0.072	0.016	0.08	0.012	0.003	3.41	1.094	0.346
	M <sub>10x10</sub>	0.043	0.028	0.071	0.019	0.09	0.024	0.007	3.20	1.054	0.333
	T <sub>10x10</sub>	0.044	0.032	0.076	0.017	0.09	0.014	0.004	3.36	0.706	0.223
Aug. 13	C <sub>10x10</sub>	0.085	0.067	0.152	0.039	0.19	0.030	0.009	10.34	2.314	0.731
	M <sub>10x10</sub>	0.090	0.066	0.156	0.033	0.18	0.027	0.008	9.23	1.728	0.546
	T <sub>10x10</sub>	0.103	0.070	0.173	0.045	0.21	0.048	0.015	10.51	2.614	0.826
Aug. 20	C <sub>10x10</sub>	0.198	0.181	0.379	0.109	0.48	0.113	0.025	33.69	12.510	2.797
	M <sub>10x10</sub>	0.188	0.183	0.371	0.102	0.47	0.079	0.024	28.19	5.890	1.862
	T <sub>10x10</sub>	0.236	0.206	0.442	0.114	0.55	0.085	0.027	35.36	5.585	1.766
Aug. 27	C <sub>10x10</sub>	0.392	0.408	0.795	0.222	1.02	0.117	0.030	67.52	13.041	3.367
	M <sub>10x10</sub>	0.317	0.331	0.648	0.164	0.81	0.133	0.042	57.14	12.849	4.063
	T <sub>10x10</sub>	0.420	0.510	0.896	0.230	1.16	0.066	0.020	72.09	9.050	2.861
Sep. 3	C <sub>10x10</sub>	0.803	0.882	1.685	0.209	1.89	0.339	0.107	99.01	19.140	6.052
	M <sub>10x10</sub>	0.552	0.634	1.186	0.188	1.37	0.104	0.033	80.81	9.468	2.994
	T <sub>10x10</sub>	0.909	1.038	1.947	0.256	2.20	0.453	0.143	114.75	26.995	8.536
Sep. 10	C <sub>10x10</sub>	1.100	1.300	2.407	0.290	2.69	0.309	0.097	134.72	18.841	5.958
	M <sub>10x10</sub>	0.881	0.946	1.827	0.206	2.03	0.144	0.045	110.61	21.051	6.657
	T <sub>10x10</sub>	1.324	1.477	2.801	0.311	3.11	0.103	0.032	163.88	10.164	3.214
Sep. 17	C <sub>10x10</sub>	1.598	1.747	3.345	0.341	3.68	0.384	0.121	178.32	22.626	7.155
	M <sub>10x10</sub>	1.223	1.380	2.603	0.269	2.87	0.169	0.053	140.69	21.430	6.776
	T <sub>10x10</sub>	1.733	1.987	3.720	0.381	4.10	0.679	0.214	216.56	44.679	14.128
Sep. 24	C <sub>10x10</sub>	1.940	2.062	4.002	0.512	4.51	0.554	0.143	234.47	32.967	8.512
	M <sub>10x10</sub>	1.406	1.775	3.181	0.361	3.54	0.254	0.080	186.00	12.179	3.851
	T <sub>10x10</sub>	2.115	2.335	4.450	0.404	4.85	0.290	0.092	274.00	27.378	8.657
Oct. 1	C <sub>10x10</sub>	1.982	2.296	4.278	0.537	4.81	0.379	0.119	227.84	24.914	7.878
	M <sub>10x10</sub>	1.440	1.870	3.310	0.408	3.71	0.397	0.125	176.39	25.459	8.050
	T <sub>10x10</sub>	2.285	2.493	4.778	0.562	5.34	0.497	0.157	271.41	30.248	9.565

수와 줄기수가 높은 값을 보이고 있어 위 결과와類似的한傾向을 보였다.

Table 5, 6, 7, 8, 9, 10 및 11에서 보는 바와 같이 줄기수와 잎수는 plot의 反復間에는 有意性이 없었으며 密度사이와 處理間에는 有意性을 나타냈다.

葉面積: 各試驗區의 生育經過에 따르는 葉面積의 變化를 Table 12, 13 및 14에 表示하였다. 各試驗區 共히 播種後 12週까지의 生長이 旺盛한 時期에는 葉面積의 增加率이 높은 傾向을 보였으며, 特히 播種後 11週와 12週사이의 葉面積 增加率이 현저하게 높았다. 즉 同化物質을 生産하는데 必要한 太陽 energy를 吸收하기 위하여 光合成器官의 面積과 그 比率를 增加시키는 生長期임을 알 수 있다. 最高値는 274.00cm<sup>2</sup>로서 9월 下旬頃 10×10cm의 TIBA 處理區에서 나타났으며 모든 試驗區에서 10月初旬頃에는 葉面積이 減少되었다. 各 試驗區 共히 低密度일수록 葉面積이 현저히 增加하였으며, 特히 모든 密度에서 TIBA 處理區의 葉面積과 그 增加率이 높은 傾向을 나타냈다.

Watson(1962)등은 植物의 物質生産을 左右하는 要因을 植物 個個의 잎이 지나는 光合成能의 大小보다 LAI를 主要視하였고 Donald(1958)도 植物群落에 있어서 最大로 有機物이 蓄積되려면 最大의 葉面積이 主要 要因이 된다는 것을 主張한 바 있다.

