

光도를 달리한 地被植物 人工群落의 物質生産과
成長解析에 관한 研究*

— 개맥문동과 아주가를 中心으로 —

申 宇 均

禮山農業專門大學 造景科教授

A Study on Dry Matter Production and Growth Analysis of Herbaceous
Ground Cover under Various Light Intensity
— For *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* —

Shin, Woo Kyoum

Professor, Dept. of Landscape Architecture, Ye-San Agricultural Junior College

ABSTRACT

For the study of ecophysiological characteristics of herbaceous ground covers with shade tolerance, the primary productivity was investigated and the growth characteristics and their correlation with environmental factors were analyzed in cultivate *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* community from May to October of 1986.

The installation of experimental plots were split into control plot(full sunlight), 50%, 32% and 12% light intensity by randomized block design method and each plot area was 150 m². After the transplant, to take into account the edge effect of plant population, 30 plants were selected from each plot by random sampling every 10 day. Each sampled material was divided into leaves, stems, and roots dried in a drying oven at the temperature of 80 °C until it had constant weight and weighed. Chlorophyll content was analyzed by Mackinney method, T-N content by Kjeldahl method, carbohydrate content by Anthron method, and growth analysis was done by Blackman method.

By analyzing the dry matter production and growth characteristics of the materials cultivated on the experimental field under the condition of different treatments, the following results were obtained.

1. In each plot of *Liriope spicata* and *Ajuga reptans*, the increasing rate in the number of leaves was

* 경희대학교 대학원 조경학과 이학박사 학위논문
1987년 12월 12일 접수된 논문임.

- high at the early stage of growth and LAI was remarkably high from the last ten days of August to September. LAI of *Liriope spicata* under 50% light intensity and of *Ajuga reptans* under 32% light intensity were remarkably high. LAI of each material under 12% light intensity was very lower in the process of growth.
- All the experimental plots of each material showed high increasing rate of standing crop from early in August to early in september. In the process of growth, *Liriope spicata* under 50% light intensity and *Ajuga reptans* under 32% light intensity showed highly increasing rate. There existed positive relationship between standing crop and LAI with high significance.
 - Total chlorophyll contents of each material were increased in proportion to lower light intensity and their chlorophyll(a) content was 2.3 times as much as those of chlorophyll(b).
 - Carbohydrate content showed a high tendency as higher light intensity in each material. Total nitrogen contents and phosphorus contents of *Liriope spicata* under 50% light intensity and those of *Ajuga reptans* under 32% light intensity showed the highest values. All the plots showed the tendency that period of high standing crop, the increasing rate of the change of those contents were also high.
 - In each plot of each material, the change of RGR increased in the growth process until the middle of August, while it decreased after that. RGR of *Liriope spicata* under 50% light intensity and that of *Ajuga reptans* under 32% light intensity were the highest. NAR had a high tendency from the early in August to mid-september and that was the highest in control plot. NAR and LAI had significantly negative correlation.
 - In the plots of *Liriope spicata* under 50% and that of *Ajuga reptans* under 32% light intensity the maximum value of CGR were $0,489\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$, $0,827\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ respectively.
 - The optimum LAI to maximized CGR of *Liriope spicata* community under control plot, 50%, 32% and 12% light intensity were 0.07, 0.07, 0.06 and 0.12, and that of *Ajuga reptans* community were 0.45, 0.48, 0.84 and 0.19 respectively.
 - Regression and correlation between RGR, NAR, and mean temperature showed significantly positive, and there were little correlation between mean sunshine hour and RGR, mean sunshine hour and NAR, mean rainfall and NAR.
 - Ground cover ratio of *Ajuga reptans* under 32% light intensity was remarkably high and the area of ground cover was $1,241\text{cm}^2/\text{plant}$ around the end of October. In all plots of *Ajuga reptans* showed the tendency that, during the period of high LAI and CGR, the increasing rate of ground cover was also high.

緒 論

地被植物은 植生 復元에 일차적으로 이용되는 重要한 素材의 기능을 지니고 있으며 景觀의 視覺的 質을 提高함은 물론 생활환경의 安定性과 快適性을 증대 시키는데 크게 기여하고 있다. 이와 같은 기능성 때문에 지피식물은 單一要素로, 또는 複合된 要素로 그 활용범위가 확대되고 있으며 研究의 필요성이 더욱 높아지고 있다^{16,34,50}.

現在 主로 이용되고 있는 지피식물은 好光性인 잔디類로써 利用범위에 制限을 많이 받고 있으며, 따라

서 다양한 지피식물의 개발이 요구되고 있다 특히 건축물의 高層化에 따른 被陰地의 裸地 現象, 또는 屋外 空間 綠化에 따른 樹林下의 被陰地는 耐陰性 地被 素材에 대한 수요의 증대가 加速化 추세에 있으므로 耐陰性 地被植物의 物質生産性과 生長特徵 및 植物 機能과 環境要因과의 相互作用에 대한 함수관계등 生態學的인 연구는 현실적으로 중요한 과제라 할 수 있다.

따라서 본 연구는 地被植物의 一次生産性과 光條件과의 相互作用을 評價하기 위하여 耐陰性 植物로 알려진 개맥문둥과 아жу가에 대하여 光度를 달리한

環境下에서 재배하고, 이들의 物質生産性和 生長特徵 및 環境要因과의 相關關係를 분석하고 生理·生態의인 特性을 究明하므로써 본 地被植物의 利用을 위한 기초 자료를 제시하려는데 연구의 目的이 있다.

II. 研究史

Blackman³⁾이 植物體의 乾物生産 과정을 複利的인 現象으로 다루기 시작한 후 Brigg 등⁴⁾은 이를 定立하였으며 Watson⁵⁾은 植物의 生理·生態의인 接近方法을 통하여 成長解析法을 확립하였다.

