

# 韓國잔디(*Zoysia japonica* Steud.)의 分枝 發達樣相과 光合性器管의 電子顯微鏡的 構造에 관한 研究

張楠基·金炯基\*·劉俊姬·金龍鎮·林采成

서울대학교 師範大學

## Studies on the Development of Branch Patterns and the Electronmicroscopic Structure of Photosynthetic organs in *Zoysia japonica* Steud.

N.K. Chang., H.K.Kim\*, J.H.Yoo, Y.J.Kim and C.S.Lim

College of Education, Seoul National University.

### Summary

This study was carried out to elucidate the physiological and ecological mechanism of the branch pattern and electronmicroscopic structure of photosynthetic organs in *Zoysia japonica* Steud.

The angles between the internodes of rhizome and the branches of *Z.japonica* were changed from 0 to 52 degrees. The rhizomes tended to branch from the 3th node to the 10th node. When the terminal bud was damaged by various environmental factors, the initial branching formation was appeared immediately to the 4th node. The internode growth of the rhizome started from the beginning of April and continued to the end of October.

It became evident that there is a division labor between two different kinds of photosynthetic cells of mesophyll and bundle sheath tissues in *Z.japonica*. The thick-walled bundle sheath cells surrounds the leaf vascular bundles as the Kranz type and separates them from the mesophyll cells.

### I. 緒 論

近來 잔디類는 世界的으로 綠化에 依한 景觀의 美化이외에 地被植物로서의 優秀性이 널리 認識되었고(江原等, 1968; 上原, 1969), 또한 國民의 生活水準이 向上되면서 環境美化에 대한 關心이 增加됨에 따라 그 効用性은 더욱 높아지고 있다.

잔디類는 庭園이나 都市公園의 造成, 골프場과 各種 運動競技場의 잔디被覆, 住宅 및 工業團地 周邊의 綠化, 道路와 高速道路의 周邊, 堤防 傾斜面과 切斷面等의 浸蝕防止 및 造景을 위하여 널리 利用되고 있다. 한편 우리나라에서는 옛날부

터 잔디를 주로 墓域의 被覆에 利用되어 왔다.

또한 大氣의 淨化와 氣象의인 環境條件의 緩和 및 土壤保全效果등이 認定되어 잔디 活用度가 世界的으로 擴大되고 있다(小沢, 1975)고 하였다.

우리나라에 自生하는 잔디類는 現在 잔디(*Zoysia japonica* Steud), 금잔디(*Zoysia tenuifolia* Willd), 갯잔디(*Zoysia sinica* Hance), 왕잔디(*Zoysia macrostachya* Fr. et Sav) 등의 4個種이 알려져 있다(李, 1985). 이 중 *Z. japonica*는 地上匍匐莖으로 옆으로 生長하는 多年生 草本植物로 病虫害 및 가뭄에 强하고 瘠薄한 土壤에서도 잘 자랄 뿐아니라 雜草에도 强하며, 庭園은 물

\*三育大學

론 國土綠化 및 高速道路의 美化에도 매우 重要하게 利用되고 있다. 特히 競技場 및 砂防工事用地被植物로도 대단히 有用한 植物인 것이다(熊井等, 1965).

이 *Zoysia japonica*는 우리나라의 海岸, 原野, 山野地등에 廣範圍하게 分布하여 自生하고, 禾本科에 屬하며, 暖地型인 C<sub>4</sub>植物로서 地下莖을 가지고 繁殖하고 地域에 따라 形態的 變異를 나타낸다(柳 및 廉, 1969). 特히 이 잔디의 匍匐莖은 一般의으로 옆으로 길게 뻗고 匍匐莖의 마디에서 뿌리가 나며, 앞은 길이 5~10cm, 나비 2~5mm로서 平평하거나 안으로 말리며 葉鞘 가장자리에 털이 있고 꽃은 5~6月頃에 피며 花莖은 높이 15~20cm로서 尖端에서 3~5cm部位에 花穗가 달린다(朴, 1949).