現存量: 植物의 占有面積과 處理를 달리한 狀態에서 자란 잔디의 生育經過에 따른 現存量의 季節的인 變化를 Table 12, 13 및 14에 表示하였다. 모든 試驗區에서 生育初期의 乾物生産이 높은 傾向을 나타냈고, 播種後 11週에서 12週사이의 現存量 增加比率이 현저하게 크게 나타나고 있어 前述한 葉莖數의 增加傾向과 一致하였으며 光合成器官의 發達을 圖謀하는 生長期임을 보여주고 있다. 生育經過에 따른 現存量의 增加率은 低密度일수록 높게 나타났고 高密度에서는 草長調節區에서 比較的 높은 增加率을 보였으며 4×4cm와 10×10cm의 密度에서는 共히 TIBA 處理區에서 높은 增加率을 보였다.

現存量에 대한 器官別 乾量의 季節的인 變化는 各試驗區 共히 播種 12週後까지의 生長期에 增加率이 현저히 높게 나타났다. 2×2cm 密度에서는 各試驗區 共히 生育後期까지 잎의 乾량이 줄기의 乾량에 比하여 比較的 높은 傾向을 보였고, 4×4cm의 密度에서는 比較區와 草長調節區에서 播種 15週後인 9월 17日頃부터 잎의 乾량이 低下되었으며 10×10cm 密度에서는 모든 試驗區에서 播種後 13週인 8월 下旬頃부터 잎의 乾량에 比해 줄기의 乾량이 增加되는 生長特徵을 보였다.

調査期間中 現存量의 最高値는 10×10cm의 TIBA 處理區에서 5.34g으로서 10월 1日頃에 나타났으며 같은 生長期間中 2×2cm의 高密度에서는 比較區의 現存量이 草長調節區보다도 낮은 傾向을 보였다. TIBA 處理한 各試驗區 共히 生育經過에 따른 現存量의 增加率은 높았으며 低密度일수록 현저히 높은 傾向을 보이고 있어 TIBA는 잔디의 物質生産性을 增大시키는 效果가 있음을 알 수 있다.

高密度의 草長調節區에서 比較區에 比하여 높은 現存量을 나타낸 것은 잔디잎 除去에 따른 群落內部的 受光構造가 改善되어 同化生産을 높이고 分蘖이 促進된 結果임을 생각할 수 있다.

Ackerson과 Chicote(1978)는 Kentucky bluegrass의 分蘖과 乾량에 TIBA가 미치는 影響에 關한 研究에서 TIBA를 處理한 試驗區에서는 分蘖이 현저히 增加했고 地上部의 乾량이 현저히 增加하였음을 報告한 바 있으며, 本 研究 結果도 이와 비슷한 傾向을 보였다. TIBA를 處理하므로써 生産性의 變化, 特히 잎의 生産이 增加되고 있으

나 分蘖調節에 關여하는 遺傳的 要因에 對한 보다 많은 研究가 必要할 것이다.

Youngner(1976)와 Ackerson(1978)등도 Kentucky bluegrass 를 材料로 한 實驗에서 clipping 區 및 比較區에 對한 TIBA 處理效果의 分析 結果, 잔디 잎의 光合成能, 잔디 種類의 遺傳子型 및 品種間의 잠재생산성(potential productivity)등에 對한 研究가 充分히 先行되어야 함을 力說한 바 있다. Table 15에서 보는 바와 같이 現存量과 葉面積間에는 正의 相關關係를 보이고 있다.

Table 15. Linear regression and correlation between dry weight and leaf area

Density	C	M	T
2×2	$Y=0.0176+0.0096X$ $r=0.9669^{**}$	$Y=0.0186+0.0124X$ $r=0.9803^{**}$	$Y=0.0241+0.0097X$ $r=0.9731^{**}$
4×4	$Y=0.0744+0.0082X$ $r=0.9849^{**}$	$Y=0.0086+0.0085X$ $r=0.9798^{**}$	$Y=0.0675+0.0073X$ $r=0.9886^{**}$
10×10	$Y=-0.1007+0.0202X$ $r=0.9897^{**}$	$Y=-0.0056+0.0197X$ $r=0.9862^{**}$	$Y=-0.0081+0.0186X$ $r=0.9979^{**}$

C:Control plot, M: Mowing plot, T: TIBA treated plot, Y: Dry weight, \*\*: Significant at 1% level

草長調節區에서는 現存量과 葉面積의 回歸關係 및 相關은 2×2cm, 4×4cm, 10×10cm의 各密度에서 각각  $\hat{Y}=0.0186+0.0124X$ ,  $r=0.9803^{**}$ ,  $\hat{Y}=0.0086+0.0085X$ ,  $r=0.9798^{**}$ ,  $\hat{Y}=-0.0556+0.0197X$ ,  $r=0.9862^{**}$ 를 나타내고 있다. 다른 試驗區에 比하여 乾物生産에 葉面積의 變化가 크게 影響하는 變數로 나타나고 있어, 잔디깎기에는 葉面積의 適正을 維持하는 乾量과의 回歸關係가 배려되어야 하겠다. TIBA 處理區는 各密度에서 共히 葉面積의 變數의 機能이 草長調節區에 比하여 낮은 傾向을 보이고 있으나 生育經過에 따른 乾物生産이 높게 나타난 것은 光合成器官의 面積과 그 比率을 增加시키는 生育이 이루어졌기때문이라 하겠다. 따라서 葉面積은 植物群落의 物質生産과 直接的인 關係가 있으며 物質生産을 規制하는 條件이 될 수 있는 것으로 믿어진다.

Ackerson(1978)등은 草長調節에서 地上部의 높이를 작게 할수록 蘖子의 數가 현저히 減少하였고, TIBA 處理에 의한 效果로 低下하였으며, 現存量과 可溶性 含水炭素의 濃度로 낮게 나타나는 分析結果를 報告한 바 있다. 따라서 草長調節에 따른 葉面積의 適正한 維持는 중요한 일이라 할 수 있다.