Boysen-jensen⁶⁾과 Müller⁴³⁾등은 植物의 生長 현상을 光合成과 呼吸作用의 相關에서 고찰하고 그 生産性을 다시 植物機能과 環境要因과의 相互作用의 함수 관계에서 재평가함으로써 生産의 法則性을 究明하는 연구를 시도하였고 Blackman 등⁴⁾은 植物의 耐陰性을 生理·生態의으로 접근하여 식물집단의 生産성을 밝힌 바 있으며, Monsi와 Sacki⁴⁴⁾등도 식물 個體 또는 群落의 生産성에 대한 生理·生態의인 연구에서 물질 生産성과 光條件과의 관계를 究明하였다.

地被植物에 대한 연구는 Forbes 등¹³⁾이 *Zoysia*類의 發芽에 관한 연구를 시도한후 잔디류의 발아에 대한 많은 연구가 진행되었고^{10,19,48,60)} 잔디의 生理·生態와 生育에 관한 研究^{11,12,53,61)}, 踏壓이 잔디의 生育에 미치는 영향^{14,21,33,35,36)}, 그리고 日照와 잔디의 生態에 대한 研究^{2,28,37,63)}도 진행되었다.

本間 등²²⁾은 數種의 지피식물을 光環境에 따라 分類하였으며 小澤 등⁴⁵⁾은 *Hedera*屬에 대하여, Ota⁴⁶⁾는 소엽맥문동에 대한 耐陰性을 연구하였다.

한편 우리나라에서는 俞 등³⁰⁾이 物質生産性和 生長特徵 및 生理·生態의인 特性을 究明하기 위하여 英國式 生長解析을 한 바 있으며 秦²⁹⁾은 Blackman 方法에 의한 成長解析의 시도와 環境要因과의 相關關係를 究明하였고 朴等⁴⁷⁾은 純同化率과 葉面積比를 外的要因과 內的要因에 대한 영향을 밝히고 最適 光環境을 究明하였다.

光環境을 달리한 地被植物에 대한 연구는 柳 등^{62,63)}이 日照不足時 잔디類의 生長에 대하여 밝힌 바 있고 閔 등³⁹⁾은 數種의 地被植物을 耐陰度에 따라 분류하였으며 俞 등³²⁾은 맥문동, 잔디, 토끼풀에 대하여, 俞 등³¹⁾은 모란, 송악에 대하여, 申^{51,52)}은 비비추, 日日草(*Vinca minor*)에 대하여 被陰 程度에 따른 생장관계를 究明하였다.

III. 材料 및 方法

1. 研究 內容

本 試驗은 개맥문동(*Liriope spicata* Lour)과 아주가(*Ajuga reptans* L.: Carpet bugle)¹⁾를 材料로하여 1986年 4월부터 10월까지 實施하였다.

試驗區別 生育 過程에 따른 葉數, 葉面積指數, 現存量, T·R率 등 生育 要因을 調査했고 잎의 葉綠素含量, 光水化物含量 및 全窒素含量을 分析하여 生産性을 考察하였다. 그리고 相對生長率(RGR), 純同化率(NAR) 및 群落生長率(CGR) 등의 成長解析을 하였으며 또한 物質生産性和 氣象 要因과의 相關을 調査하였다. 특히 아주가는 各 試驗區別 生育 過程에 따른 地面 被覆度를 조사하였다.

2. 研究 方法

試驗區는 全日光의 相對照度 100%, (比較區), 50%, 32%, 12%로 調節하여 分割配置法 3反覆으로 設置하였다. 各 試驗區의 床幅은 2.0 m로 하였고 地上 1.5 m의 防幕을 설치한 후 黑色 遮光網으로 터널을 形成하여 光도를 조절하였다.

Table 1. Soil condition of experimental field before cultivating.

Soil class	pH (CaCl ₂)	T·N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	O.M (%)	Ex-me/100g			Water Content (%)
					K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
Loam	5.67	0.16	355	1.65	0.24	4.64	0.94	18.13

개맥문동의 種子와 아주가의 插穗는 陽地에서 자란 것중 生育상태가 좋은 母株로부터 채취하였다. 개맥문동의 種子純度는 95%였으며 4月 16日 Baume' 비중 1.18로 鹽水選한 후 1週間 물에 침지하고 4月 22日 Vermiculite의 파종상에 2~3粒씩 點播하였다.

註 1)

Ajuga reptans L.

Habitat : Europe, Near East

Growth habit: Stoloniferous ever green, mat forming (thick carpet)

Leaves : Opposite elliptic to obovate with entire, 3~4 inches long, 1 inch wide, dark green and bronze of lustrous leaves.

Flower : Mid April, violet blue, small compact pyramidal spikes

Texture : Medium to Coarse

Soil : Tolerate of dry or moist and acid

우리나라 중부지방에서는 地上部의 越冬이 곤란하다.

發芽率은 92% 였으며 發芽勢는 67% 였다. 아주의 插穗는 길이 $7 \pm 0.7 \text{ cm}$ /本, 무게 $0.7 \pm 0.2 \text{ gr}$ /本, 3마디에 葉數 4매를 남기고 最頂上 生長點을 제거한후 4月 20日 Vermiculite에 挿木하였으며 發根率은 100% 였다.

개막문동은 6월 17日에 植栽密度 $20 \times 20 \text{ cm}$ (25주/ m^2)로 移植하였는데 이때의 이식묘는 本葉 2枚에 길이 4~5cm, 發根數 3~4個에 길이 $3 \pm 0.7 \text{ cm}$ 이었다. 아주는 5월 18日에 植栽密度 $50 \times 50 \text{ cm}$ (4주/ m^2)로 이식하였으며 이때의 移植苗 상태는 發根數 6~7개에 길이 $4 \pm 0.6 \text{ cm}$ 이었다.

개막문동은 7월 4日부터, 아주는 6월 4日부터 10일마다 임의로 각 시험구 共히 30個體씩 채취하였으며 이때 集團의 Edge effect를 고려하여 각 시험구의 周邊部에 있는 個體는 Sampling에서 제외하였다.