따라서 本 研究에서는 韓國잔디의 生長型과 分枝되어지는 過程中的 特性을 糾明하여 좋은 잔디 밭장을 形成하여 浸蝕防止와 土壤保全效果 등에 寄與할 수 있는 資料를 얻고자 實驗하였다.

## II. 材料 및 方法

### (1) 供試材料

供試된 材料는 서울特別市 綠地事業所의 蘭芝島 잔디造成草地와 서울特別市 冠岳山의 西北斜面 북위 37°27', 동경 126°50'에 位置한 서울大學校 構內的 *Z. japonica* 純群落地를 選定하여 1985年 3月初부터 1986年 11月末까지 實施하였다.

### (2) 實驗地域의 概況과 土壤의 化學的 特性

本 實驗이 遂行된 場所의 土壤의 化學的 特性

에 대한 概況을 調査한 結果는 Table 1 과 같으며, 蘭芝島의 경우는 微砂質壤土이고, 서울大 構內는 粘質壤土이었다.

土壤酸度는 蘭芝島는 中性에 가까와 잔디生長에 유익한 微生物 活動促進效果가 있으리라고 보여지나, 서울大 構內는 酸性이 강한 편이었다.

有效磷酸量은 蘭芝島는 우리나라 耕地의 平均値 110ppm 보다 높은 水準이었고 서울大 構內는 비슷한 水準을 보였다. 陽이온 置換容量은 一般의으로 肥沃하고 生産性이 높은 土壤일수록 높은 傾向이 있는데 서울大 構內는 우리나라 耕地의 平均値인 9.6me/100g 보다 낮게 나타났으며 蘭芝島는 이보다 높지만 유럽의 優良草地의 平均値인 16~20me/100mg 보다 훨씬 낮은 水準임을 알 수 있었다.

### (3) 實驗地域의 氣候象況

本 實驗이 遂行된 蘭芝島와 서울大學校 地域의 5月初부터 9月末까지의 平均氣溫은 17.9~24.5℃ 이고 降水量도 100mm 以上에 달하여 夏型 生長型인 *Z. japonica*의 生長에는 最適 立地條件임을 알 수 있다.

### (4) 調査方法

*Z. japonica*의 分枝型에 관한 諸調査는 Kim and Chang (1985)의 方法에 依하여 行하였으며, 電子類微鏡的 構造는 Chang et al. (1984)의 方法에 따라 調査하였다.

## III. 結果 및 考察

### (1) 匍匐莖에서 分枝되는 角度

Table 1. Chemical properties of soil of *Zoysia japonica* Steud grassland in Seoul National Univ. and in Nanjido area.

Experimental area	Sampling depth	pH (H <sub>2</sub> O 1 : 2.5)	Organic matter	Total Nitrogen	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exchangeable (me/100g)			C. E. C* (me/100g)
						K	Ca	Mg	
Nanjido	0~10cm	7.0	4.24	0.38	160.75	0.62	6.61	2.22	12.64
	10~20cm	6.6	3.76	0.32	150.05	0.57	4.46	1.92	10.56
SNU.	0~10cm	5.6	1.81	0.16	107.38	0.35	3.51	0.68	7.48
	10~20cm	5.3	1.68	0.09	86.36	0.27	3.25	0.63	6.60

\* C. E. C; Cation Exchangeable Capacity

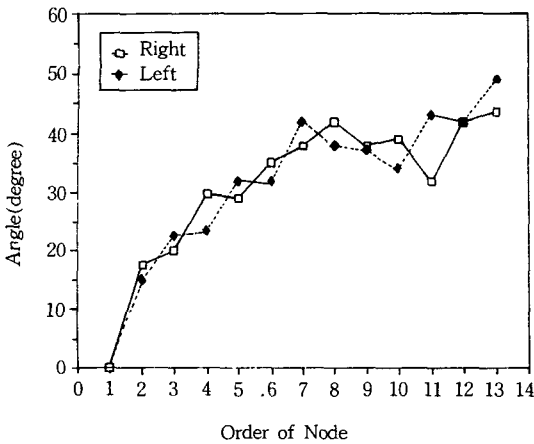


Fig.1. The angles between the internode of rhizome and the bud branch of *Z. japonica*

