

光環境이 한국들잔디(*Zoysia japonica*)의 物質生産과 生長에 미치는 影響

都捧鉉

啓明專門大學 園藝資源科

Effects of Light Environment on Dry Matter Production and Growth of *Zoysia japonica*

Bong Hyun, Do

Dept. of Horticulture, Kemyung Junior College

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the interaction between productivity and light condition and to analyze the material productivity and productive characteristics under different hours of light in *Zoysia japonica*.

1. Rate increasement of leaf number and total leaf length was remarkably high at the early growth stage in the control and 9 hour light treatment. The rate gradually decreased as growth proceeded. But 3 hour treatment was very low in the rate from its early growth stage through the whole test period.

2. The increasing rate of leaf area ratio (LAR) in all the experimental plots was remarkably high at the early growth stage after transplanting the grass. The shorter photoperiod resulted remarkable lower increasement of LAR.

3. The rhizome growth rate of the 9 hour photoperiod was high contrast to the 3 hour photoperiod treatment. The increasing rate of node number was also showed similar trend.

4. Chlorophyll content was very high at the 36days after transplanting and then decreased gradually. Chlorophyll content on 3 hours photoperiod plot severely decreased. The ratio of chlorophyll a to b was decreased significantly at short day treatment.

5. The content of soluble sugar was increased at shorter photoperiod. The highest ratio of sugar content was on August, 28 by HPLC method. Such a result was attributed to accumulation of sugar in spite of low synthesis of ploysacchrides, translocation by low consumption.

6. The increasing rate of standings in all light treatment was high at the early growth stage after transplanting. Short photoperiod treatment by 3 hour showed especially low rate of standing through the growth stage. Thus, shorter photoperiod greatly affect the organic productivity on *Zoysia japonica*.

서론

近來 世界的으로 잔디가 造景에 不可缺한 地皮材料로서 利用되고 環境美化에 대한 관심이 증가됨에 따라 잔디의 수요는 급속히 증가하고 있다(上原敬二, 1969, 丹羽三, 1950).

*Zoysia*屬 잔디의 세계적 分布를 보면 中國, 日本, Africa, 東南Asia, Australia, New Zealand 그리고 韓國으로 알려져 있으며 *Zoysia japonica*, *Z. tenuifolia*, *Z. sinica*, *Z. macrostachya*, *Z. matrell*의 5개 種이 우리나라에 자생하고 있다. 그 中 *japonica*는 *Zoysia*屬에서도 가장 生活力이 强하고 形態的으로 큰 것을 가르키는데 우리나라에서는 해안, 산지 등 國土全域에 自生하는 多年草로 禾本科에 屬하며 地域에 따라 形態적으로 많은 變異를 나타내고 있다. 들잔디의 地被植物로서의 優秀性이 이미 널리 알려져 그 效用性이 날로 높아지고 있으며 都市公園, 골프場, 競技場, 道路와 高速道路 周邊의 國土美化, 그리고 비탈면, 절단면, 제방 등의 사방공사용으로 널리 사용되고 있다(尹國炳, 1966). Davis에 의하면 *Zoysiagrass*는 잔디밭을 한번 형성하면 잡초와 가뭄에 강하고 척박한 토양에 잘 자란다고 하였으며 Campbell(1966)과 Youngner(1961)도 그 우수성을 지적하였다. 또한 江原(1963, 1968)과尹(1966)도 *Zoysia japonica*를 病蟲害 및 寒害와 乾燥에 견디는 힘이 强하고 砂土에 적응력이 좋은 種으로 보고하였으며, 특히, 柳(1969)와 廉(1971, 1974)은 韓國의 들잔디(*Zoysia japonica*)가 踏壓에 강하고 浸水에 견디는 힘이 강한 까닭에 우리나라 氣候, 土質 및 經濟的 여건에 비추어 가장 좋은 特性을 지니고 있어 國土保存 및 美化에 가장 適合한 植物임을 밝혔다.

그러나 *Zoysia japonica*는 대부분 營養繁殖에만 依存하고 好光性 植物로서 日照量이 부족하거나 陰地에서는 生長이 극히 不良한 短點을

지니고 있다. Younger(1959, 1961)는 溫度와 光度 및 日長에 따른 *Bermadugrass*와 *Zoysiagrass*의 生長試驗에서 잔디의 葉綠素과 괴현상은 高光度와 低溫의 相互作用에서 일어나며 특히 $0.75\text{cal}/\text{min}/\text{cm}^2$ 以上과 45°F 以下에서 顯著함을 밝혔으며, 14時間 以上の 長日狀態에서 *Zoysiagrass*의 지하경 生産이 가장 旺盛함을 밝혔다. 그러나 *Zoysia japonica*의 生理, 生態學的 研究에 있어서 日照時間을 調節한 光環境下에서의 一次 生産性과 生長特徵을 밝히고 物質生産性과 光要因과의 상관계를 究명한 研究는 많지 않다.

따라서 本 研究는 잔디의 一次 生産性과 光條件과의 相互作用을 評價하기 위하여 日照時間을 調節하고 生育經過에 따른 乾物生産과 生長特性 및 物質生産과의 상관계를 分析하며 生理, 生態學的인 特性을 究明함으로써 잔디의 利用과 管理改善에 寄與되는 基礎資料를 提示하는 데 目的이 있다.

本 研究者는 1, 2次 遮光에 따른 試驗을 實施하여 그 結果를 이미 發表하였고, 이어서 3次로 時間別 光照射를 달리한 試驗을 하여 發表하는 바이다.

재료 및 방법

本 試驗은 들잔디(*Zoysia japonica*)를 供試材料로 하여 1994年 5月 20일부터 9月 30일까지 啓明專門大學 實驗圃에서 實施하였다. 試驗區는 Control區(100% 全日光) 및 日照時間에 따른 四個區 로서 9時間, 7時間, 5時間, 3時間의 時間別 光照射區로 하여 亂塊法(Randomized block design)으로 設置하였고, 各試驗區 共히 12cm 혹색 Vinyl規格 Pot 480個를 3cm間隔으로 維持하면서 3反復 分割區配置法으로 配列하였다.

種子播種은 5月 20일에 plastic播種상자(50

×40×12cm)를 使用하였고, 土壤은 施肥하지 않은 상태의 砂質壤土를 이용하였다. 播種거리 는 各 箱子 共히 1×1cm의 面積을 취하여 2~3 알씩 点播하였고 充分한 水分을 供給한 뒤 透明 vinyl로 덮었으며 週間에는 通風을 調節하 면서 25℃~30℃의 溫室에 保管하였다. 灌水는 每日 8~9時와 15~16時 사이에 2회에 걸쳐 底面灌水를 實施하였고 發芽後 各 箱子 共히 健全個體 1苗만을 남기고 나머지는 除去하였 다. 定植土壤은 砂質壤土를 使用하였고 農用石 灰를 加하여 土壤酸度を pH 6.0~6.5로 調節하 였다. 各 pot 共히 같은 容量을 維持하기 위하 여 pot 先端部 아래쪽 1cm까지 채웠으며 雜草 의 發生을 抑制하기 위하여 除草劑를 撒布한 후에 3회에 걸쳐서 攪拌을 하였다.

定植土壤의 pH는 硝子電極法, 全窒素는 Kjeldahl법, 有效磷酸은 Lancaster법, 有機物은 Turin's法, K, Ca, Mg, Na 등은 原子吸光法, CEC는 置換浸出法, MHA는 試料圓筒法에 依 하여 各 各 分析하였고, 粒度는 Hydrometert法 으로 調査하였으며 分析結果는 Table 1에서 보 는 바와 같다.

時間別 光照射區는 angle과 0.05mm 흑색 vinyl을 使用하여 內部에서는 入射光線을 完全 遮斷시켜 Lux meter 가 0 狀態로 調節하였다. 各 區의 pot 處理는 높이 1.2m와 10.8m의 면 적을 確保할 수 있는 angle frame을 設置하였 고, 0.2m 높이의 pot 받침대를 配置하여 3cm 間 隔으로 同一하게 配列하였으며, 出入에 따른 入 射光線이 pot에 照射됨을 防止하기 위하여 1m² 程度의 餘裕空間을 確保하였다. 측면은 10cm 間

隔을 두어 二重으로 黑色 vinyl을 설치하였으며 外部 vinyl은 地表에서 10cm, 內部 vinyl은 地 表에서 20cm 떨어지게 處理하여 通風을 圖謀하 였다.

時間別 光遮短은 全體의으로 同一時間을 利 用하였고 3時間區는 8時에서 11時까지, 5時間 區는 8時에서 13時까지, 7時間區는 8時에서 15 時까지, 9時間區는 8時에서 17時까지 照射시킨 후 黑色 vinyl로 光遮斷하였으며 管理에 따른 遮短後의 出入은 餘裕空間을 利用하였다(angle frame은 Fig. 1과 같다).