채취한 試料는 葉面積을 측정하고 80°C Drying Oven에서 恒량이 될 때까지 건조시킨 후 秤量하였다. 葉面積은 綠葉面積測定機 (planimex 25QJ 8020 · 1)로 하였으며 葉綠素 分析은 Mackinney法을 利用하였다. 植物體의 T·N 含量 측정은 Kjeldahl法, P 함량은 Meter Vanadate法으로 분석했으며 탄소화물 분석은 Anthron法을 적용하였다. 地面被覆性能의 측정은 Mesh촬영 후 planimeter를 利用했고 기상자료는 중앙기상대 洪城支台의 자료를 利用하였다. 그리고 成長解析은 Blackman의 方法을 적용하였다.

IV. 結果 및 考察

1. 物質生産과 生長要因

1) 葉數

光度를 달리한 상태에서 자란 개막문동과 아주의 生育경과에 따른 葉數의 변화는 Fig. 1, 2와 같다.

개막문동의 葉數 증가율은 100%, 50%, 32% 光度區에서 生育 초기부터 9月 초순까지는 증가하였고 9月 중순부터는 현저히 저하하였다. 12% 光度區는 生育 초기에만 증가했고 生育경과에 따라 계속 낮아지는 경향을 보였는데, 이것은 生育에 요구되는 光量의 부족에 그 원인을 생각할 수 있다. 시험구별 生育에 따른 葉數의 증가율은 50% 光度區에서 가장 높았고 100% 와 32% 光度區는 비슷한 경향을 나타냈으며 12% 光度區는 현저히 낮았다. 葉數의 최고값은 50% 光度區에서 10月 22日에 26.5매/주를 보여 주었고, 12% 光度區에서 9.9매/주로 가장 적었다.

아주의 葉數 증가율은 각 시험구 모두 生育초기인 7月 중순까지는 비교적 높게 나타나다가 8月 하

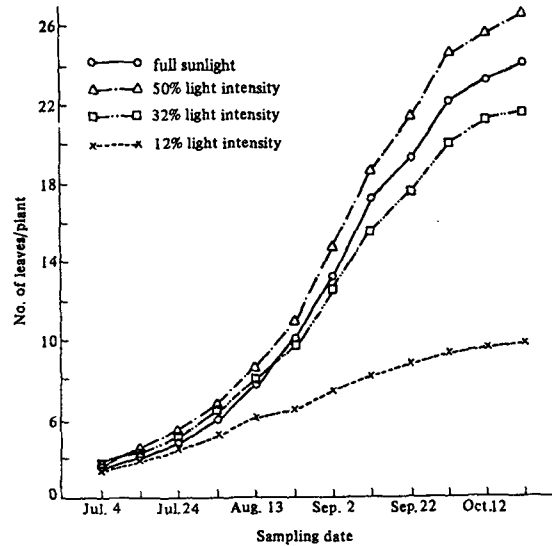


Fig. 1. Leaf number of *Liriope spicata* under various light intensity.

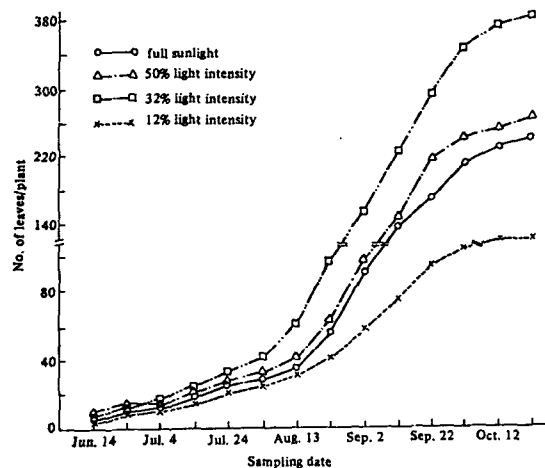


Fig. 2. Leaf number of *Ajuga reptans* under various light intensity.

순에서 9月 초순경에는 현저히 높은 경향을 보였고 10月 초순 이후에는 낮은 증가를 나타냈다. 특히 32% 光度區는 葉數의 증가율이 가장 높았고, 100% 와 50% 光度區는 유사한 경향을 보였으며 12% 光度區는 가장 낮았는데 9月 중순부터는 32% 光度區보다 100% 와 50% 光度區에서 葉數의 증가율이 비교적 높은 경향을 보였는데 이것은 계절적으로 光度와 氣溫이 낮아지는 상태에서 透光率이 높을수록 葉數가 보다 증가한 것으로 생각된다. 移植后 20일경까지는 각 시험구 모두 葉數가 비슷하였으나 生育 경과에 따라 32% 光度區에서는 현저히 증가되어 10月 22日에

328매/주를 나타낸 반면 12% 光度區에서 가장 적게 나타나 123매/주를 보였다.

鄭 등²⁶⁾은 병꽃풀은 67% 光度에서, 송악, 자금우는 47% 光度에서 그리고 마삭줄은 17% 光度에서 가장 많은 葉數가 發生했다고 보고한 바 있으며 稻葉²⁴⁾은 *Amorphophallus Konjac*에서 最多의 葉 發生은 30% 遮光상태 있음을 밝혔다. 이와 같이 植物에 따라 全日光보다도 一定한 遮光狀態에서 葉數가 증가하고 줄기의 伸張이 촉진된 연구가 보고되었는데^{9,17,20,31,5} 2) 본 시험도 이와같은 결과를 나타내고 있다.

2) 葉面積 指數(Leaf area index : LAI)

LAI는 單位 面積當 葉面積으로 地被植物의 地面 被覆能力을 측정할 수 있는 한 방법으로 개맥문동과 아주가의 LAI를 Fig. 3, 4에 나타냈다.

개맥문동과 아주가 모두 생육초기인 7월 하순까지

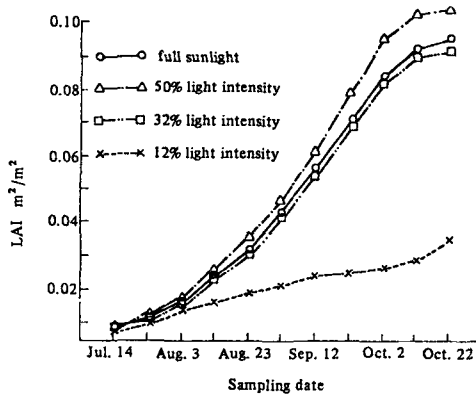


Fig. 3. LAI of *Liriope spicata* under various light intensity.