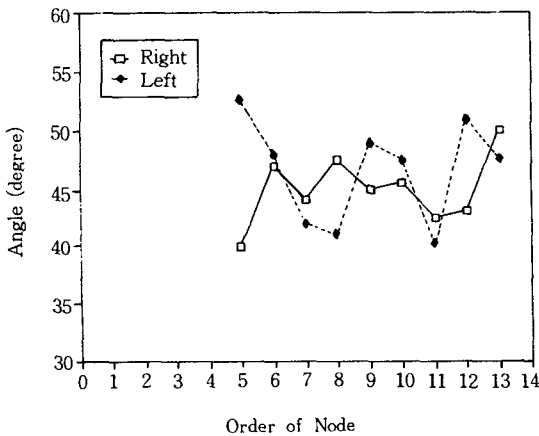


Fig.2. The angles between the branch and the internode of rhizome of *Z. japonica*

잔디의 匍匐莖의 先端으로부터 順位를 定하고, 匍匐莖의 各 마디에서 發達하는 未分化 狀態의 萌芽의 角度를 調査한 結果는 Fig.1과 같다.

萌芽와 마디間的 角度는 제 1番마디의 0°로 부터 漸次로 커져 7~13番마디 사이에는 43~52°에

이르고 있다.

Kim and Chang (1985)의 報告에 의하면 바랭이 (*Digitaria Sanguinalis*)에 있어서는 第1番 마디와 萌芽의 角度는 0°이나 漸次로 增加되어 50°에서 一定한 狀態에 到達하였다. 이 結果는 本 實驗과 比較하여 볼 때 角度間的 差異는 있으나 그 傾向은 一致하는 것으로 나타나고 있다.

一般的으로 匍匐莖으로 完全히 分枝된 가지를 基準으로 하여 分枝角度를 調査한 結果는 Fig.2.에서 보는 바와 같이 5番째 마디부터 13番째 마디까지에 42.6~52.0° 사이에서 거의 비슷한 角度를 나타내었다.

이 중 左側과 右側의 角度差異는 적었고, 匍匐莖의 가지는 왼뿌리를 起點으로 하여 볼 때 左側이 50.8%, 右側이 49.2%로 나타나 左右側 角度間에는 有意差가 存在하지 않았다. 그러나 同一한 마디에서는 左右側間에 마주나기로 發生하는 경우와 어긋나기로 發生하는 경우가 觀察되었으나 後者의 경우가 많았다. 맺장을 이루고 있는 匍匐莖의 分枝角度는 Fig.2에서 보는 바와 같이 平均 47°였다. 이상의 結果에 의하면 *Z. japonica*의 匍匐莖은 一般的으로 42.6~52°의 角度로 分枝하여 Figs. 5~7에서 보는 바와같은 잔디의 맺장을 形成한다는 것을 알 수 있다.

## (2) 匍匐莖의 分枝型

一般的으로 잔디는 周邊이 裸地인 條件에서 可能한 한 빠른 期間內에 맺장을 形成하는 것이 要望된다. 이에 대한 基礎資料를 얻기위하여 地上匍匐莖과 地下匍匐莖이 첫 分枝를 몇번째 마디부터 하는 가를 左·右側別로 나누어 調査한 結果는 Table 2 와 같다.

一般的으로 첫가지가 나오는 마디는 제3番째 마디에서 0.27%이고, 7番째 마디에서 40.91%로 가장 높았으며 10番째 마디에서 나온 것은 1.61%였

Table 2. The initial branching ratio of each node both in stolon & rhizome.