Pot 定植은 6月 31日 實施하였으며 各 箱子 共히 edge effect를 考慮하여 集團周邊의 3列보 다 內側의 個體를 任意抽出로 sampling하여 各 pot에 1個體씩 移植하였으며, 自然光 狀態에서 10일간 放置하여 活着을 圖謀하였다. 各 試驗區 의 定植 pot를 配列한 後, 試驗이 끝나는 9月 28日까지는 8時에서 9時 사이와 15時에서 16 時사이에 1日 2回 灌水를 하여 土壤水分의 含 水量은 pF 2.7~3.0를 維持하도록 하였으며 施 肥 및 餘他의 一般管理는 除外하였다.

7月 10日 任意抽出로 30個體를 1次 sampl ing하여 葉數葉長, 葉面積을 測定하고, 地下部 位 根系의 sample은 根圈土壤을 掘取하여 鐵網 에 넣은 다음 流水로 흙을 除去하면서 細根까지 收集을 하였다. 그리고 地上部位와 地下部位를 分離하여 80℃ drying oven에서 恒量이 될 때 까지 乾燥시킨 후 秤量하였다. 同日에 任意抽出 에 依하여 各 試驗區別로 pot 480個體를 配列하 였다. sampling은 1次 sampling後 每 10日 間 隔으로 實施하였고 2次 sampling부터는 各 試

Table 1. Soil condition of experimental plot before cultivation

Particle size distribution*			pH (1:5)	Total N(%)	P ₂ O ₅ (ppm)	O.M (%)	CEC (me/100g)	Exchangeable cations(me/100g)			
sand	silt	clay						K	Ca	Mg	Na
75.0	21.5	3.5	6.1	0.14	1.32	1.7	8.4	0.16	5.33	1.97	0.53

*Texture was loamy sand.

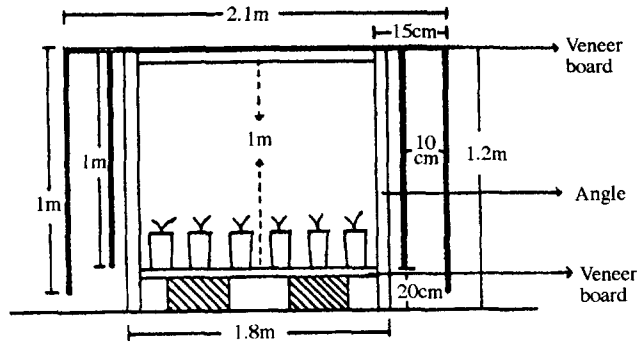


Fig. 1. A section of frame for photoperiod control.

驗區 共히 集團의 edge effect를 考慮하여 3列 보다 外側의 個體들은 sampling과 同一한 方法으로 實施하였다. 葉面積은 drawing method와 切拔重量法으로 測定하여 Blackman(1919)의 成長解析法을 利用했다. Chlorophyll測定은 Mackinney法으로 하였고 含量은 spectrophotometer(Hitachi Madel 27)로 測定하여 다음 식으로 計算하였다.

$$\text{Chlorophyll a} = 0.0127 E_{663} - 0.00259 E_{645}$$

$$\text{Chlorophyll b} = 0.0029 E_{645} - 0.00647 E_{663}$$

$$\text{Chlorophyll a + b} = 0.00805 E_{665} - 0.0203 E_{645}$$

色素體들이 이룬 각 色素 spectrum調査는 8月 30日까지 生長된 試料를 acetone抽出法에 依하여 抽出하였고 recording spectrophotometer를 사용하여 測定하였다.

同一葉의 糖分析은 Anthrone法에 依하여 全可溶性糖(total soluble sugar) 含量을 測定하였고 fructose, glucose, sucrose 含量 調査는 HPLC(High Performance Liquid Chromatography, waters)로 分析하였다. 이때 HPLC의 條件은 다음과 같이 調節하였다.

Column: Waters μ Boudpark carbotlyd-

rate column

Mobile Phase : Ethyl Acetate - Isopropanol
- Water(50:35:15, V/V)

Flow rate : 0.7 ml/min

Detector : R.I.(Reflective index)

결과 및 고찰

葉의 生長

葉數. 各 試驗區別 日照時間을 調節한 狀態에서 잔디의 生長經過에 따른 葉數의 變化는 Table 2 및 Fig. 2와 같다.

葉數의 增加는 100% 全日光區(이하 control 區)와 9時間 光照射區가 移植後 30日間の 生長過程에서 葉數의 增加率이 顯著하게 높은 傾向을 보였으며 最高値는 control 區 初期生長期에 나타난 9.06배이며 最低値는 3時間 光照射區의 生長後期에 나타난 1.02배이다. 特히 移植後 20日傾까지의 生長過程은 5時間 光照射區에 比하여 control 區와 9時間 光照射區가 約 3倍의 增加率을 나타내었으며 3時間 光照射區와는 各 各 約 5倍와 4倍의 增加率을 나타내었다. 移植後 50日 經過한 8月 19日傾부터는 control 區와 日照時間 調節區 共히 生長經過에 따른 葉數의 增加率이 比較的 같은 傾向을 보이고 있어 잔

Table 2. Number of leaves under various photoperiod in *Zoysia japonica*

Date	Mean number of leaves				
	Control*	9 hrs	7 hrs	5 hrs	3 hrs
July 10	3	3	3	3	3
20	27.2	24.4	15.2	8.9	5.9
30	65.7	54.8	29.0	16.8	8.4
Aug. 9	122.9	95.2	47.2	25.9	12.2
19	175.4	142.6	74.6	37.2	16.8
29	225.6	190.7	109.0	48.2	20.0
Sep. 8	270.2	232.9	130.1	56.8	21.7
18	296.0	256.2	144.6	61.6	22.6
28	311.0	268.7	156.2	62.9	23.2

*Control : Full sun light.

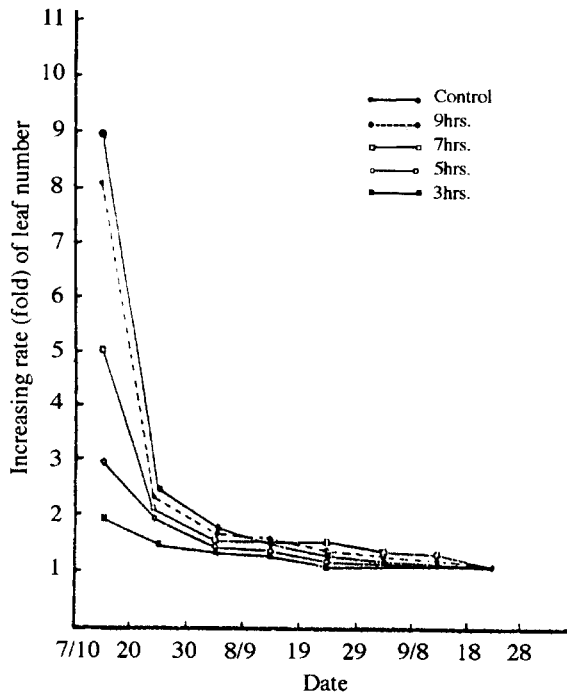


Fig. 2. The increasing rate of leaf number under various photoperiod in *Zoysia japonica*.

디의 初期 生長過程의 日長條件은 葉數增加에 重要な 決定要因으로 작용하고 있음을 알 수가 있다. 따라서 栽培過程에서 後期生長의 光條件을 改善하는 일보다 初期生長에서의 合理的인 光環境調節이 重要함을 立證하고 있는 것이다. Allard(1941) 등과 Youngner(1960, 1961)

는 Creeping bentgrass와 Zoysiagrass의 葉增加는 13時間 以上の 日長條件에서 促進이 되었음을 밝혔으며, 日長이 길어질 때 植栽함으로써 많은 營養體를 얻을 수 있음을 報告하였고 Lovvorn(1945)과 Peterson(1949)은 Perennial ryegrass와 Kentucky bluegrass를 材料

로 한 實驗에서 新梢의 發育과 伸張은 長日光이 가장 敏感한 反應을 誘發시켜 旺盛한 生長이 誘導됨을 報告하였다. 또한 Beard(1973)는 Merion Kentucky bluegrass에 8時間과 16時間으로 日長을 調節한 結果 16時間日長에서 新梢의 發生率이 顯著히 높았음을 보고하였고, 本試驗에서도 같은 傾向을 나타내었으며 ANOVA 분석결과는 1% 水準에서 高度의 有意性을 보였다.