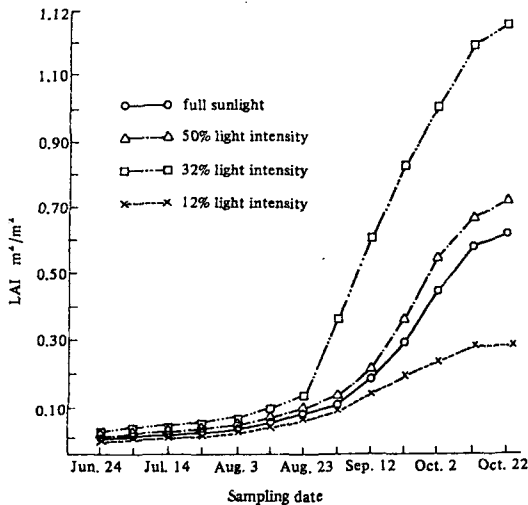


Fig. 4. LAI of *Ajuga reptans* under various light intensity.

는 완만한 증가를 보였으나 8월 중순부터는 증가율이 현저히 높게 나타났다. 개맥문동은 50% 光度區에서 가장 높은 증가를 보였는데 10월 하순경 0.105 m²/m²이었으며 12% 光度區에서 현저히 낮은 증가를 나타냈다. 아주가는 32% 光度區에서 매우 높은 경향을 보여 9월 하순의 증가율은 136.8% 달했고 10월 하순의 LAI는 1.34 m²/m²이었다. 100%, 50%, 12% 光度區는 9월 초순까지 유사한 값을 나타냈으나 이후부터는 12% 光度區에서 현저히 낮았다.

Misra and Misra⁴⁰⁾는 Indian grassland에 있어 LAI는 생육초기부터 증가하여 9월에 현저히 증가하는 경향을 보고하였다.

3) 現存量(standing crop) 및 葉面積

光度를 달리한 상태에서 개맥문동과 아주가의 생육經過에 따른 現存量과 葉面積을 Table 2~4에 綜合하였다.

개맥문동은 각 시험구 모두 생육초기의 現存量은 큰 차이를 보이지 않았고 증가율도 비슷하였다. 8월 초순부터는 각 시험구 모두 현저히 증가하였으나 12% 光度區는 완만한 증가를 보였는데 現存量의 증가는 葉數 및 LAI가 증가하는 성장 시기와 거의 一致하였다. 現存量의 증가는 50% 光度區에서 가장 높았는데 10월 중순경 10.40 gr/m²을 나타냈고 12% 光度區에서 가장 낮아 2.50 gr/m²를 보였다. 器官別 乾物의 증가는 10월 중순까지 계속 증가하였는데 잎은 50% 光度區에서 10월 中旬 0.29 gr/株로 가장 높았고, 뿌리는 9월 초순부터 100% 光度區에서 가장 높은 값을 나타내었는데 10월 中旬에 0.12 gr/株이었다.

아주기도 생육 초기에는 각 시험구별 現存量이 비슷하였고 增加率도 큰 차이가 없었으나 8월 초순부터는 현저한 차이를 보였고 增加率도 높게 나타나고 있으며 葉數 및 LAI가 증가하는 경향과 일치하였다. 現存量의 增加는 32% 光度區에서 현저히 높아 10월 중순경 100.41 gr/m²를 보였고 12% 光度區에서 가장 낮아 25.20 gr/m²를 나타냈다. 100% 와 50% 光度區에서는 비슷한 증가의 경향을 보였으나 50% 光度區에서 비교적 높게 나타났다. 器官別 乾物의 증가는 10월 中旬까지 계속되었으며 32% 光度區에서 10월 중순경 잎, 줄기 및 뿌리의 乾物은 각각 12.13 gr/株, 6.63 gr/株, 6.32 gr/株으로 가장 높은 값을 나타냈다.

개맥문동 및 아주가의 各 器官別 乾物量과 葉面積, LAI와는 高度의 有意性이 있는 正의 相關關係를 보여주고 있는데 두 植物 모두 全日光 狀態에서 LAI가 現存量에 크게 영향하는 變數로 나타나고 있다.

本間 등²²⁾은 잔디類는 全日光 狀態에서 乾物量이 모

Table 2. The change of dry weight and leaf area of *Liriope spicata* under various light intensity.