Table 16, 17, 18 및 19에서 보는 바와 같이 比較區와 草長調節區 및 TIBA 處理區 共히 密度사이에는 높은 有意성을 나타냈으며 같은 密度에서 比較區와 草長調節區 및 TIBA 處理區 사이에도 亦是 높은 有意성을 보이고 있으나 2×2cm의 高密度區에 있어

Table 16. Analysis of variance for drymatter in *Zoysia japonica* in each plot

	C				M				T			
	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F
Model	2	176.66	88.33	82.38 <sup>1)</sup>	2	77.18	38.59	57.55 <sup>2)</sup>	2	184.46	92.23	65.48 <sup>3)</sup>
Error	380	407.43	1.07		312	209.21	0.67		297	418.31	1.41	

1), 2), 3) P(F>F.<sub>0.05</sub>)=0.0001

**Table 17.** Duncan test for drymatter in *Zoysia japonica* in each plot

	C			M			T		
	10×10	4×4	2×2	10×10	4×4	2×2	10×10	4×4	2×2
Mean	1.884	0.518	0.332	1.514	0.515	0.389	2.164	0.628	0.397

**Table 18.** Analysis of variance for drymatter in *Zoysia japonica* under different treatment

	2×2				4×4				10×10			
	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F
Model	2	0.28	0.14	2.10 <sup>1)</sup>	2	0.89	0.45	3.28 <sup>2)</sup>	2	21.28	10.64	3.50 <sup>3)</sup>
Error	322	22.21	0.07		350	47.75	0.14		317	964.99	3.04	

1)  $P(F > F_{.05}) = 0.1240$     2)  $P(F > F_{.05}) = 0.0389$     3)  $P(F > F_{.05}) = 0.0315$

**Table 19.** Duncan test for drymatter in *Zoysia japonica* under different treatment

	2×2			4×4			10×10		
	T	M	C	T	M	C	T	M	C
Mean	0.389	0.389	0.332	0.628	0.517	0.515	2.164	1.884	1.514

서는 處理間에 有意性이 나타나지 않았다.

現存量과 氣象要因과의 사이에 나타나는 回歸關係와 相關은 Table 20, 21에 表示하였다. 最低, 最高 및 平均氣溫은 高密度의 各 試驗區에서 現存量에 關여하는 變數로서

**Table 20.** An analysis of the meteorological data observed at Suwon branch office of Central Meteorological Observatory

Date	T.M.	T <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	E	R	D	S
Jul. 24~Jul. 30	27.9	32.7	23.3	6.4	11.5	6.8	20.26
Jul. 31~Aug. 6	26.4	29.8	23.5	4.1	106.4	3.4	11.20
Aug. 7~Aug. 13	25.8	30.2	21.9	4.2	91.7	6.3	14.60
Aug. 14~Aug. 20	26.3	30.6	22.4	4.2	74.9	5.9	14.34
Aug. 21~Aug. 27	27.5	32.1	23.7	4.6	7.0	7.9	16.45
Aug. 28~Sep. 3	25.3	29.1	22.3	3.2	36.4	4.4	10.87
Sep. 4~Sep. 10	23.6	27.5	20.9	3.1	58.6	4.4	12.01
Sep. 11~Sep. 17	20.3	23.6	17.6	1.9	57.4	1.5	7.39
Sep. 18~Sep. 24	18.3	22.1	14.9	2.1	14.3	2.0	8.29
Sep. 25~Oct. 1	15.7	21.4	10.6	3.1	6.3	6.8	4.42

T.M.: Mean temperature °C, T<sub>max</sub>: maximum temperature °C

T<sub>min</sub>: minimum temperature °C, E: Evaporation mm/day

R: Rainfall mm/week, D: Sunshine hour hr/day, S: Solar radiation cal/cm<sup>2</sup>/day



**Table 21.** Multiple linear regression and correlation between standing crop and meteorological elements

Plot	Regression equation				R <sup>2</sup>
C <sub>·2×2</sub>	Y=0.7414	-0.0056X <sub>1</sub>	-0.4077X <sub>2</sub>	-0.0487X <sub>3</sub> +0.1152X <sub>4</sub>	0.9181
C <sub>·4×4</sub>	Y=1.0160	-0.0011X <sub>1</sub>	-0.6435X <sub>2</sub>	-0.0671X <sub>3</sub> +0.1739X <sub>4</sub>	0.9803
C <sub>·10×10</sub>	Y=7.4474	-0.1941X <sub>1</sub>	-1.9664X <sub>2</sub>	-0.3934X <sub>3</sub> +0.6371X <sub>4</sub>	0.9442
M <sub>·2×2</sub>	Y=0.7530	-0.0031X <sub>1</sub>	-0.4568X <sub>2</sub>	-0.0642X <sub>3</sub> +0.1316X <sub>4</sub>	0.9322
M <sub>·4×4</sub>	Y=0.8548	-0.0051X <sub>1</sub>	-0.6335X <sub>2</sub>	-0.0617X <sub>3</sub> +0.1687X <sub>4</sub>	0.9023
M <sub>·10×10</sub>	Y=5.8577	-0.1548X <sub>1</sub>	-1.4706X <sub>2</sub>	-0.2920X <sub>3</sub> +0.4761X <sub>4</sub>	0.9578
T <sub>·2×2</sub>	Y=0.6690	-0.0018X <sub>1</sub>	-0.4862X <sub>2</sub>	-0.0696X <sub>3</sub> +0.1362X <sub>4</sub>	0.9210
T <sub>·4×4</sub>	Y=1.1449	-0.0001X <sub>1</sub>	-0.7543X <sub>2</sub>	-0.0750X <sub>3</sub> +0.2028X <sub>4</sub>	0.9032
T <sub>·10×10</sub>	Y=7.7856	-0.1912X <sub>1</sub>	-2.3235X <sub>2</sub>	-0.4355X <sub>3</sub> +0.7405X <sub>4</sub>	0.9514