葉長. Table 3 및 Fig. 3에서 보는 바와 같이 control區 및 日照時間 調節區의 잔디 生長에 따른 全體 葉長 增加率은 葉數의 增加率과 같은 傾向을 보였다.

日照時間 調節區의 葉長에 있어서도 移植後 20日傾까지는 control區와 9時間 照射區가 他區에 比하여 全葉長의 增加率이 顯著히 높게 나타났고, control區와 9時間 光照射區의 差異는 極少한 結果를 보이고 있다. 特히 3時間 光

Table 3. Total leaf length under various photoperiod in *Zoysia japonica*

Date	Total leaf length (cm)				
	Control	9 hrs	7 hrs	5 hrs	3 hrs
July 10	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80
20	137.45	123.2	93.3	59.2	43.0
30	362.50	310.4	184.1	124.8	65.4
Aug. 9	712.9	518.1	332.5	216.8	100.8
19	1052.1	920.0	593.3	386.1	146.9
29	1398.5	1305.8	996.2	587.5	175.2
Sep. 8	1714.7	1655.4	1297.5	754.8	199.1
18	1914.9	1871.6	1498.7	852.2	208.6
28	2045.2	1991.2	1652.8	894.1	212.7

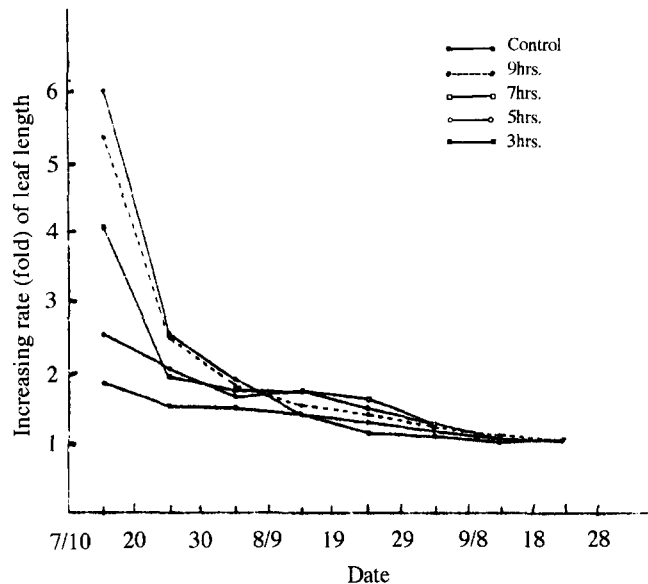


Fig. 3. The increasing rate of total leaf length under various photoperiod in *Zoysia japonica*.

照射區의 全體葉長 增加率은 control 區에 比하여 1/2을 미치지 못하고 있어서 自然光의 짧은 照射가 生長의 制約要因을 이루고 있음을 알 수 있다. Control區와 各 日照時間 調節區 共히 移植 20日 以後의 生長過程에서는 本實驗 期間中 全體葉長의 增加率이 서로 類似한 傾向을 보이고 있어 生長初期의 日長은 葉數에 重要な 機能要因으로 作用하고 있음을 알 수 있다.

Beard(1973)는 Merion Kentucky bluegrass에 8時間과 16時間의 日長을 주었을 때 16時間 日照區와 全體葉長이 8時間日照區에 比하여 2.5培 以上の 葉生長狀態를 發表하였으며 Mitchell(1962)도 몇 種의 牧草生長狀態는 短日條件에서 葉生長의 顯著한 減少를 發表하였다. 本 實驗에 있어서도 같은 傾向을 나타내었다.

ANOVA 分析結果는 日照時間 調節區는 1% 水準에서 高度의 有意性を 보였으나 特히 日照時間 調節區에서 有意성이 認定된 것은 짧은 時間의 全日光 調査 環境에서 物質生産性的의 制約으로 잎의 發生 및 잎의 增大가 顯著히 低下되는 生長이 이루어진 結果라 하겠다(Table 4).

葉面積과 葉面積 指數(Leaf area index: LAI). Control 區와 日照時間 調節區의 生長經過에

다른 葉面積을 Table 9에 表示하였고 葉面積 指數는 Table 5와 Fig. 4에 綜合하였다.

Control 및 日照時間 調節區 共히 移植後 10日 傾부터 20日 傾까지 各各 葉面積의 增加率이 顯著히 높게 나타났고 60日 以後의 生長過程에서 낮아지는 傾向을 보였다. LAI도 같은 傾向을 보이고 있으며 特히 生長初期에서는 同化物質을 生産하는데 必要的한 太陽 Energy를 吸水하기 위하여 光合成 器官의 面積과 그 比率을 增大시키는 生長이 活發하게 이루어졌음을 보여주고 있다. 特히 日照時間別 自然光 照射區에 있어서는 照射時間이 짧을수록 LAI가 적게 나타났고 7時間 및 5時間과 3時間 照射區는 生長經過에 따라 control區 및 9時間 照射區에 比하여 顯著한 差異를 보였다.

또한 Fig. 5에서 보는 바와 같이 本 實驗 期間中 日照時間 調節區 共히 control 區에 比하여 光照射 時間이 짧을수록 葉當 葉面積의 增加率은 生長經過에 따라 顯著히 높게 나타났고 各區間에 있어서도 顯著한 差異를 보였다. 特히 3時間과 5時間 調節區에서 그 差異가 顯著히 低下됨을 나타내었다.

日照時間 調節區 共히 Fig. 5에서 보는 바와 같이 初期生長以後부터는 被陰이 葉當 葉面積의 增加에 影響하는 重要的 要因이 되고 있음

Table 4. Duncan's multiple range test for leaf number and leaf length under various and photoperiod in *Zoysia japonica*

	Control	9 hrs	7 hrs	5 hrs	3 hrs
Leaf number	166.43a	158.19a	88.24b	39.79c	16.34d
Leaf length(cm)	1140.0a	1094.84a	831.05b	484.36c	143.95d

Table 5. The leaf area index (LAI) under various photoperiod in *Zoysia japonica*

Plot	Jul.10	Jul.20	Jul.30	Aug.9	Aug.19	Aug.29	Sep.8	Sep.18	Sep.28
Cont	0.05	0.24	0.64	1.37	2.10	2.91	3.67	4.14	4.43
9hrs.	0.05	0.23	0.55	1.12	1.87	2.70	3.47	3.96	4.18
7hrs.	0.05	0.21	0.42	0.70	1.18	1.89	2.38	2.74	3.04
5hrs.	0.05	0.12	0.24	0.40	0.67	1.03	1.36	1.57	1.74
3hrs.	0.05	0.10	0.14	0.19	0.24	0.30	0.34	0.38	0.39

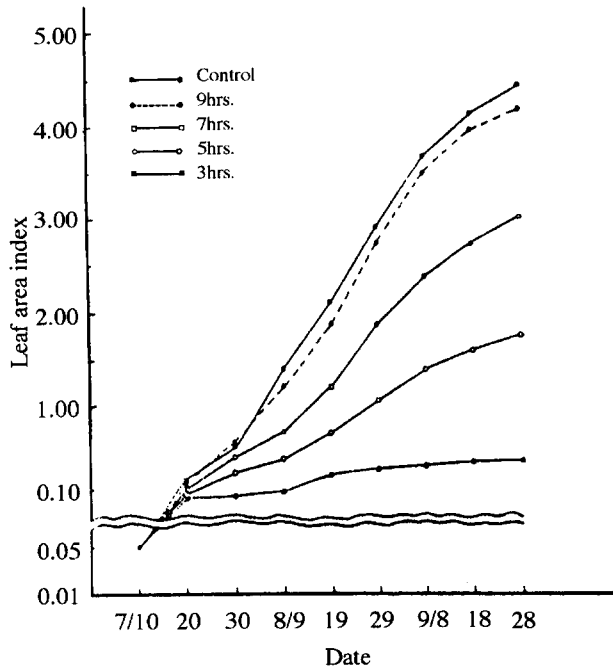


Fig. 4. The increase of leaf area index under various photoperiod in *Zoyzia japonica*.

을 알 수 있고 따라서 LAI 증가는 葉當 葉面積보다 葉數에 左右되고 있음을 알 수 있다. 本試驗期間중에 있어서 日照時間 照射區의 LAI 最大値는 Control區에서 移植後 90日傾에 4.18로 나타내었으며 가장 差異가 많은 것도 이 곳으로 移植後 90日傾에 0.39로서 3.79의 큰 差異를 나타내어 他區에 比하여 顯著的한 差異를 나타내고 있다.