Order of Node	3	4	5	6	7	8	9	10
Left branch (%)	0.27	1.14	2.27	7.95	28.41	10.23	6.82	1.14
Right branch (%)	0.00	0.32	2.20	4.55	12.50	17.05	5.68	0.47
Total (%)	0.27	0.46	4.47	12.50	40.91	27.28	12.50	1.61

Table 3. The branching percents when a terminal bud was damaged.

Node order after terminal buds was damaged	1	2	3	4	5
Left branch(%)	22.2	4.4	6.7	2.0	
Right branch(%)	15.6	4.4	4.0	3.4	1.3
Left & right branch(%)	26.7	8.9			
Total percentage	64.4	17.8	11.1	5.4	1.3

Table 4. The length of internode in rhizome of *Z. japonica*.

Area	Order	(unit;cm)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A*		2.6	3.6	4.6	5.3	6.4	5.8	5.1	4.7	2.9	2.8	2.7	1.9	1.7	1.6
B**		2.1	2.7	3.5	3.4	3.8	2.9	2.1	1.7	1.6	1.5				

\*Nanjido area (annual)

\*\* Seoul National University

다.

(3) 頂芽損傷時 分枝되는 樣相

한편 頂芽가 環境要因에 依하여 損傷되었을 때 分枝되는 樣相을 보면 頂芽가 損傷된 匍匐莖에서는 첫째마디에서 64.4%, 둘째마디에서 17.8%, 셋째마디에서 11.1%, 넷째마디에서 5.4%로 漸次 減少하는 傾向을 보였다(Table 3.)

이러한 結果로 미루어 보아 新生匍匐莖에 生成된 萌芽는 大部分 直立莖으로 分化發達되고 있으나, 匍匐莖으로 發達하려면 頂芽가 傷害를 입을 때이다. 그러므로 좋은 甎장을 形成하기 위해서는 刈取하거나 踏壓등으로 分枝를 促進하도록 해야 한다. Fig. 4.는 頂芽가 損傷된 경우에 分枝되고 있는 것을 보여주고 있다.

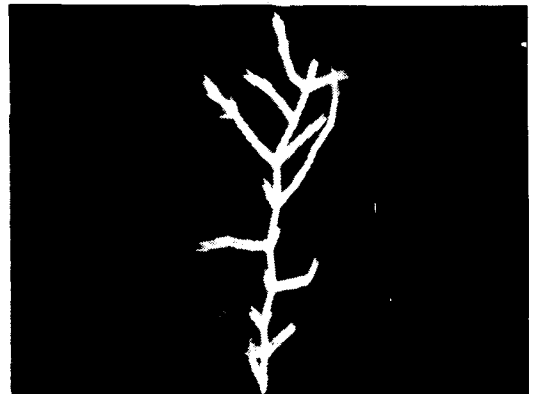


Fig.4. A photograph of branching form when a terminal bud of *Z. japonica* Steud is damaged



Fig.3. A photograph of branching form of *Z. japonica* Steud

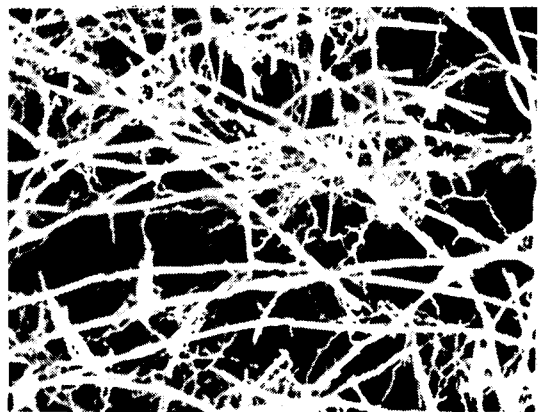


Fig.5. A photograph of sod forming at a shadowy place in the Seoul National Univ. Campus