Y: Standing crop

X<sub>1</sub>: Mean temperature °C X<sub>2</sub>: Evaporation mm/day

X<sub>3</sub>: Sunshine hour hr/day X<sub>4</sub>: Solar radiation cal/cm<sup>2</sup>

는 낮은 影響을 나타내는 反面, 低密度에서는 부정적으로 작용하는 主要變數를 이루고 있다. 이들 氣象要素는 모든 試驗區의 現存量과의 사이에 逆의 相關關係를 보였다.

蒸發量도 모든 試驗區의 現存量과의 사이에 逆의 相關關係를 보였으며 各密度에서 共히 現存量에 影響하는 主要變數로 나타났다. Table 21에서 보는 바와 같이 試驗期間中 各試驗區 共히 日射量은 現存量에 긍정적으로 影響하는 主要變數로 나타났으며 有意한 正의 相關關係를 보였다. 또한 低密度일 수록 各試驗區에서 蒸發量과 日射量은 現存量에 크게 影響하는 主要變數의 機能을 나타냈다. 잔디 生育經過에 따른 各氣象要素別의 變數의 機能은 比較區와 草長調節區 및 TIBA 處理區에 있어서 현저한 차이는 보이지 않았다.

**C/F ratio 및 Specific leaf area(F/F)**

非光合成器官 對 光合成器官의 比率은 Table 22에서 보는 바와 같이 各試驗區 共히 調查期間中에는 播種後 10週에서 11週頃에 낮은 値를 보였으며 生育이 經過됨에 따라 增加되는 傾向을 나타냈다. C/F ratio가 비교적 낮게 나타내는 生長期에는 同化

**Table 22.** C/F ratio of *Zoysia japonica* in each plot (g/g/week)

Plot	Jul. 30	Aug. 6	Aug. 13	Aug. 20	Aug.27	Sep. 3	Sep. 10	Sep. 17	Sep. 24	Oct. 1
C <sub>·2×2</sub>	1.235	0.929	0.833	1.010	0.974	0.896	1.075	1.208	1.132	1.279
C <sub>·4×4</sub>	1.375	1.000	1.075	1.138	1.201	1.302	1.374	1.415	1.390	1.337
C <sub>·10×10</sub>	1.368	1.095	1.247	1.464	1.607	1.359	1.445	1.307	1.327	1.429
M <sub>·2×2</sub>	1.333	1.000	0.927	0.813	1.177	1.659	1.462	1.736	1.373	1.387
M <sub>·4×4</sub>	1.200	1.027	1.118	1.353	1.226	1.399	1.487	1.412	1.350	1.582
M <sub>·10×10</sub>	1.368	1.093	1.100	1.516	1.561	1.489	1.308	1.348	1.519	1.582
T <sub>·2×2</sub>	1.176	1.100	0.850	0.944	1.303	0.950	1.073	1.127	1.137	1.364
T <sub>·4×4</sub>	1.176	0.842	1.114	0.926	1.205	1.412	1.351	1.331	1.325	1.542
T <sub>·10×10</sub>	1.368	1.114	1.117	1.356	1.762	1.423	1.350	1.366	1.295	1.336

Table 23. Specific leaf area of *Zoysia japonica* in each plot ( $F/F$ : cm<sup>2</sup>/g)

Plot	Jul. 30	Aug. 6	Aug.13	Aug.20	Aug.27	Sep. 3	Sep.10	Sep.17	Sep.24	Oct. 1
C- <sub>2×2</sub>	129.411	113.035	134.537	209.306	212.914	206.247	210.685	261.628	196.347	185.965
C- <sub>4×4</sub>	138.500	92.942	135.880	170.060	216.322	252.003	273.700	275.695	257.302	237.478
C- <sub>10×10</sub>	122.666	81.309	121.647	170.181	172.260	123.300	121.706	111.593	120.862	114.958
M- <sub>2×2</sub>	125.500	115.448	132.254	131.400	184.723	212.523	203.348	225.660	183.947	183.947
M- <sub>4×4</sub>	111.350	93.378	114.500	174.969	213.617	213.107	250.196	261.826	269.340	256.920
M- <sub>10×10</sub>	123.388	74.604	102.566	149.978	180.264	146.394	125.559	115.041	132.292	122.495
T- <sub>2×2</sub>	129.235	114.566	137.550	222.222	248.227	193.680	197.024	208.207	205.848	206.021
T- <sub>4×4</sub>	131.352	83.289	151.000	697.050	269.387	277.277	289.172	308.781	319.272	305.893
T- <sub>10×10</sub>	125.388	76.477	102.106	149.830	171.654	126.245	123.781	124.963	136.659	118.781

生産의 増大로 器官數와 乾物量의 增加率은 높았다(Table 2, 3, 4, 12, 13 및 14). 生育 經過에 따른 C/F ratio는 高密度일 수록 낮은 値를 보였으며 草長調節區는 比較區와 TIBA 處理區에 比하여 比較的 높은 傾向을 나타냈다. 低密度에서는 生育經過에 따른 變化가 各 處理區間에 뚜렷한 差異를 나타내지 않았다.