Watson(1962) 등은 植物의 物質生産을 左右하는 要因은 植物箇箇의 잎이 지나는 光合性의 大小보다 LAI를 主要視하였고 Donald (1961)는 植物群落에 있어서 最大로 有機物이 集積되려면 最大의 葉面積이 主要要因이 된다는 것을 主張하였다. Misra(1981)와 Maser(1968)는 Indian grassland에 있어서 LAI와 葉綠素의 季節的인 變化에 對한 研究에서 LAI는 生長初期부터 增大하여 9월에 顯著的히 增加하는 傾向

을 報告한 바 있고, Beard(1973)는 Merion Kentucky bluegrass의 全日光 및 光調節 試驗에서 全體葉길이 및 葉幅의 顯著的한 增加를 發表하여 葉面積의 增加를 밝힌 바 있으며 本試驗에서도 이와 같은 傾向을 보였다. Control 區와 日照時間 調節區의 ANOVA 分析結果 1% 水準에서 高度의 有意性을 나타냈다.

지하경

지하경 길이. 各試驗區別 잔디 生長過程에 따른 rhizome의 길이를 Fig. 6에 나타내었다.

日照時間 調節에 따른 지하경의 길이는 control 區와 9時間 光照射區가 移植後 60日傾까지의 生長過程에서는 지하경의 伸長率이 顯著的하게 增加되었으나 그 以後는 낮아지는 傾向을 보였고 이들 區 사이의 지하경 길이도 生長過程에 따라 顯著的한 差異를 보였다. 5時間 光照射

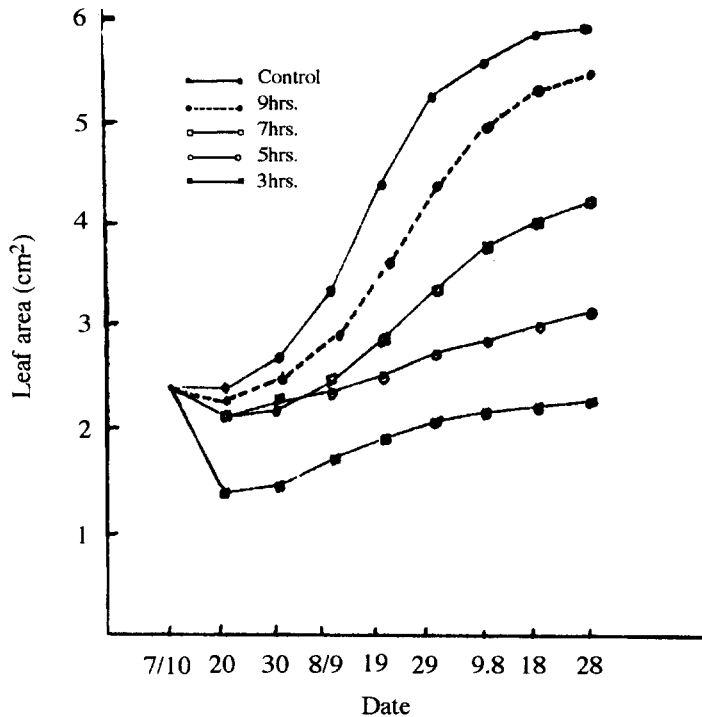


Fig. 5. The increase of leaf area per leaf under various photoperiod in *Zoysia japonica*.

區는 移植後 20日頃에, 3時間 光照射區는 移植後 40日頃에 지하경 發生이 시작되었고 生長經過에 따른 伸長率도 顯著히 낮게 나타났으며 특히 3時間 光照射區에서 生長經過에 따른 길이는 平均 0.9배의 極히 낮은 伸長率을 보였다. 그러므로 日照時間을 짧게 調節한 狀態에서의 生長經過에 따른 伸長率이 極히 낮게 나타나고 있어 自然光 照射時間의 制限이 지하경의 伸長에 顯著한 影響을 주는 制限 要因으로 나타났음을 알 수 있다. 光照射時間을 달리한 各區間의 ANOVA 分析結果도 高度의 有意性을 보였다.

Allard(1941) 등과 Youngner(1960, 1961)는 creeping bentgrass와 Zoysiagrass의 지하경 및 포복경의 生長은 13時間 以上の 日長에서 促進되었음을 報告하면서 日長이 길어질 때

植栽를 하는 것이 匍匐莖이 많은 營養體를 얻을 수 있다고 하였다.

Maser(1968)와 Anderson(1968)도 Kentucky bluegrass에서 短日條件보다도 長日條件인 16~18時間의 日長이 rhizome의 發生 및 伸長에 效果的임을 發表하였다. 本 試驗에 있어서도 같은 傾向을 나타내었다.

지하경 마디수. Fig. 7에서 보는 바와 같이 日照時間 調節區 共히 生長經過에 따른 마디수의 增加率이 Rhizome길이의 增加率과 類似한 傾向을 나타내었고 各區間의 差異는 生長後期에서 크게 變化되어 나타났다.

Control區 9時間 光照射區 및 7時間 光照射區 共히 移植後 20日頃부터 60日頃에 이르는 生長過程에서 마디수의 增加率이 높게 나타나는

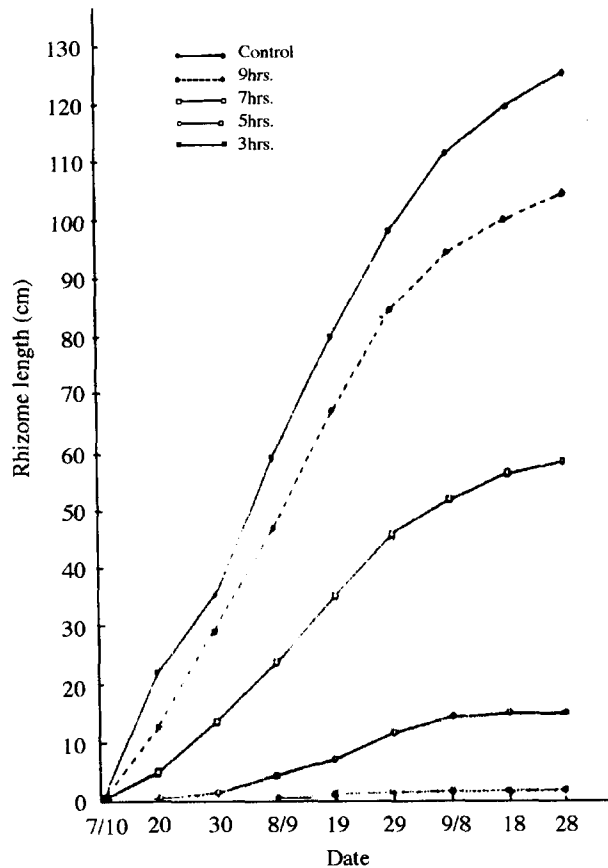


Fig. 6. The length of rhizome under various photoperiod in *Zoyzia japonica*.

반면 5시간 光照射區에서는 極히 낮았으며 특히 3시간 光照射區에서는 移植後 40日頃에서 마디가 나타나는 低調한 生長을 보였다. 또한 5시간과 3시간 遮光射區에서는 다른 區에 比하여 마디수의 增加가 極히 낮게 나타났고, 지하경 伸長과 같은 傾向을 보이고 있으며 이는 晝間 5시간 以下の 自然光이 照射되는 光環境下에서는 決定的으로 지하경의 生長이 抑制되었음을 示唆하고 있다. 지하경 마디 發生의 ANOVA結果는 control區와 日照時間 調査區에서 1% 水準으로 高度의 有意성을 나타내었다.

葉綠素(Chlorophyll) 含量

各 試驗區別 잔디 生長過程에 따른 葉綠素 含量의 分析結果를 Table 6, Fig. 8에 表示하였다. 各 日照時間 調節區의 葉綠素 含量은 Table 6과 Fig. 8에서 보는 바와 같이 control區에 比하여 各區 共히 移植後 18日과 36日經過時의 chlorophyll含量은 顯著히 낮은 値를 보였으며 그 減少程度는 日照時間이 적을수록 크게 나타나 各 區別 비슷한 傾向을 보였다. 葉綠素 含量이 移植後 36日까지 急激히 減少하는 現象은 遮光상태에 따른 時日의 경과에 대한 結果로 思料되어지며, 이때의 含量變化는 control區가