Sampling Date	Plot	L.M (g/plant)	R.M (g/plant)	Total			Leaf Area				
				Mean(g/plant)	SD	SE	g/m^2	Mean(cm ²)	SD	SE	CV
Jul. 4	L0	0.0136	0.0063	0.0199	0.0022	0.0004	0.04975	2.6030	0.0911	0.0166	3.4980
	L1	0.0143	0.0058	0.0199	0.0018	0.0003	0.4975	2.6793	0.1284	0.0234	4.7922
	L2	0.0152	0.0065	0.0217	0.0013	0.0002	0.5245	2.7179	0.1724	0.0315	4.1354
	L3	0.0135	0.0045	0.0181	0.0020	0.0004	0.5425	2.7165	0.1341	0.0245	4.1354
Jul. 14	L0	0.0183	0.0084	0.0267	0.0043	0.0008	0.6675	4.1339	0.6342	0.1158	15.3422
	L1	0.0188	0.0084	0.0272	0.0034	0.0006	0.6800	4.3608	0.5650	0.1032	12.9565
	L2	0.0204	0.0086	0.0290	0.0034	0.0006	0.7250	4.6363	0.5977	0.1095	12.9343
	L3	0.0172	0.0063	0.0234	0.0027	0.0005	0.5850	4.1359	0.4997	0.0912	12.0831
Jul. 24	L0	0.0270	0.0120	0.0390	0.0034	0.0006	0.9750	5.2684	0.5103	0.0932	9.6854
	L1	0.0276	0.0119	0.0396	0.0038	0.0007	0.9900	5.8813	0.5211	0.0951	8.8595
	L2	0.0284	0.0124	0.0408	0.0043	0.0008	1.0200	6.1193	0.4682	0.0855	7.6519
	L3	0.0209	0.0081	0.0290	0.0030	0.0005	0.7250	5.0377	0.5205	0.0950	10.3316
Aug. 3	L0	0.0424	0.0189	0.0613	0.0080	0.0015	1.5325	8.0544	0.9021	0.1647	11.2007
	L1	0.0428	0.0192	0.0620	0.0071	0.0013	1.5500	8.2605	1.0600	0.1935	12.8316
	L2	0.0401	0.0189	0.0590	0.0066	0.0012	1.4550	8.2083	1.2684	0.2316	15.4522
	L3	0.0302	0.0105	0.0407	0.0049	0.0009	1.0175	6.3903	0.7886	0.1436	12.3087
Aug. 13	L0	0.0625	0.0265	0.0890	0.0090	0.0016	2.2250	10.9589	0.8796	0.1606	8.0261
	L1	0.0640	0.0279	0.0919	0.0112	0.0020	2.2975	12.1615	1.1777	0.2150	9.7837
	L2	0.0578	0.0253	0.0831	0.0093	0.0017	2.0775	11.0638	1.1499	0.2099	10.3936
	L3	0.0382	0.0124	0.0506	0.0045	0.0008	1.2650	7.3862	0.5422	0.0990	7.3412
Aug. 23	L0	0.0933	0.0381	0.1315	0.0176	0.0032	3.2875	14.4935	1.0875	0.1985	7.5031
	L1	0.1044	0.0393	0.1437	0.0237	0.0047	3.5925	16.5759	0.9222	0.1684	5.5635
	L2	0.0888	0.0372	0.1259	0.0214	0.0039	3.1475	14.7397	1.5317	0.2797	10.3918
	L3	0.0435	0.0172	0.0607	0.0069	0.0013	1.1517	8.1018	0.8096	0.1478	9.9927
Sept. 2	L0	0.1412	0.0611	0.2023	0.0192	0.0035	5.0575	19.1299	1.4112	0.2576	7.3768
	L1	0.1553	0.0520	0.2073	0.0244	0.0045	5.1825	22.0311	1.4255	0.2603	6.4703
	L2	0.1256	0.0468	0.1725	0.0177	0.0032	5.3125	20.0836	0.9158	0.1672	4.5600
	L3	0.0474	0.0229	0.0704	0.0063	0.0012	1.7600	9.1836	1.1881	0.2169	12.9375
Sept. 12	L0	0.1855	0.0868	0.2723	0.0351	0.0064	6.8075	24.5497	0.8371	0.1528	3.4099
	L1	0.1998	0.0681	0.2861	0.0422	0.0077	7.1525	28.1386	2.0899	0.3816	7.4271
	L2	0.1649	0.0863	0.2330	0.0191	0.0035	5.8250	25.0819	0.8142	0.1487	3.2463
	L3	0.0601	0.0232	0.0833	0.0095	0.0017	2.0825	9.8646	1.0816	0.1975	10.9650
Sept. 22	L0	0.2443	0.1097	0.3541	0.0330	0.0060	8.8525	30.8025	0.7787	0.1422	2.5282
	L1	0.2561	0.0998	0.3559	0.0305	0.0056	8.8975	35.2259	0.8073	0.1474	2.2917
	L2	0.1836	0.0757	0.2594	0.0150	0.0027	6.4850	30.6055	1.6702	0.3049	5.4572
	L3	0.0648	0.0283	0.0931	0.0079	0.0014	2.3275	10.3904	0.9243	0.1688	8.8958
Oct. 2	L0	0.2720	0.1203	0.3923	0.0556	0.0102	9.875	36.5196	1.2852	0.2346	3.5192
	L1	0.2834	0.1210	0.4044	0.0331	0.0060	10.1100	40.7599	0.0970	0.1773	2.3819
	L2	0.2079	0.0871	0.2950	0.0211	0.0039	7.3750	35.6811	1.1416	0.2084	3.1988
	L3	0.0677	0.0302	0.0980	0.0087	0.0016	2.4500	11.1990	1.5269	0.2788	13.6340
Oct. 12	L0	0.2781	0.1249	0.4030	0.0326	0.0060	10.0750	37.6032	1.1222	0.2049	2.9843
	L1	0.2918	0.1201	0.4119	0.0270	0.0049	10.2975	41.3051	0.7745	0.1414	1.9750
	L2	0.2119	0.0855	0.2974	0.0222	0.0041	7.4350	36.2699	1.0767	0.1966	2.9685
	L3	0.0682	0.0305	0.0987	0.0087	0.0016	2.4675	11.8107	0.8850	0.1616	6.4935
Oct. 22	L0	0.2826	0.1227	0.4053	0.0204	0.0037	10.1325	38.1541	1.0704	0.1954	2.8055
	L1	0.2979	0.1183	0.4162	0.0226	0.0041	10.4050	42.0995	1.2117	0.2212	2.8782
	L2	0.2135	0.0856	0.2990	0.0221	0.0040	7.4750	37.0948	0.9730	0.1776	22.6229
	L3	0.0693	0.0307	0.1000	0.0037	0.0007	2.5000	11.9296	0.8720	0.1592	7.3096

L.M : mean dry weight of leaves
 L0 : control(full sunlight).
 L2 : 32% light intensity

R.M. : mean dry weight of roots
 L1 : 50% light intensity
 L3 : 12% light intensity

Spacing : 20×20cm ; plant/m² : 25

Table 3. The change of dry weight and leaf area of *Ajuga reptans* under various light intensity.