잎의 乾量 1g이 차지하는 葉面積을 測定한 結果, 各 試驗區 共히 높은 生長率을 보인 播種後 10週부터 13週까지는 生育經過에 따라 增加하였으며 高密度일수록 높은 値를 보였다. 播種後 14週가 되는 9월 初旬부터 生育經過에 따른  $F/F$  ratio의 變化는 各 密度와 處理區間에 差異도 一定한 傾向을 나타내지 않았다. (Table 23)

T/R ratio : 地上部와 地下部 比率(top/root ratio)의 季節的인 變化를 Table 24에 表示하였다. 各 試驗區 共히 播種後 11週부터 生育이 經過됨에 따라 T/R ratio는 增加하는 傾向을 보였으나 處理區間에는 현저한 差異를 나타내지 않았다. 比較區와 草長調節區 및 TIBA 處理區 모두 密度別의 差異도 一定한 傾向을 보이지 않았으나, 各試驗區 共히 低密度에서 9월 初旬頃부터는 현저하게 높은 値를 나타냈으며 最大値는 TIBA 處理區의 10×10cm 密度에서 11.0g/g/week 로 9월 下旬頃에 나타났다. 또한 生育經過

Table 24. Top-root ratio (T/R) of *Zoysia japonica* in each plot (g/g/week)

Plot	Jul. 30	Aug. 6	Aug.13	Aug.20	Aug.27	Sep. 3	Sep.10	Sep.17	Sep.24	Oct. 1
C- <sub>2×2</sub>	3.750	3.909	5.600	4.389	5.250	5.477	5.756	4.889	5.202	6.398
C- <sub>4×4</sub>	3.222	6.000	3.343	3.697	4.744	4.250	4.517	4.934	5.239	5.595
C- <sub>10×10</sub>	4.000	4.500	3.897	3.477	3.581	8.062	8.300	9.809	7.816	7.966
M- <sub>2×2</sub>	4.250	5.444	4.889	5.742	4.117	4.870	5.143	5.273	6.118	6.288
M- <sub>4×4</sub>	4.500	4.357	3.364	3.891	5.130	5.848	4.841	5.243	5.220	5.185
M- <sub>10×10</sub>	4.625	3.737	4.727	3.637	3.951	6.309	8.869	9.676	8.812	8.113
T- <sub>2×2</sub>	3.625	4.250	4.550	4.833	5.200	5.418	5.560	6.106	4.787	6.897
T- <sub>4×4</sub>	4.286	4.833	3.353	3.671	6.246	4.755	4.922	4.400	4.897	5.316
T- <sub>10×10</sub>	4.625	4.471	3.844	3.877	3.896	7.605	9.006	9.812	11.015	8.502

成長解析

相對成長率(relative growth rate, RGR): 植物體 1gr 의 乾量에 對하여 單位時間( $t$ ) 當 몇 gr 의 새로운 乾量( $w$ )을 增加하는 것은 複利的인 現象으로서(Blackman, 1919; Saeki, 1965) 다음 式으로 나타낸다.

$$RGR = \frac{\log e w_2 - \log e w_1}{t_2 - t_1}$$

잔디의 相對成長率을 Table 25 에 表示하였다.

Table 25. Relative growth rate (R.G.R) of *Zoysia japonica* in each plot (g/g/week)

Plot	Jul. 30 Aug. 6	Aug. 6 Aug. 13	Aug. 13 Aug. 20	Aug. 20 Aug. 27	Aug. 27 Sep. 3	Sep. 3 Sep. 10	Sep. 10 Sep. 17	Sep. 17 Sep. 24	Sep. 24 Oct. 1
C-2x2	0.351	0.565	0.719	0.431	0.341	0.222	0.101	0.148	0.070
C-4x4	0.585	0.693	0.798	0.415	0.388	0.142	0.113	0.102	0.080
C-10x10	0.671	0.775	0.940	0.738	0.616	0.353	0.312	0.203	0.064
M-2x2	0.299	0.603	0.679	0.385	0.387	0.213	0.105	0.156	0.043
M-4x4	0.533	0.652	0.780	0.410	0.379	0.110	0.096	0.094	0.071
M-10x10	0.693	0.742	0.917	0.540	0.526	0.392	0.345	0.210	0.049
T-2x2	0.382	0.566	0.638	0.494	0.388	0.163	0.112	0.096	0.041
T-4x4	0.611	0.749	0.835	0.493	0.370	0.121	0.118	0.109	0.079
T-10x10	0.726	0.852	0.936	0.735	0.644	0.343	0.276	0.169	0.095

에 따른 變化도 TIBA 處理區에서 比較的 높은 値를 나타내는 傾向을 보였다.

各 試驗區 共히 播種後 11 週까지는 成長速度가 上昇하였고 8 月 中旬頃에 最高値를 나타냈으며 以後부터 漸次히 낮아지는 傾向을 보였다. 이 結果는 葉面積과 現存量의 增加率이 높게 나타나고 C/F ratio가 比較的 낮게 보이는 成長期와 一致하였다.