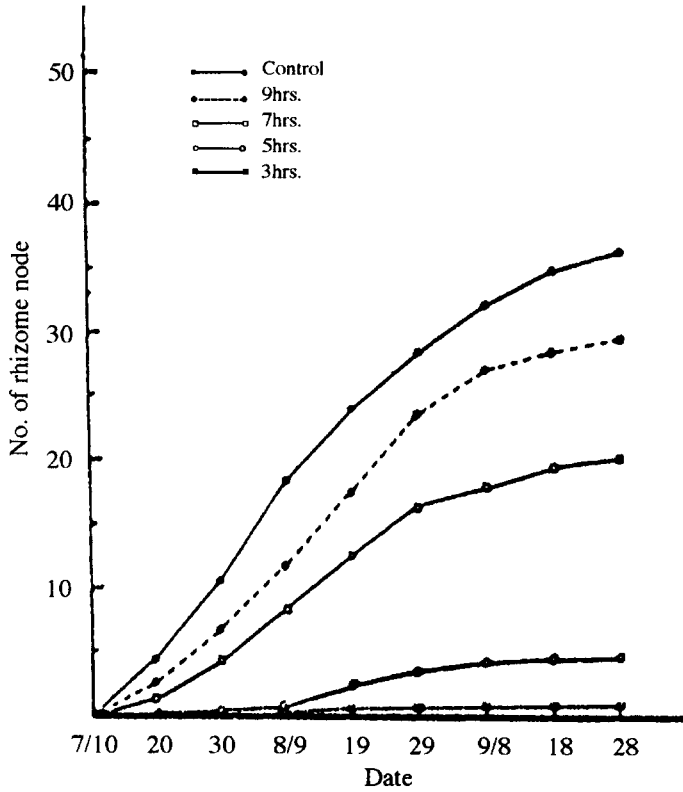


Fig. 7. The number of rhizome node under photoperiod in *Zoysia japonica*.

5時間 調節區와 3時間 調節區보다 3.7倍와 4.8 倍의 含量을 보이고 있어 本 實驗期間中의 分析에서 가장 顯著한 差異를 보이고 있다.

Control區는 經過時間에 따른 各 分析時마다 日照時間 調節區이 比하여 顯著히 높은 葉綠素 含量을 有持했으며 調節區別 및 生長經過時期

別의 含量變化差異는 僅少하게 나타나고 있어 Table 9의 現存量 變化와도 같은 傾向을 나타 내었다. 日照時間 調節區에서 實驗期間中의 葉 綠素 分析結果 含量의 最高値는 7月10日傾 control區에서 2.24mg/g. FW로 나타났고 最低 値는 移植後 54日傾, 3時間 照射區에서 0.27mg

Table 6. Effect of photoperiod on the ratio of chlorophyll a:b in the leaves of *Zoysia japonica*

Days after Treatment	Control		9 hrs		7 hrs		5 hrs		3 hrs	
	TC*	a:b	TC	a:b	TC	a:b	TC	a:b	TC	a:b
0	2.23	2.31:1	2.23	2.23:1	2.23	2.31:1	2.23	2.31:1	1.05	1.7:1
18	2.10	1.94:1	1.25	2.01:1	1.39	1.8 :1	1.12	1.8 :1	1.05	1.7:1
36	1.73	1.90:1	1.02	1.8 :1	0.74	1.8 :1	0.47	1.7 :1	0.36	1.6:1
54	1.58	1.92:1	0.97	1.7 :1	0.71	1.7 :1	0.43	1.8 :1	0.27	1.6:1
72	1.43	1.95:1	1.04	1.8 :1	0.76	1.8 :1	0.48	1.7 :1	0.35	1.7:1
90	1.31	1.93:1	1.06	1.8 :1	0.88	1.9 :1	0.72	1.9 :1	0.48	1.8:1

*TC : Total chlorophyll.

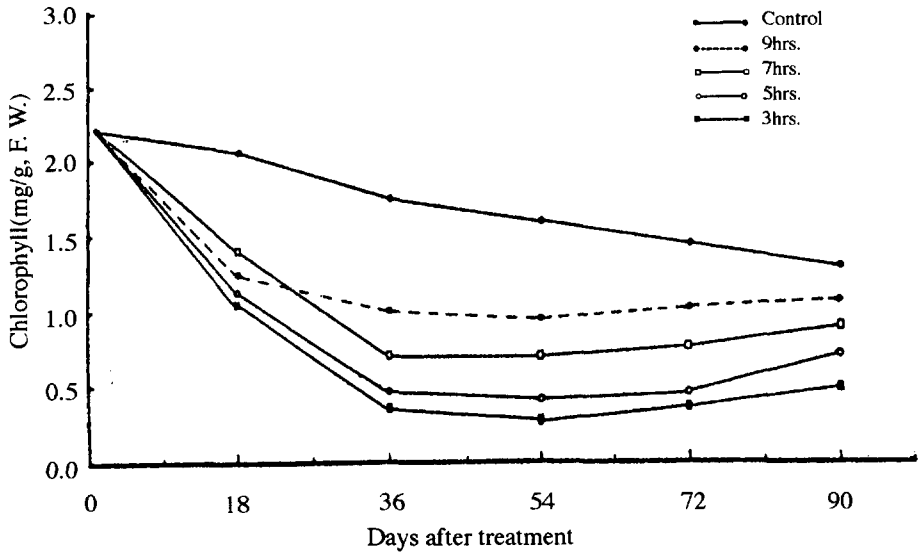


Fig. 8. Changes of chlorophyll content in the leaves of *Zoysia japonica* grown under various photoperiod.

/g.FW로 나타나 control區보다 顯著히 낮은 결과를 보였다. 이는 잔디가 日照時間이 많은 光環境보다는 全日光을 짧게 照射한 光遮斷 狀態에서의 葉綠素 合成이 顯著한 沮害를 받았음을 생각할 수 있으며 後述한 現存量의 變化와도 같은 결과를 보여주고 있다.

日照時間에 있어서 chlorophyll a와 b의 比率도 control區에 比하여 各區 共히 total chlorophyll과 비슷한 傾向을 보였고 分析結果 最高値는 7月 10日의 control區 2.24mg/g. FW로 나타났다.

Fig. 9는 日照時間 調節區에 따른 光合成色素 (Photo Synthetic pigments)의 含量을 Recording Spectrophotometer에 의해서 波長別로 吸光度(Spectrum)을 나타낸 것이다.

波長 430nm와 660nm에서 最大 吸光度(λ_{max})를 보여주는 Peak가 있었고 410nm와 455nm에서도 뚜렷한 Peak를 나타내었다.

日照時間 調節區의 含量을 보면 各區 共히 control區에 比하여 日照時間이 짧을수록 光合

成 色素의 含量이 顯著히 적음을 보여주고 있다.

이는 Mackinney法으로 chlorophyll을 測定한 Table 11과 一致하는 것이며 日照時間의 調節은 植物體內的 光合成 色素의 含量을 減少시키고 이에 따라 炭水化合物 및 有機化合物의 減少를 가져와 植物體內的 生長을 低下시키게 된다.

吸光 色素別 分析은 660nm는 chlorophyll a의 吸水 波長이므로 이 peak는 chlorophyll a의 含量을 나타낸 것이고 430nm는 chlorophyll a와 b의 含量이다. 그리고 410nm는 carotenoid의 吸收波長이므로 여기에는 carotene, lutein, xanthophyll 등 이 含有된 것으로 볼 수 있다. Beard(1973)는 Turfgrass에서 光遮斷은 葉綠素의 消失로 因해서 葉과 줄기가 黃白化하나 充分한 光을 다시 받을 때 回復이 된다고 하였으며 Berry(1975)는 羊齒植物인 *Atriplex patul*에서 高光度 및 低光度의 試驗 栽培를 實施하여 高光度일 때 chlorophyll a, b의 含量이 顯著히 增加되었음을 報告하였고 本 試驗에서도 같은 傾向을 나타내었다. 日照時間

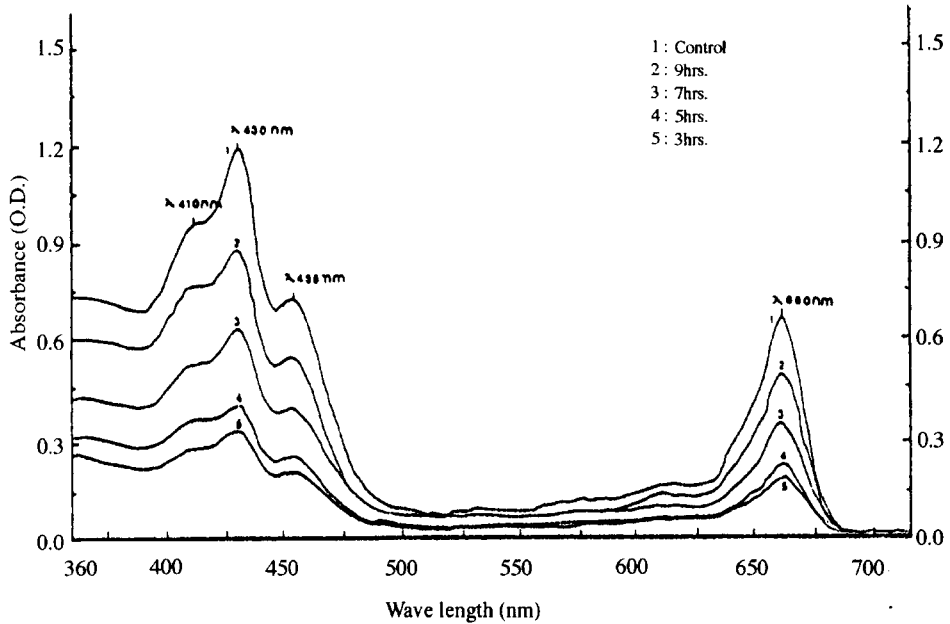


Fig. 9. Absorption spectra of photosynthetic pigments in the leaves of *Zoysia japonica* grown under various photoperiod.