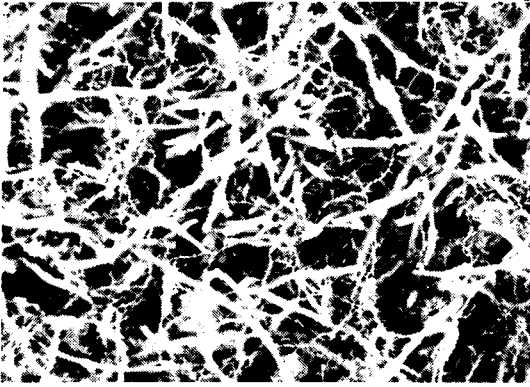


Fig.6. A photograph of sod forming at a sunny place in the Seoul National Univ. Campus

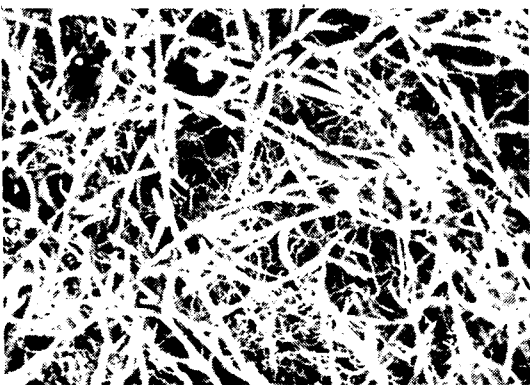


Fig.7. A photograph of well-formed sod at a sunny side in the Seoul National Univ. Campus

이러한 현상은 頂芽優勢 (Apical dominance) (郭等, 1985)로 植物에 있어서 頂芽를 除去하면 그 아래쪽에 있는 側芽가 生長하기 始作하고 또 이 側芽를 除去하면 아래 側芽가 生長하기 始作하는 것과 同一한 現象으로 볼 수 있다.

#### (4) 匍匐莖의 節間生長

*Z. japonica* 匍匐莖의 節間生長을 調査한 結果는 Table 4.와 같다.

本 實驗結果 蘭芝島 경우는 年間 8~14개 마디가 나고, 冠岳山 잔디 群落에서는 6~10개의 마디가 生長하는 것을 觀察하였다. 이 두 地域의 節間生長을 比較하면 蘭芝島의 경우가 節間伸長이 활발히 이루어졌음을 알 수 있는데 이 差異는 環境要因과 肥培管理의 差異에 依한 것으로 생각된다.

잔디의 季節別 節間生長을 보면 4月上旬頃に 生

長을 始作하여 7月上旬부터 9月上旬까지 比較的 빠른 速度로 伸長生長을 한 후에는 顯著히 減少하다가 10月末부터 11月上旬頃に 生長이 完全히 停止되었다.

Shoji(1974)는 잔디群落草地에서 地上部 現存量の 季節的變化를 調査한 結果를 보면 葉面積은 8月中·下旬頃に 最大値를 乾物生産量은 9月中旬頃に 最大値를 나타내는 夏型成長을 指摘한 바 있었다. 이 夏型生長은 匍匐莖의 마디生長에서도 觀察되었다(Table 4.)

Davis(1956)의 報告에 依하면 Meyer Zoysia grass는 匍匐莖을 利用한 營養繁殖이 可能하고 잔디草地가 한번 形成되면 雜草에도 強하고 가뭄에도 強하여 瘠薄한 土壤에서 잘 자란다고 指摘한 바 있는데, 이는 좋은 芟장이 形成된 것과 잘 一致하는 것으로 解析할 수 있다. (Figs. 6, 7.)

一般的으로 外來種 잔디類는 대개 가을에 出穗開花하지만, 4月下旬부터 本格的으로 伸長하는 *Z. japonica*는 5~6月間에서 出穗開花한다. 그러므로 出穗開花習性面에서 보면 잔디는 夏型生長에 屬하지만 出穗開花이후에도 營養生長은 계속한다고 볼 수 있다.