比較區와 草長調節區 및 TIBA 處理區 共히 生育經過에 따른 RGR 의 增加率이 低密

Table 26. Net assimilation rate (NAR) of *Zoysia japonica* in each plot (mg/cm<sup>2</sup>/week)

Plot	Jul. 30 Aug. 6	Aug. 6 Aug. 13	Aug. 13 Aug. 20	Aug. 20 Aug. 27	Aug. 27 Sep. 3	Sep. 3 Sep. 10	Sep. 10 Sep. 17	Sep. 17 Sep. 24	Sep. 24 Oct. 1
C-2x2	0.296	0.912	0.752	0.404	0.315	0.212	0.092	0.142	0.081
C-4x4	1.120	1.288	1.230	0.460	0.373	0.127	0.099	0.089	0.075
C-10x10	1.554	1.648	1.507	1.097	1.059	0.693	0.636	0.404	0.130
M-2x2	0.548	0.947	0.938	0.469	0.471	0.261	0.127	0.196	0.059
M-4x4	1.109	1.192	1.132	0.481	0.412	0.116	0.092	0.085	0.067
M-10x10	1.657	1.737	1.672	0.827	0.823	0.694	0.672	0.413	0.097
T-2x2	0.722	0.873	0.671	0.453	0.381	0.168	0.117	0.098	0.045
T-4x4	1.198	1.270	0.948	0.437	0.313	0.102	0.092	0.081	0.061
T-10x10	1.622	1.993	1.650	1.171	1.142	0.656	0.523	0.308	0.178

$$NAR = \frac{(w_2 - w_1) (\log e F_2 - \log e F_1)}{(F_2 - F_1) (t_2 - t_1)}$$

度에서 현저히 높게 나타났으며 TIBA 處理區의 成長率이 他區에 比하여 높은 傾向을 보였다. 相對成長率이 현저히 低下되는 8月 下旬頃부터 高密度에서는 生育經過에 따른 處理區間의 RGR 差異는 적게 나타났다.

純同化率(net assimilation rate: NAR): 綠色植物의 生長은 主로 光合成에 의존하고 있어서 單位面積當 葉面積의 大小는 植物成長의 主要 要因이 되고 있기 때문에 植物成長의 速度를 單位葉面積과의 相關關係에서 光合成能率의 한 尺度로 삼을 수도 있다. 이와 같은 생각은 Gregory(1928)에 의해 시작되고 Blackman의 複利法則과 더불어 英國系 成長解析의 基礎를 이루는 主要概念으로 되어있다. 單位時間( $t$ )에 葉面積  $1\text{cm}^2$ 가 몇 gr의 乾量을 生産하는가 하는 純同化率(net assimilation rate: NAR)을 Table 26에 表示하였다.

Table에서 보는 바와 같이 各試驗區 共히 全 試驗期間中 播種 後 10週와 11週사이에서 NAR의 增加率이 현저히 높게 나타났으며 以後 生育이 經過함에 따라 低下하는 傾向을 보였다. NAR의 最大値는 TIBA 處理區의  $10 \times 10\text{cm}$  密度에서  $1.99\text{mg}/\text{cm}^2/\text{week}$ 로 8月 初旬頃に 나타났다.

各 試驗區 共히 NAR의 最大値를 보이는 時期는 RGR의 增加率이 현저히 높게 나타나는 成長期보다 앞서 나타나고 있어 이 時期는 RGR의 增大를 圖謀하기 위한 가장 旺盛한 同化生産이 이루어지고 있다.

試驗期間中 모든 試驗區에서 高密度일수록 生育經過에 따른 NAR이 낮았으며 同一 密度에서는 TIBA 處理區가 현저히 높은 値를 보였다.

Table 27에서 보는 바와 같이 RGR과 NAR 사이에는 높은 正의 相關關係를 나타내고 있다. 草長調節區와 TIBA 區는  $2 \times 2\text{cm}$ 의 密度에서 回歸關係와 相關은 各各  $\hat{Y} = 0.0689 + 59.698X$ ,  $R^2 = 0.9129$ ,  $\hat{Y} = 0.1014 + 69.560X$ ,  $R^2 = 0.7682$ , 를 나타내고 있어 다른 密度에서 보다 NAR의 變數的 機能이 RGR에 민감하게 作用하고 있음을 보여주고 있다.

Table 27. Linear regression and correlation between RGR and NAR

Plot	Regression equation	r
C- $2 \times 2$	$Y = 0.1292 + 44.7595 X$	0.9392**
C- $4 \times 4$	$Y = 0.1129 + 52.6049 X$	0.9313**
C- $10 \times 10$	$Y = 0.0456 + 51.7909 X$	0.9478**
M- $2 \times 2$	$Y = 0.0689 + 59.6982 X$	0.9555**
M- $4 \times 4$	$Y = 0.0642 + 51.5989 X$	0.9560**
M- $10 \times 10$	$Y = 0.0893 + 44.3625 X$	0.9551**
T- $2 \times 2$	$Y = 0.1014 + 69.5601 X$	0.8765**
T- $4 \times 4$	$Y = 0.1102 + 58.2594 X$	0.9236**
T- $10 \times 10$	$Y = 0.0819 + 45.6168 X$	0.9610**

Y: RGR

葉面積比(leaf area ratio: LAR): 植物體 1gr의 生産에 必要한 葉面積의 값을 나타내는 葉面積比(leaf area ratio)는 光合成器官의 構造의 分配率을 의미하는 것으로서 energy代謝에 있어서 重要한 特性을 갖는다.