調節區의 total chlorophyll 含量에 대한 ANOVA 分析結果는 1% 水準에서 高度의 有意성을 나타냈다.

可溶性糖含量

各 試驗區別 잔디 生長過程에 따른 可溶性 糖 含量의 分析結果를 Table 7과 Fig. 10에 表示 하였다.

Table 7과 Fig. 10에서 보는 바와 같이 日照 時間 調節區에서 移植後 18日傾의 分析 結果가 낮게 나타나고 있어 chlorophyll 含量과 같은

傾向을 보았다. 本 試驗期間中 9時間 遮光區는 control區와 僅少한 差異를 나타낸 반면 3時間, 5時間 및 7時間 光照射區는 每 分析時마다 顯著히 낮은 傾向을 나타내었고 특히 3時間 光照射區는 他區에 比하여 移植後 54日以後의 生長 過程에서 顯著히 낮은 値를 보였다. 移植後 54日傾 以後의 分析結果는 日照 照射時間 調節區 共히 僅少한 差異로 含量이 增加되고 있어 이 時期의 現存量의 變化와 같은 傾向을 보였으며 이는 貯藏物質로의 轉流보다 energy源으로서 消耗率이 낮게 나타나는 結果라 하겠다.

Table 7. The content of total soluble sugar under various photoperiod in *Zoysia Japonica*

Days after Treatment	Control	9 hrs	7 hrs	5 hrs	3 hrs
0	2.366	2.366	2.366	2.366	2.366
18	2.252	1.942	1.066	1.788	1.973
36	2.683	2.184	2.017	1.882	1.854
54	2.935	2.746	2.252	2.065	1.782
72	2.943	2.873	2.421	2.314	1.957
90	2.874	2.805	2.987	2.376	2.143

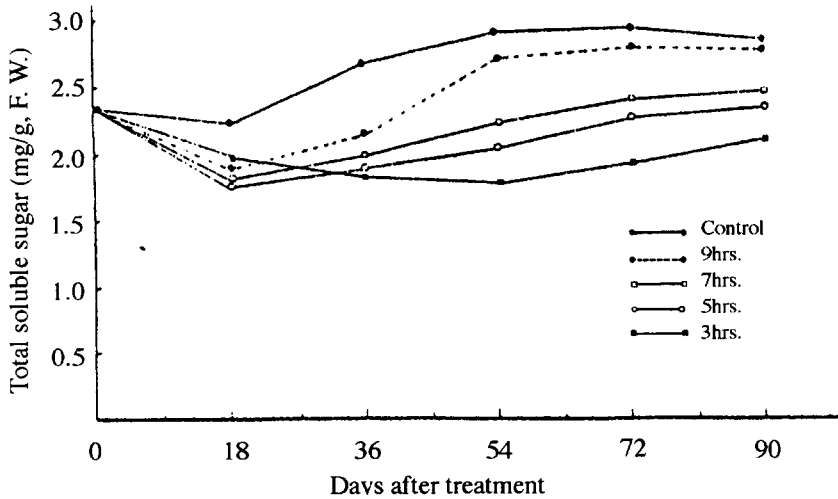


Fig. 10. Changes of total soluble sugar in the leaves of *Zoysia japonica* grown under various photoperiod.

光照射時間調節區에서는 最高値는 移植後 72日頃 9時間照射區에서 2.9mg/g.FW로 나타났고 最低値는 54日頃 3時間照射區에서 1.8mg/g.FW로 나타났다. 各遮光區에서는 移植後生長經過에서 全糖의 遮光程度에 따른 差異가 比較的顯著하였으나 5時間과 3時間調節區에서는 生長過程에서 照射時間의 差異에 따른 含量變化차이는 顯著히 적게 나타나고 있다. 이는 光遮斷에 의한 溫度環境의 變化로 光照射時生成된 糖이 呼吸物質로서의 梳毛가 低調한데서 오는 結果라고 생각된다. Watkins(1940)는 環境條件에 따른 Bromegrass의 生長習性實驗에서 長日에서 자란 잔디는 炭水化合物이 顯著히 增加됨을 報告하였으며 Auda(1966)는 Orchard grass의 日照調節試驗에서 9時間日照區보다 18時間日照區가 炭水化合物이 顯著히 增加되었음을 報告하면서 高溫과 充分한 光狀態에서는 빠른 炭水化合物의 利用으로 炭水化合物量이 적었음을 밝혔다. Schmidt(1967) 등은 'Cohansey' bentgrass의 生長과 代謝作用에 對한 溫度과 日長 및 窒素의 影響에 대한 調査에서

低光度는 呼吸率이 減少함으로 貯藏 炭水化合物中 小量이 減少하며 동시에 同化物質의 轉流가 늦어짐을 報告하여 光照射時間에 따른 遮光狀態에 있어서 本試驗도 같은 傾向을 나타내었다. 可溶性 全糖 含量에 對한 ANOVA 分析結果는 0.01% 水準에서 高度의 有意성을 보였다.

한편 葉綠素의 減少로 生長差異가 크게 나타난 移植後 36日이 經過한 日照時間調節區에 對한 잔디의 Fructose, Glucose 및 Sucrose를 HPLC法에 依하여 測定한 結果는 Table 8과 같다.

日照時間이 많을수록 fructose, glucose 및 sucrose 含量이 낮게 나타났고 특히 3時間調節區에서 顯著히 낮은 値를 보였다. 全日光區가 1.09%로 가장 낮은 含量을 보였고 다음이 9時間日照區였으며 7時間에서 3時間日照區사이에는 모두 1.6% 前後로서 差異가 없었다. fructose와 glucose와는 9時間日照區가 0.29%와 0.13%로 가장 낮았으나 sucrose는 全日光區가 0.49%로 第一적었다.

이들 糖의 全體含量은 7時間, 5時間 및 3時間

Table 8. Effect of photoperiod of the content of glucose fructose, and sucrose in the of *Zoysia japonica*

Plot	Fructose	Glucose (% 100g fresh weight)	Sucrose	Total
Control	0.343	0.258	0.495	1.096
9 hrs	0.294	0.134	0.707	1.135
7 hrs	0.373	0.339	0.919	1.631
5 hrs	0.374	0.328	0.908	1.610
3 hrs	0.392	0.323	0.920	1.635

光照射區에서 높은 傾向을 보였으며 이는 짧은 日照下에서 糖의 旺盛한 生成으로는 생각할 수 없고 긴 光遮斷 時間으로 인한 糖의 轉流 및 多糖類의 合成이 低調하여 生成된 單糖類 및 二糖類가 蓄積되어 있는 結果로 볼 수 있다.

Table 6에 보는 바와 같이 葉綠素 含量도 日照時間이 짧을수록 減少됨을 나타내어 비슷한 傾向을 보였고, 이것은 짧은 日照는 完全 遮光을 함으로서 전혀 糖의 生成이 일어나지 않으며 代謝作用이 계속 되지 않기 때문인 것으로

思料된다.

Fig. 11에서 보는 바와 같이 移植後 36日이 經過한 日照時間 調節 잔디에 對하여 HPLC法에 의한 糖의 分析 結果 fructose, glucose 및 sucrose 이 外에 retention time으로 12.40秒 附近에서 다른 生産糖이 있음을 나타내었고 4分 前後에 peak가 나타났는데 이는 해당되는 糖은 同定이 되지 못하여 앞으로 標準品에 依하여 糖의 種類에 대한 定性이 요구된다.