이와같이 잔디의 分枝로 이루어진 芟장을 보면 林間陰地下의 低密度로 形成된 樣相(Fig. 5.)이며, 樹冠으로 덮이지 않은 陽地에서 形成되어진 高密度의 芟장이며(Fig. 6.), 잔디草地가 잘 이루어진 경우는 Fig. 7과 같다.

특히, 잔디의 生長力에 대한 江原等(1964)의 報告에 依하면 地上部生長은 一般的으로 地下部 貯藏炭水化物 含量이 最低水準인 5月中·下旬에 가장 높은 傾向이 나타났으며, 地上部の 炭水化物量이 最大인 6月初부터 7月初 사이의 種子登熟期에는 대체로 낮으며, 7月中·下旬 및 8월에 다소 높은 水準을 보이다가 9月末 이후에는 거의 生長이 停止되며 10月中旬頃에는 休眠直前으로 貯藏炭水化物量은 가장 높다고 指摘한 바와 本 實驗의 節間生長(Table 4.) 傾向과 거의 類似한 樣相을 보였다.

#### (5) C<sub>4</sub>型 *Z. japonica*와 C<sub>3</sub>型 外來種 잔디의 細胞構造

i) C<sub>4</sub>型인 *Z. japonica*의 細胞構造  
電子顯微鏡으로 維管束鞘 細胞와 葉肉細胞의



Fig.8. Magnified photographs on a cross sections of a mature leaf of *Zoysia japonica* Steud (magnified 15,000 times).

BSC & MC : Electron micrograph of vascular Bundle Sheath Cell(BSC) and Mesophyll Cell(MC) exhibit chloroplast dimorphism.

S & C : The chloroplast from the vascular-bundle sheath cell posses numerous Starch frains(S), C(cell wall).

PD : plasma Desmata

葉綠體를 比較한 結果 *Z. japonica*는 Fig.8의 A, B로서 維管束鞘細胞와 葉肉細胞의 크기나 形態에서 큰 差異가 있으며 維管束鞘 葉綠體에는 澱粉粒이 많이 포함되고 비교적 grana가 發達되어 있지 않았다. 反面에 葉肉細胞의 葉綠體는 澱粉粒의 발달이 微弱하며 grana가 잘 發達되어 있다. 이는 西村(1983)의 報告에 依한 *Z. japonica*는  $C_4$  植物의 特徵인 Kranz 葉構造를 가지며 維管束細胞内の 葉綠體에 grana 構造가 미약한 phosphoenol pyruvate-carboxy kinase(PEP-CK)型에 屬한다고 指摘한 것과 一致한다. 이와같은 構造는

$C_4$ 型 植物의 典型的인 特徵으로서 Johnson and Brown(1973) 등이 葉綠體의 同種二形을 나타낸다는 報告와도 一致한다.

ii)  $C_3$ 型 外來種 잔디 kentucky bluegrass와 perennial ryegrass의 細胞構造

$C_3$ 型인 外來種 잔디 kentucky bluegrass는 Fig.9.이며, perennial ryegrass는 Fig.10.과 같다.



Fig. 9. Magnified photographs on a cross section of a mature leaf of *Poa Pratensis* L. (magnified x 15,000 times).



Fig. 10. Magnified photographs on a cross section of a mature leaf of *Lolium perenne* L. (magnified x 15,000 times).

C: The chloroplast(C) from mesophyll cell posses well-developed grana and starch granule in it.

PD: Plasma Desmata

\* The vascular bundle tissue is surrounded by parenchyma sheath cells which have no chloroplast. The Mesophyll tissue is well-developed and contains Numerous small chloroplast that are exhibited in black.

이들은 葉肉細胞가 特히 잘 발달되었고 葉綠體의 크기가 작으며 維管束鞘細胞가 없어 좋은 對照를 보이고 있으며, 이는 李·張(1983)의 報告에 依한 갈대(C<sub>3</sub>型)의 細胞構造와 一致한다.