Sampling Date	Plot	L.M	S.M	R.M	Total				Leaf Area			
					Mean(g/plant)	SD	SE	g/m ²	Mean(cm ²)	SD	SE	CV
Jun. 14	A0	0.0620	0.0543	0.0424	0.1587	0.0117	0.0021	0.6348	16.9940	0.7049	0.1287	4.1477
	A1	0.0660	0.0596	0.0364	0.1620	0.0135	0.0025	0.6480	20.4336	2.4435	0.4461	11.9581
	A2	0.0585	0.0507	0.0332	0.1424	0.0103	0.0024	0.5696	17.1822	0.8908	0.1624	5.1842
	A3	0.0574	0.0483	0.0308	0.1365	0.0180	0.0033	0.5460	18.0727	1.0104	0.1845	5.5910
Jun. 24	A0	0.0910	0.0721	0.0598	0.2230	0.0339	0.0062	0.8920	25.1089	5.8288	1.0642	23.2141
	A1	0.1182	0.0836	0.0586	0.2604	0.0619	0.0113	1.0416	29.4898	7.1418	1.3093	24.2177
	A2	0.1137	0.0788	0.0582	0.2507	0.0264	0.0048	1.0028	37.4056	4.8213	0.8803	12.8893
	A3	0.1206	0.0603	0.0517	0.2326	0.1826	0.0333	0.9304	22.1317	2.4388	0.4453	11.0196
Jul. 4	A0	0.1450	0.1005	0.0701	0.3156	0.0447	0.0082	1.2624	37.0510	5.1657	0.9431	13.9421
	A1	0.1878	0.1200	0.0785	0.3863	0.0461	0.0084	1.5452	42.9560	4.2901	0.7833	9.9872
	A2	0.1877	0.1079	0.0780	0.3737	0.0506	0.0092	1.4948	57.7497	5.2374	0.9562	9.0691
	A3	0.1048	0.0832	0.0610	0.2490	0.0341	0.0062	0.9960	33.2569	9.8740	1.8027	29.9602
Jul. 14	A0	0.2027	0.1332	0.0847	0.4205	0.0688	0.0126	1.6820	56.1023	4.8755	0.7901	8.6903
	A1	0.2640	0.1512	0.1015	0.5168	0.0619	0.0113	2.0672	61.8106	5.0711	0.9258	8.2308
	A2	0.2717	0.1421	0.1066	0.5204	0.0647	0.0110	2.0816	79.3314	6.3790	1.1646	8.0409
	A3	0.1773	0.0894	0.0837	0.3503	0.0375	0.0068	1.4012	48.6352	4.0416	0.7379	8.3100
Jul. 24	A0	0.3252	0.1517	0.1026	0.5795	0.0828	0.0151	2.3180	71.9903	3.3387	1.5224	11.5830
	A1	0.3688	0.1921	0.1217	0.6826	0.0783	0.0143	2.7304	104.2561	137.1917	25.0477	134.5911
	A2	0.4354	0.1935	0.1308	0.7597	0.1228	0.0224	3.0388	108.3733	34.5241	6.3032	31.8566
	A3	0.2748	0.1221	0.1050	0.5019	0.0823	0.0150	2.0076	81.4471	105.4481	19.2521	129.4682
Aug. 3	A0	0.6073	0.2522	0.1932	1.0527	0.1948	0.0356	2.4108	102.5108	14.0965	2.5737	13.7513
	A1	0.6448	0.2762	0.1958	0.1167	0.1382	0.0252	4.4668	122.9863	11.7866	2.1519	9.5837
	A2	0.8162	0.2811	0.2021	1.2993	0.1841	0.0336	5.1972	189.6066	26.3752	4.9154	13.9105
	A3	0.4276	0.1922	0.1412	0.7610	0.1036	0.0189	3.0440	87.0255	15.0190	2.4721	17.2581
Aug. 13	A0	1.1830	0.3816	0.4188	1.9834	0.2000	0.0365	7.9336	164.4746	23.0098	4.2020	13.9899
	A1	1.2112	0.4104	0.3643	1.9858	0.2446	0.0447	7.9432	190.0022	35.7702	6.5307	18.8262
	A2	1.5276	0.4796	0.4111	2.4187	0.3712	0.0678	9.6740	315.7337	448185	8.1827	14.1950
	A3	0.7116	0.2877	0.2347	1.2340	0.1889	0.0345	4.9360	133.0677	10.4832	1.9140	7.8781
Aug. 23	A0	2.0389	0.8104	0.8105	3.5597	0.3865	0.0706	14.2388	230.0923	22.0779	4.0309	9.5952
	A1	2.1378	0.7871	0.7393	3.6637	0.4891	0.0893	14.6548	263.8873	14.2277	2.5976	5.3916
	A2	3.1918	1.2454	0.8435	5.2088	0.5524	0.1009	20.8352	651.9526	55.9930	10.2229	8.5885
	A3	1.1280	0.4283	0.3162	1.8724	0.2628	0.0480	7.4896	188.4581	22.2537	4.0629	11.8083
Sep. 2	A0	3.3130	1.2413	1.4778	6.0326	0.8218	0.1500	24.1304	368.2782	42.0787	7.6825	11.4258
	A1	3.7948	1.4063	1.2678	6.4688	1.0134	0.1850	25.8752	430.2815	17.4590	3.1876	4.0576
	A2	4.9936	2.2660	1.5474	8.8070	0.8414	0.1536	35.2280	1247.0939	82.2376	15.0145	6.5943
	A3	1.5698	0.7326	0.4819	2.7842	0.3250	0.0593	11.1368	307.3869	30.0060	5.4783	9.7616
Sep. 12	A0	5.0037	2.2973	2.5241	9.8252	1.2883	0.2352	39.3008	588.3547	52.2685	9.5429	8.8838
	A1	5.3061	2.4717	2.2066	9.9844	0.9031	0.1649	39.9376	667.8432	48.4096	8.9114	7.3085
	A2	6.2376	3.7682	2.7961	12.8018	0.7317	0.1336	51.2072	1854.1458	200.2495	36.5604	10.8001
	A3	2.0309	1.1571	0.7216	3.9096	0.3729	0.0681	15.6384	447.3250	40.7234	7.4350	9.1038