이러한 상황을 分析했을 때 잔디잎에서는 여

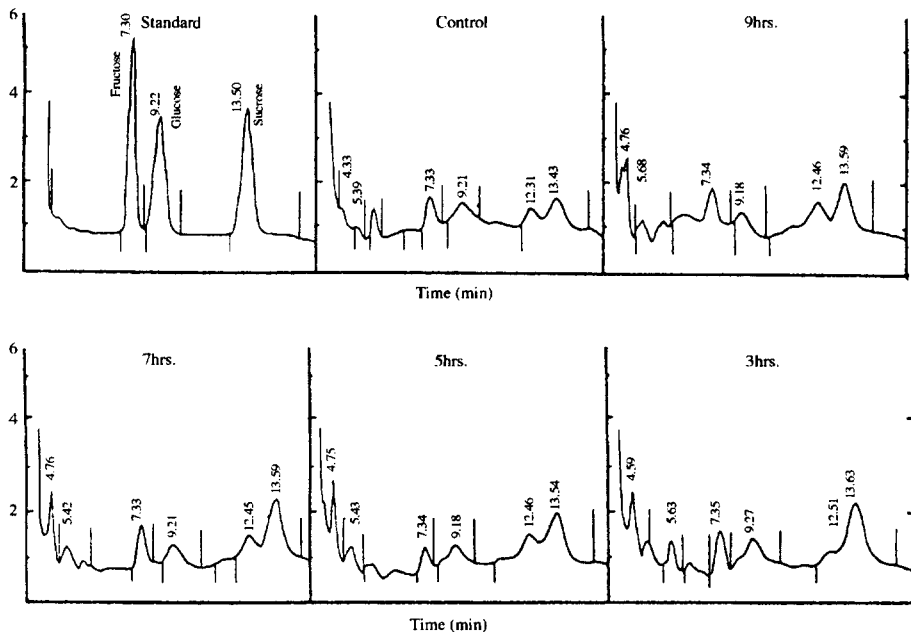


Fig. 11. HPLC analysis of reducing sugar in the leaves of *Zoysia japonica* grown under various photoperiod.

러 種類의 單糖이 含有되어 있음을 알 수 있으며 光條件과는 어떤 關係가 있는지를 別途의 實驗을 遂行하여 밝혀져야 할 것이다.

現存量(Standing crop)

Control區와 日照時間 調節區의 生長經過에 따른 現存量을 Table 9에 종합하였다.

日照時間 調節區에 대한 現存量은 control區, 9時間 光照射區, 7時間 光照射區는 共히 移植後 20日頃까지의 初期 生長過程에서 現存量의 增加率이 顯著히 높은 傾向을 보였으나 5時間 및 3時間 光照射區에서는 이들 區에 比하여 그 增加率이 낮게 나타났다. 各區 共히 現存量의 增加率은 生長經過에 따라 낮은 傾向을 보였고 3時間 光照射區를 除外한 各 照射區에서는 移植後 60日 以後의 生長過程에서 增加率이 顯著히 낮게 나타났으나 3時間 光照射區에서는 本 試驗期間中の 全生長過程에서 現存量의 增加率 이 가장 낮게 나타났으며, 日照時間 調節區에 있어서 生長過程에 따른 各區의 現存量의 增加는 LAI와 같은 傾向을 나타내었다. 日照時間 調節區에서는 光照射時間數가 적은 區일수록 Control區의 現存量과 懸隔한 差異를 보였고 生長이 經過함에 따라 그 差異는 더욱 커졌으며 特히 3時間과 5時間 光調節區에서의 現存量은 더욱 심한 差異를 보였다. 또한 Table 9에서 보는 바와 같이 生長經過에 따른 地上部 및 地下部の 乾物量 增加는 光照射時間이 적을수록 顯著히 낮은 傾向을 보였고 特히 地上部位 乾物量은 control區에 比하여 3時間 및 5時間 光照射區에서 顯著하게 낮은 差異를 보였다. Control區 및 9時間 光照射區에서는 移植後 30日頃 以後부터 70日까지의 生長過程에서 地上部位 乾物量의 增加率이 顯著히 높게 나타났으나 5時間 및 3時間 光照射區에서는 生長이 進行됨에 따라 乾物量 增加率은 極히 낮은 傾向

을 보였다.

한편 地下部の 乾物量 增加率도 control區와 9時間 光照射區에서 生長經過에 따라 높은 率을 보였으나 5時間 및 3時間 光照射區에서는 極히 緩慢한 增加率을 나타내고 있어 control區 및 9時間 光照射區와는 全生長 過程에서 懸隔한 差異를 나타내었다.

그러므로 光照射時間을 짧게 調節한 狀態에서는 生長經過에 따른 物質生産性이 低下됨으로 光照射時間이 物質生産에 影響을 주는 重要な 要因이 되고 있음을 알 수 있다.

Watkins(1940)는 Bromegrass의 人爲的인 遮光試驗에서 遮光은 葉의 伸長을 一時的으로 促進하나 植物의 重量을 減少시켰고 Maser(1968) 등은 Kentucky bluegrass에서 13~16時間의 長日은 根生長이 顯著히 增加되었음을 報告하였으며 Youngner(1961)는 日長과 溫度에 따른 Zoysia屬 잔디試驗에서 14時間 日長일 때 根의 生産量이 顯著히 높음을 報告한 바 있어 本 試驗과 같은 傾向을 나타내었다. Control區와 日照時間 調節區에서 共히 1% 水準에서 高度의 有意性을 보였으며 葉面積과 地上部重量, 葉面積과 全體 重量間의 相關은 各區 共히 有意性있는 正의 相關關係를 나타냈다.

적 요

들잔디(*Zoysia japonica*)의 一次生産性的의 光條件과의 相互作用을 評價하고 生理生態學的인 特性을 究明하기 위하여 日照時間을 調節한 狀態에서 人工群落의 物質生産性과 生産特徵을 分析하였다. 研究結果의 要約을 다음과 같이 定理하였다.

1. Control區와 9時間 光照射區에서 生長經過에 따른 葉數와 全體葉長の 增加率이 利植後

Table 9. The standing crop under various photoperiod in *Zoysia japonica*

Sampling date	Plot	Dry weight.g/plant				Mean of leaf area(cm ²)
		Top	Up*	Total	g/m ²	
Jun. 30	cont	0.16	0.004	0.020	1.28	2.254
	9hrs	0.16	0.004	0.020	1.28	2.254
	7hrs	0.16	0.004	0.020	1.28	2.254
	5hrs	0.16	0.004	0.020	1.28	2.254
	3hrs	0.16	0.004	0.020	1.28	2.254
Jul. 10	cont	0.061	0.020	0.081	5.184	5.826
	9hrs	0.059	0.020	0.079	5.056	5.224
	7hrs	0.058	0.018	0.076	4.864	4.503
	5hrs	0.053	0.017	0.070	4.48	4.001
	3hrs	0.046	0.015	0.061	3.904	3.876
Jul. 20	cont	0.556	0.175	0.731	46.784	37.950
	9hrs	0.392	0.105	0.497	31.808	25.577
	7hrs	0.212	0.096	0.308	19.712	32.622
	5hrs	0.111	0.041	0.152	9.728	18.125
	3hrs	0.066	0.024	0.090	5.76	15.691
Jul. 30	cont	1.367	0.192	1.559	99.776	97.397
	9hrs	0.973	0.155	1.128	72.192	85.560
	7hrs	0.546	0.109	0.655	41.92	65.222
	5hrs	0.225	0.055	0.280	17.92	37.003
	3hrs	0.090	0.029	0.122	7.808	21.177
Aug. 9	cont	2.666	0.258	2.924	187.136	213.582
	9hrs	1.870	0.211	2.801	133.184	174.544
	7hrs	1.008	0.202	1.210	77.44	110.110
	5hrs	0.348	0.064	0.412	26.368	61.903
	3hrs	0.120	0.035	0.165	10.56	29.073
Aug. 19	cont	3.805	0.340	4.205	269.12	327.652
	9hrs	2.743	0.324	3.067	196.288	292.042
	7hrs	1.582	0.220	1.802	115.328	184.252
	5hrs	0.531	0.074	0.605	38.72	104.568
	3hrs	0.158	0.063	0.221	14.144	37.476
Aug. 29	cont	5.336	0.451	5.787	370.368	454.317
	9hrs	3.770	0.424	4.194	268.416	422.083
	7hrs	2.128	0.284	2.412	154.368	294.846
	5hrs	0.736	0.084	0.820	52.48	160.797
	3hrs	0.206	0.048	0.255	16.32	46.721
Sep. 8	cont	5.587	0.552	7.139	456.896	573.798
	9hrs	4.609	0.518	5.127	328.128	511.855
	7hrs	2.575	0.338	2.913	186.432	371.379
	5hrs	0.877	0.124	1.001	64.064	212.809
	3hrs	0.233	0.054	0.287	18.368	53.790
Sep. 18	cont	7.507	0.631	8.137	520.832	646.191
	9hrs	5.238	0.583	5.821	372.544	618.159
	7hrs	2.886	0.383	3.269	209.216	482.646
	5hrs	1.008	1.101	1.109	70.976	245.095
	3hrs	0.237	0.064	0.301	19.264	58.727
Sep. 28	cont	7.906	0.693	8.599	550.336	691.462
	9hrs	5.770	0.631	6.401	409.664	652.452
	7hrs	3.230	0.414	3.644	233.216	475.073
	5hrs	1.109	0.107	1.216	77.824	171.698
	3hrs	0.249	0.055	0.304	19.456	61.297

*Underground part.