#### IV. 摘 要

韓國잔디인 *Zoysia japonica* Steud에 대한 分枝發達樣相과 光合成器管에 관한 電子顯微鏡的構造를 研究한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. *Z. japonica*는 匍匐莖의 마디와 發達하는 未分化狀態의 萌芽와의 分枝角度는 0°로부터 48°~52°에 이르는까지 變化하였다.
2. 匍匐莖에서의 分枝樣相은 第3番마디부터 가지를 치기 始作하여 第10番 마디까지 分枝되는 傾向이 나타났다.
3. 諸 環境要因에 의하여 頂芽가 損傷되었을 경우에는 頂芽로부터 第1番마디에서 부터 第4番 마디 사이에서 거의 大部分이 分枝되는 傾向을 보였다.
4. 匍匐莖의 節間生長은 4月 上旬頃부터 生長을 始作하여 10月 下旬頃까지 계속적인 生長을 보였다.
5. 光合成器管의 電子顯微鏡的 微細構造는 他 C<sub>4</sub>植物과 같이 維管束鞘細胞와 葉肉細胞間의 形態의 差異가 뚜렷하며 典形的 Kranz type를 나타내었다.

#### V. 引用文獻

1. Davis, R.R. 1956. Question and Answers on futures of *Meyer Zoysiagrass*. Ohio Fm. Home Res. 41:44-45 Biol. Abst. 27:709.
2. Johnson, S.C. and W.V.Brown, 1973. Grass leaf ultrastructural variations. Amer. J.Bot. 60:727-735.
3. Kim, G.S. and N.K. Chang 1985. Branching geometry and effective leaf area of spreading herbs, the crabgrass and the korean lawn. International grassland congress, Kyoto.pp.387-388.
4. Shoji, S. 1974. Ecological studies on the *Zoysia* type grassland(2). Survey of the seasonal change in the above-ground standing crop of plants. Rep. Inst. Agric. Johoku Univ. 25: 53-64.
5. 江原薰·佐々木統治·池田一, 1964, Orchardgrass及びitalian ryegrassの生長に及ぶ貯藏養分量及び温度の影響. 日草誌 10(3):214~220.
6. ———, 1968. 芝草と芝地. 造成と管理. 養賢堂. 1~20. 140~150. 172~180. 243~251.
7. 上原敬二, 1969. 芝生と芝庭. 加鳥書店. 15~31. 72~75.
8. 西村修一, 1983. 飼料作物學, 文永堂. p.175.
9. 小沢知雄, 1975. 芝生, その他の地被. In: 庭園地被と植生病虫害, 齊藤勝雄 編纂. 技報堂出版社. 東京. 16~19.
10. 態井清雄·真田 雅·広瀬又三郎, 1965. 草地部資料 17. 29~40.
11. 郭炳華·任炯彬·孫膺龍·金容旭, 1985. 植物生理學. 郷文社. p.203.
12. 朴萬奎, 1949. 우리나라 植物名鑑, 서울:文教部.
13. 柳達永·廉道義, 1969. The effect of planting date, storage & density on the growth of trans-planted *Zoysia japonica*, J. Kor. Soc. Hort. Sci. 5:73~83.
14. 李性圭·張楠基, 1983. 韓國의 植生에 있어서 C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> 및 CAM 植物의 分類, 生産力 및 分布에 관한 研究. II, C<sub>3</sub>와 C<sub>4</sub>型 植物의 物質生産과 生産力, 韓國生態學會誌 6(2). 114~127.
15. 李昌福, 1985. 大韓植物圖鑑, 郷文社 115.
16. 張楠基·조정일·하권수, 1984. A study on the photosynthesis of chlorella symbiotic with *Paramecium bursaria*. Korean J. Eco. 7:21~28.