Table 28. Leaf area ratio (LAR) of *Zoysia japonica* in each plot (cm<sup>2</sup>/g/week)

Plot	Jul.30	Aug.6	Aug.13	Aug.20	Aug.27	Sep. 3	Sep.10.	Sep.17	Sep.24	Oct. 1
C. <sub>2x2</sub>	57.894	58.611	76.473	105.189	107.876	108.50	101.544	118.473	92.073	81.568
C. <sub>4x4</sub>	56.820	48.571	65.208	81.475	98.286	109.298	115.296	114.155	114.126	101.618
C. <sub>10x10</sub>	49.066	38.809	54.136	68.907	66.007	52.275	49.955	48.379	51.943	47.320
M. <sub>2x2</sub>	51.279	57.724	68.622	72.746	84.840	79.931	81.576	82.487	77.531	69.506
M. <sub>4x4</sub>	50.631	46.066	62.402	74.111	95.744	88.820	100.597	108.554	114.606	99.486
M. <sub>10x10</sub>	49.533	35.644	48.841	59.610	70.374	58.813	54.412	48.988	52.513	47.442
T. <sub>2x2</sub>	51.093	54.555	74.351	114.285	104.630	99.323	95.046	97.869	96.432	87.142
T. <sub>4x4</sub>	58.763	45.214	71.418	102.281	122.141	114.960	123.025	132.423	137.309	120.331
T. <sub>10x10</sub>	50.155	36.182	48.243	63.597	62.105	51.973	52.662	52.807	56.448	50.826

$$LAR = \frac{F}{w} = \frac{(F_2 - F_1)(\log w_2 - \log w_1)}{(\log F_2 - \log F_1)(w_2 - w_1)}$$

Table 28에서 보는 바와 같이 各試驗區 共히 高密度에서 LAR 値가 높게 나타나는 傾向을 보였다. 各試驗區 共히 2×2cm, 4×4cm의 密度에서는 9月 中旬頃까지 生育이 經過됨에 따라 LAR 値가 比較的 增加하는 傾向을 나타냈으며 低密度에서는 8月 下旬頃에 높은 値를 보이고 있으나 以後부터는 低下하였다.

高密度에서 LAR 値가 높게 나타난 것은 F/C ratio가 높은 것과 受光量의 不足에 의한 光合成 低下로 생각할 수 있다. 本人(1972)은 數種高等植物의 密度-競爭 放果에 關한 研究에서, 高密度區의 LAR 値가 높게 나타나는 原因을 葉面積/葉重比(F/F)와 葉重/植物體重比(F/W)의 두가지 要因分析에 의하여 밝힌 바 있다. Nomoto *et al.* (1961)은 녹두를 材料로 한 實驗에서 受光量이 적은 條件에서 LAR 및 葉面積이 增大되고 植物體重에 對한 葉重이 減少되는 것을 밝힌 바 있다(Watson, 1958, 1962).

### 摘 要

잔디를 慶熙大學校 圃場에서 栽培하고 1985年 5月 26日부터 18週間に 걸쳐 物質 生産과 成長特性을 分析 檢討하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

比較區, 草長調節區 및 TIBA 處理區 共히 播種後 10週에서 12週 사이에 葉莖數의 增加率이 현저히 높았으며 各 密度에서 TIBA 處理區의 葉莖數가 높은 値를 나타냈다.

葉面積은 各 試驗區 共히 播種後 10週부터 12週 사이에 높은 增加率을 보였고 低密度일 수록 同化系의 成長量이 增大되었으며 最高値는 274.00cm<sup>2</sup>로서 9月 下旬頃 10×10cm 密度의 TIBA 處理區에서 나타났다.

現存量은 모든 試驗區에서 播種後 10週부터 12週 사이의 成長期에 높은 增加率을 나타냈고 生育經過에 따른 增加는 各 密度에서 TIBA 處理區가 높은 傾向을 보였다.

現存量과 葉面積 사이에는 有意한 正의 相關關係를 보였고 草長調節區에서 葉面積의 變化가 乾物生産에 민감하게 影響하는 變數로 나타났다.

蒸發量은 實驗期間中 各 試驗區의 現存量에 逆相關의 主要 變數로 作用했으며 日射量은 低密度 試驗區일수록 正相關의 높은 變數 機能을 나타냈다.

C/F ratio는 각 試驗區 共히 同化器官의 成長量이 현저하게 增大되는 生長期에 낮은 傾向을 보였으며 高密度일 수록 낮은 値를 나타냈다.

T/R ratio는 각 試驗區 共히 生育經過에 따른 變化가 密度別 一定한 傾向을 보이지 않았으나 低密度에서는 9月 初旬頃부터 현저히 높은 値를 나타냈다.

RGR은 각 試驗區 共히 同化系의 成長量이 增大되고 C/F比가 낮은 生長期에 增加率이 높게 나타났다.

NAR은 각 試驗區 共히 RGR의 增加率이 높게 나타난 生長期에 앞서 最大增加率을 보였으며 TIBA 處理區에서 生育經過에 따른 增加率이 높게 나타났다.

LAR은 각 試驗區 共히 高密度에서 높은 値를 보였으며 最高値를 나타내는 時期는 密度에 따라 다른 傾向을 보였다.