Table 10. Duncan's multiple range test for leaf area and total weight under various and photoperiod in *Zoysia japonica*

	Control	9 hrs	7 hrs	5 hrs	3 hrs
Leaf area	338.84a	352.78a	245.27b	139.00c	40.49d
Total wt.	4.075a	3.895ab	2.296c	0.746e	0.210f

Table 11. Correlation coefficient for leaf area vs.top part weight, and leaf area vs. total weight under various photoperiod in *Zoysia japonica*

	r				
	Control	9 hrs	7 hrs	5 hrs	3 hrs
L:W ₁	0.987**	0.991**	0.990**	0.978**	0.901**
L:W ₃	0.987**	0.991**	0.990**	0.977**	0.894**

** : Significant at 1% level.

L : Leaf area W₁ : Top part weight W₃ : Total weight.

初期生長過程에서 顯著히 높게 나타났고 生長이 進行됨에 따라 漸次 낮아지는 傾向을 보였으나 3時間 光照射區에서는 移植後 初期生長에서부터 顯著히 낮아지는 傾向을 나타내고 있어 잔디 初期生長過程의 受光條件이 葉數 및 全體 葉長의 增加에 重要な 要因을 이루고 있다.

2. 移植後 初期生長過程에서 葉面積比의 增加率이 顯著히 높은 傾向을 보이고 있어 光合成 器官의 面積과 그 比率을 增大시키는 生長特性을 보였다. 光照射時間이 짧은 區일수록 增加率이 顯著히 낮게 나타나고 있어 日照時間 調節이 葉面積指數에 크게 影響하는 條件으로 나타났다.

3. Control區와 9時間 光照射區에서는 rhizome길이 및 마디數가 顯著히 높은 値를 보였고 3時間 光照射區에서는 rhizome發生이 늦고 伸長과 마디수의 增加도 낮은 傾向을 보였으며 生長經過에 따라 control區와 差異는 顯著히 크게 나타났다.

4. 葉綠素 含量은 移植後 36日 以後의 生長過程에서 높은 値를 나타내었고 生長의 經過됨에 따라 低下하는 傾向을 보였으며 光照射時間이 짧을수록 낮은 値를 나타내었다. 3時間 光照射

區에서 葉綠素 生成이 顯著히 低下되었고 光照射時間이 짧을수록 chlorophyll b에 대한 a의 比率이 낮게 나타났으며 波長은 430nm와 660 nm 및 410nm와 455nm에서 葉綠素 含量에 대한 吸光度를 보여주는 peak를 나타내었다.

5. 可溶性 糖含量은 control區와 日照時間 調節區에서 8月 28日 HPLC法에 의한 測定結果 光照射時間이 짧을수록 糖含量比가 높게 나타난 것은 긴 光遮斷에서 多糖類의 合成이 低下하였으나 糖의 轉流 및 消耗量이 低調하여 生成된 糖이 蓄積된 것으로 볼 수 있다.

6. 移植後 初期 生長過程에서 現存量의 增加率이 높게 나타났고 光照射 時間이 짧을수록 現存量은 낮게 나타났으며 3時間 調節區에서 全生長過程을 通하여 現存量과 그 增加率이 顯著히 낮은 値를 보이고 있어 遮光에 의한 짧은 光照射가 物質生産性を 低下시키는 要因을 이루고 있다.

REFERENCES

1. Alberda, T. 1957. The effects of cutting, light intensity and night temper-

- atures on growth and soluble carbohydrate content of *Lolium perenne* L. Plant and Soil. 8:199-230.
2. Allard, H. A. , and M. W. Evans. 1941. Growth and flowering of some tame and wild grasses in response to different photoperiod.
 3. Beard, J. B. 1973. Turfgrass: Science and Culture. p. 181-208 Prentice Hall.
 4. Benedict, H. M. 1940. Effect of day length and temperature on the flowering and growth of four species of grass. J.
 5. Berry, J. A. 1975. Adaptation of photosynthetic progress to stress. Science 188. 644-650. Agricultural Research 61:661-671.
 6. Campbell. J. S. and Foster. R. H. 1960. Lawn grasses in triniolad. Proc. Carab. Reg. Amer. Soc. Hort. Sic. 4:78-80.
 7. 丹羽 三, 高梨信文. 1950. 日本芝の寶生繁殖, 造園雜誌 41(1)1-5.
 8. Donald, C. M. 1961. Competition for light crops and pastures. Mechanism of biological Competition Symp. Soc. Exp. Bot. 15:282-313.
 9. 江原驚, 鍋島英男, 兒島正信. 1963. 芝類種子の發芽に關する試驗. 西日本Green 研究所. 研究成績報告書 2(1)16-19.
 10. 小尺知雄. 同上(第 3 報) 光線の強弱か 芝の生育にと法す影響の續き. 造園雜誌 16(1): 1-4(192).
 11. Frazier, S. L. 1960. Tufgrass seedling development under measured environment and management conditions. M. S. Thesis. Purdue University.
 12. 鄭台鉉. 1965. 韓國動植物圖監. 第五卷 木 草本類.
 13. Goodman, R. J. 1973. Phydiological and ecotypic asaptations on plant of salt desert condition in Utha. Jour. Ecol. 61(2).
 14. Lovvorn, R. L. 1945. The effect of defoliation, soil fertility, temperature, and length of day on the growth of some perennial grasses. Journal of the American Society of Agronomy. 37:570-582.
 15. 李昌福. 1973. 초자원 도감, 농촌진흥청.
 16. Peterson, M. L., and W. E. Loomis. 1949. Effects of photoperiod and temoe-ryatyre on growth flowering of Kentucky bluegrass. Plant Physiology 24:31-43.
 17. Min Kyung Hyun, and cho Moo Yun. 1973. A study on the suitability of ground covers. Journal of the Korea society of Landscape architects 1:7-15.
 18. Mitchell, K. J. , and R. Lucanus. 1962. Growth of pasture species under controlled enviromant, III. Growth at various levels of cinstant temperature with 8 and 16 hours.
 19. Misra, M. K. , and B. N. Misra. 1981. Seasonal change in leaf area index and chlorophyll in an Indian grassland. J. of Ecology 69:797-805.
 20. Maser, L. E. , s. R. Anderson, and R. W. Miller. 1968. Rhizome and tiller development of Kentucky bluegrass, *Poa Pratensis* L., as influenced by photoperiod, cold treatment, and variety. Agronomy Journal 60:632-635.
 21. 上原敬二, 1969, 芝生と 芝庭, 加鳥書店. 15-31 72-75.

22. Schmidt, R. E., and R. E. Bsaser. 1967. Effect of temperature, light, and nitrogen on growth and metabolism of Cohansey.
23. Youngner, V. B. 1959. Growth of U-3 bermudagrass under various day and night temperatures and light intensities. *Agronomy Journal*. 51(9):557-559.
24. Younger, V. B. 1960. Environmental control of initiation of the inflorescence reproductive structures, and proliferations *poa bulbosa*, *American Journal of Botany* 47:753-757.
25. Youngner, v. B. 1960. Temperature and light in growth of turf Golfdom 34(4):70.
26. Younger, V. B. 1961. Accelerated wear test on turf grasses. *Agron. J.* 52:217-218.
27. Youngner, V. B. 1961. Growth and flowering of *Zoysia* species in response to temperatures, Photoperiods and light intensities *Crop Science* 1(2):91- 93.
28. Youngner, V. B. 1961. Growth and folweromg pf *Zoysia* species in response to temperatures, Photoperiods and light intensities. *Crop Science* 1(2):91-93.
29. Youngner, V. B. 1961. Germination of *Zoysia* species to temperatures, photoperiods and light intensities. *Crop. Sci.*
30. 尹國炳 外7人 1966. 造園學 257-267.
31. 柳達永. 廉道義, 1969. The effect of planting date, storage and density on the growth of transplanted *Zoysia japonica*, *Jor. Kor. Soc. Hort. Sci.* 5:73-83.
32. Watkins, J. M. 1940. The growth habits and chemical composition of bromegrass *Bromus intermis* Leyss, as affected by *Society of Agronomy* 32: 527-538.
33. Watson . D. J. and S. A. W. French. 1962. An attempt to increase yield by controlling leaf area indes. *Amer. Bot. N. S.*, 50:1-10.