Continued

Sampling Date	Plot	L.M	S.M	R.M	Total				Leaf Area			
					Mean(g/plant)	SD	SE	g/m ²	Mean(cm ²)	SD	SE	CV
Sep. 22	A0	6.3559	3.6069	3.3069	13.3597	1.1451	0.2091	53.4388	932.6790	239.1692	43.6661	25.6433
	A1	6.7300	3.8178	3.1423	13.6900	1.0318	0.1884	54.7600	1211.1312	97.6743	17.8328	8.0647
	A2	8.3185	4.9891	4.6633	17.9709	1.7960	0.3279	71.8836	2314.9932	99.5275	17.1711	4.2992
	A3	2.7701	1.6831	1.0785	5.5316	0.3969	0.0725	22.1264	541.1720	26.5584	4.8489	4.9076
Oct. 2	A0	7.3171	4.1513	4.1494	15.178	1.343	0.2381	62.4712	1356.0221	105.6194	19.2834	7.7889
	A1	7.7193	4.4530	3.9101	16.0824	1.5524	0.2834	64.3296	1556.8486	94.8658	17.2301	6.0935
	A2	10.5628	6.1596	6.1413	22.8637	1.5462	0.2823	91.4548	3017.5592	320.4915	58.5135	10.6209
	A3	3.0513	1.7648	1.2468	6.0628	0.4060	0.0741	24.2512	654.0275	31.2063	5.6975	4.7714
Oct. 12	A0	7.9339	4.5355	4.5430	17.0123	0.6626	0.1210	68.0492	1547.4867	64.1458	11.7114	4.1452
	A1	8.4347	4.8454	4.2959	17.5760	0.6804	0.1242	70.3040	1831.2044	102.5590	18.7246	5.6006
	A2	11.3853	6.4639	6.3337	24.1928	1.6163	0.2951	96.7316	3218.3298	161.3365	29.4559	5.0131
	A3	3.0732	1.7925	1.3359	6.2016	0.3038	0.0555	24.8064	697.0774	20.9802	3.8304	3.0097
Oct. 22	A0	7.9678	4.5756	4.2734	16.8168	0.6776	0.1237	67.2672	1588.3414	71.3080	13.0190	4.4895
	A1	8.4474	4.9284	4.2508	17.6266	0.7576	0.1383	70.5064	1834.4449	173.7550	31.7252	9.4718
	A2	12.1389	6.6344	6.3291	25.1024	1.5680	0.2863	100.4096	3354.1315	121.0564	22.1018	3.6092
	A3	3.1739	1.8057	1.3222	6.3018	0.2539	0.0464	25.2072	716.6774	19.5232	3.5644	2.7241

L.M. : mean dry weight of leaves(gr/plant) S.M. : mean dry weight of stems(gr/plant) R.M. : mean dry weight of roots(gr/plant)
 A0 : control(full sunlight) A1 : 50% light intensity A2 : 32% light intensity A3 : 12% light intensity
 Spacing : 50×5cm ; plant/m² : 4

Table 4. Duncan's multiple range test of dry weight of *Liriope spicata* under various light intensity.

	plot	Jul.4	Jul.14	Jul.24	Aug.3	Aug.13	Aug.23	Sept.2	Sept.12	Sept.22	Oct.2	Oct.12	Oct.22
Total	L0	0.019b	0.026b	0.039a	0.061a	0.089a	0.131b	0.202a	0.272a	0.354a	0.392a	0.403a	0.405b
	L1	0.020b	0.027a	0.039a	0.061a	0.091a	0.143a	0.207a	0.286a	0.355a	0.404a	0.404a	0.416a
	L2	0.021a	0.028a	0.040a	0.058a	0.083b	0.125b	0.172b	0.232b	0.259b	0.295b	0.297b	0.299c
	L3	0.018c	0.023c	0.029b	0.040b	0.050c	0.060c	0.070c	0.083c	0.093c	0.097c	0.098c	0.099d
Leaf	L0	0.013b	0.018b	0.027a	0.042a	0.062a	0.093b	0.141b	0.185b	0.244b	0.271a	0.278b	0.282b
	L1	0.014b	0.018b	0.027a	0.042a	0.064a	0.104a	0.155a	0.199a	0.256a	0.283a	0.291a	0.297a
	L2	0.015a	0.020a	0.028a	0.040a	0.057b	0.088b	0.125c	0.164c	0.183c	0.207b	0.211c	0.213c
	L3	0.013c	0.017c	0.020b	0.030b	0.038c	0.043c	0.047d	0.060d	0.064d	0.067c	0.068d	0.069d
Root	L0	0.006a	0.008a	0.012a	0.018a	0.026a	0.038a	0.061a	0.086a	0.109a	0.120a	0.124a	0.122a
	L1	0.005b	0.008a	0.0119a	0.019a	0.027a	0.039a	0.052b	0.086a	0.099b	0.021a	0.120b	0.118b
	L2	0.006a	0.008a	0.012a	0.018a	0.025b	0.037a	0.046c	0.066b	0.075c	0.087b	0.085c	0.085c
	L3	0.004c	0.0006b	0.008b	0.010b	0.012c	0.017b	0.022d	0.023c	0.028d	0.030c	0.030d	0.030d

Significant at 5% level

L0 : control(full sunlight)

L1 : 50% light intensity

L2 : 32% light intensity

L3 : 12% light intensity

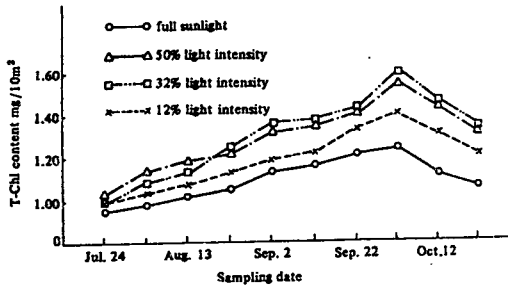


Fig. 5. Total chlorophyll content of *Liriope spicata* under various light intensity.

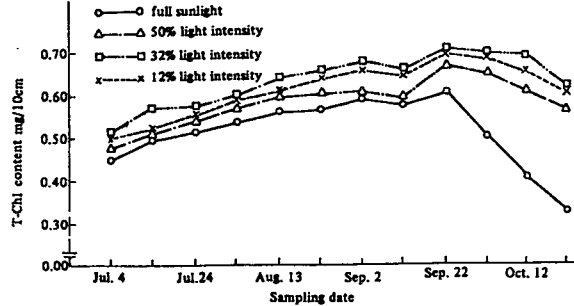


Fig. 6. Total chlorophyll content of *Ajuga reptans* under various light intensity.