## 引 用 文 獻

- Ackerson, R.C. and D.O. Chilcote. (1978). Effects of defoliation and TIBA (Triidobenzonic Acid) on tillering, dry matter production, and carbohydrate reserves of two cultivars of Kentucky bluegrass. *Crop Sci.*, **18** : 705~708.
- Blackman, V.H. (1919). The compound interest law and plant growth. *Ann. Bot.*, **33** : 353.
- Blackman, G.E. and G.L. Wilson. (1951). Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment VII. An analysis of the different effects of light intensity on the net assimilation rate, leaf area ratio and relative growth rate of different species. *Ann. Bot., N.S.*, **15** : 373~408.
- Boysen-Jensen, P. (1932). Die Toft Produktion der Pflanzen. Gustav Fischer, Jena.
- Buttery, B.R. (1970). Effects of variation in leaf area index on growth of maize and soybeans. *Crop Sci.*, **10** : 9~13.
- Campbell, J.S. and R.H. Foster. (1960). Lawn grasses in trinidad. *Proc. Carib. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **4** : 78~80.
- Davis, R.R. (1956). Questions and answers on future of meyer *Zoysia* grass. *Ohio Fn. Home Res.* **14** : 44~45. *Biol., Abstr.*, **27** : 709.
- Davidson, J.L., and F.L. Milthorpe. (1966). Leaf growth in *Dactylis glomerata* following defoliation. *Ann. Bot. (London) N.S.*, **30** : 173~184.
- Donald, C.M. (1961). Competition for light crops and pastures, mechanism of biological competition. *Symp. Soc. Exp. Bot.*, **15** : 282~313.
- Engelke, M.C. and J.J. Murray. (1982). *Zoysia* grass exploration in the orient USDA.
- Forbes, I.J. and M.H. Ferguson. (1948). Effect of strain differences, seed treatment and planting depth on seed germination of *Zoysia* spp. *Agron. J.*, **40** : 725~732.
- Gregory, F.G. (1928). Studies in the energy relations of plants II. The effect of temperature on increase in area of leaf surface and dry weight of *Cucumis sativus*. Part. I The effect of temperature on the increase in area of leaf surface. *Ann. Bot.*, **42** : 469~507.
- Goodall, D.W. (1960). Quantitative effects of intraspecific competition, an experiment with mangolds. *Bull. Research Council of Israel, Bot.*, **80** : 181~194.
- Goodman, P.J. (1973). Physiological and ecotypic adaptations of plant of salt desert condi-

- ons in utah. Jour. Ecol., 61(2).
- Halsey, H.R. (1956). The *Zoysia* lawngrasses Nat. Hort. Mag. (July), 152~161.
- Hiroi, T. and M. Monsi. (1966). Dry-matter economy of *Helianthus annuus* communities grown at varying densities and light intensities. Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. III, 9(8) : 241~285.
- Hozumi, K., T. Asahira and T. Kira. (1956). Intraspecific competition among higher plants VI. Effects of some growth factors on the process of competition. Jour. Inst. Polytech. Osaka City Univ., 70 : 15~34.
- Iwaki, H. (1959). Ecological studies on interspecific competition in a plant community I. An analysis of growth of competing plants in mixed stands of buckwheat and green grams. Jap. Jour. Bot., 17(1) : 120~138.
- Jameson, D.A. and D.L. Huss. (1959). The effect of clipping leaves and stems on number of tillers, herbage weight, root weights, and food reserves of little bluestem. J. Range Manage., 12 : 122~126.
- 秦熙成. (1972). 數種植物의 密度—競爭效果에 關한 研究. 韓國植物學會誌, 48 : 7~18.
- Kidamura, F. and A. Akashi. (1973). Morphological studies on local variation of wild japonese lawngrass (*Z. japonica*). J. of Japan Turfgrass Research Association. 1(1) : 27~32.
- Koller, H.R., W.E. Nyquist, and I.S. Chorush. (1970). Growth analysis of the soybean community, Crop Sci., 10 : 407~412.
- 近藤三雄・安藤成子・小澤知雄. (1972). 芝生地の收容力に關する基礎研究(II) 利用行動と芝生損傷度に基く收容力について, 日本造園學會 春季大會發表要旨, p. 42.
- Kuroiwa, S. (1960). Intraspecific competition in artificial sunflowers communities. Bot. Mag. (Tokyo), 73 : 300~309.
- 金俊鎬・崔賢燮・宋承達・吳智永・金斗永・秦熙成・安鎮興. (1972). 韓國地域에 따른 陸上植物의 生産力 比較 研究. 韓國科技. R : 73~87.
- Monsi, M. and T. Saeki. (1953). Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. Jour. Bot., 14 : 22~52.
- Müller, D. und P. Larsen. (1935). Analysis der Stokproduktion bei Stickstoff und Kalimangeil. Planta, 23 : 501~517.
- Portz, H.L., J.J. Murray, and D.Y. Yeam. (1981). *Zoysia* grass (*Zoysia japonica*) establishment by seed. Proc. of International Turfgrass Society, 1981, 113~122.
- Powell, A.J., R.E. Blaser, and R.E. Schmidt. (1967). Physiological and color aspects of turfgrasses with fall and winter nitrogen. Agron. J., 59 : 303~307.
- Thaine, R. (1954). The effect of clipping frequency on the productivity and root development of Russian wild rye in the field. Sci. Agric., 32 : 299~304.
- Watson, D.J. (1947). Comparative physiological studies on the growth of field crops, I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. Ann. Bot., N.S., 11 : 41~76.
- Watson, D.J. and S.A.W. French. (1962). An attempt to increase yield by controlling leaf area index. Ann. Bot., N.S., 50 : 1~10.
- Williams, W.A., (1963). Competition for light between annual species of *Trifolium* during the vegetative phase. Ecol., 44 : 475~485.
- Yeam, D.Y., J.J. Murray, and H.L. Portz. (1981). Physiology of seed germination in *Zoysia*

- grass (*Zoysia japonica*). Proc. of International Turfgrass Society, 467~476.
- Yoda, K., T. Kira, H. Ogawa and K. Hozumi. (1963). Intraspecific competition among higher plants XI. Self-thinning in over crowded pure stands under cultivated natural conditions. Jour. Biol. Osaka City Univ., 14 : 107~129.
- Younger, F., Nudge, and R.C. Ackerson. (1976). Growth of Kentucky bluegrass leaves and tillers with and without defoliation. Crop Sci., 16 : 110~113.

(1986年 7月28日 接受)