Table 7. Duncan test of total chlorophyll on *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* under various light intensity.

	Jul.4	Jul.14	JUL.24	Aug.3	Aug.13	Aug.23	Sep.2	Sep.12	Sep.22	Oct.2	Oct.12	Oct.22
L0	—	—	0.920b	0.973c	1.003c	1.033c	1.120b	1.163b	1.210c	1.240c	1.120c	1.070c
L1	—	—	0.966ab	1.070ab	1.120ab	1.130a	1.350a	1.380a	1.440a	1.600a	1.486a	1.356a
L2	—	—	1.003a	1.123a	1.160a	1.216a	1.316a	1.343a	1.416a	1.560a	1.456a	1.333a
L3	—	—	0.960ab	1.013bc	1.066bc	1.123b	1.183b	1.213b	1.336b	1.413b	1.456a	1.333a
A0	0.450b	0.503b	0.526a	0.543b	0.570b	0.576c	0.596b	0.586b	0.613c	0.503c	0.410d	0.330c
A1	0.480ab	0.516b	0.540a	0.580ab	0.603ab	0.610bc	0.616b	0.593b	0.673b	0.656b	0.613c	0.573c
A2	0.520a	0.580a	0.683a	0.606a	0.643a	0.660a	0.683a	0.660a	0.726a	0.607a	0.693a	0.620a
A3	0.500a	0.520b	0.560a	0.590a	0.623ab	0.640ab	0.663a	0.650a	0.703ab	0.693ab	0.663b	0.606ab

Significant at 1% level
 L0 : control(full sunlight) L1 : 50% light intensity L2 : 32% light intensity L3 : 12% light intensity
 A0 : control(full sunlight) A1 : 50% light intensity A2 : 32% light intensity A3 : 12% light intensity

Cooper 등⁸⁾은 被陰 狀態가 심한 일일수록 葉綠素 含量이 높았음을 보고 하였고 Syvertsen 등⁵⁴⁾도 光度가 낮을수록 葉綠素 含量이 많았음을 밝혔다. 光度가 낮을수록 葉綠素의 含量이 높게 나타난 연구는 많이 進행되었으며^{7,20,27,42,58)} 本 研究도 이와같은 경향을 보였다.

Anderson 등¹⁾은 陰地植物과 陽地植物의 葉綠素 含量 比較에서 陰地植物은 陽地植物에 比하여 葉綠素의 含量이 4~5배 많았으며 Chlorophyll(a)와 Chlorophyll (b)의 含量比는 陽地植物이 2.8배 陰地植物이 2.3배 정도 Chlorophyll (a)가 많았음을 보고 하였는데 本 試驗에서도 개맥문동, 아주가 모두 Chlorophyll(a)가 2.3배 정도 많은 含量을 보여 주고 있어 陰地植物의 特性을 나타냈다.

개맥문동의 炭水化合物 含量은 8月 初旬부터 生育이 經過됨에 따라 증가하는 경향을 보였고, 100% 光度區는 他 試驗區보다 현저히 높은 반면 12% 光度區는 극히 완만한 증가를 나타내었고 含量도 현저히 낮았

다. 아주가의 炭水化合物 含量은 7月 중순 이후부터 增加하는 경향을 보였는데 100% 光度區는 9월 중순경 까지 다른 시험구에 비하여 현저히 높은 반면 32% 光度區에서 가장 낮은 含量을 나타냈다. 12% 光度區에서 개맥문동의 炭水化合物 含量과 增加率은 매우 낮았으나 아주는 개맥문동에 比하여 높은 含量을 보이고 현저한 증가를 나타내고 있어 개맥문동보다 아주는 被陰度가 높은 狀態에서도 보다 활발한 光合成이 이루어졌음을 생각할 수 있다.

Priestly⁴⁹⁾는 全日光에서 자란 잎은 76% 遮光에서 자란 잎보다 炭水化合物의 含量이 현저히 높았음을 보고하였고 Milks 등³⁹⁾은 35%와 63%의 被陰下에서 자란 잎, 뿌리의 炭水化合物의 含量은 全日光에서 자란 것보다 낮았음을 보고하였다.

5) 全窒素 및 磷의 含量

개맥문동 및 아주가의 全窒素 含量과 磷의 含量은 Fig. 9~12에 나타냈다.

개맥문동의 全 窒素 含量은 8月 하순까지는 비교적 높은 증가율을 보였고 이후 生育 過程에서 완만한 변화를 나타냈다. 50% 光度區의 含量이 다른 시험구에 比하여 가장 높은 含量을 보였고 100% 光度區에

서 가장 낮은 含量을 나타냈다. 아주가는 8월 하순까지 全 窒素 含量이 증가하였으나 이후의 生育에서는 낮아지는 경향을 보였다. 32% 光度區에서 현저히 높은 含量을 나타냈고 100% 光度區에서 가장 낮았는데 光度에 다른 全 窒素 含量의 變化는 개맥문동과 유사한 경향을 보였다. 개맥문동 및 아주가의 試驗區別 生育經過에 따른 全 窒素 含量 變化는 葉綠素 含量의 變化와 비슷한 경향을 보이고 있다.

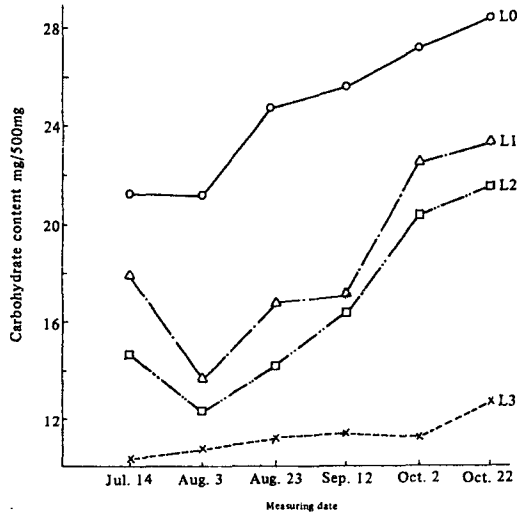


Fig. 7. Carbohydrate content of *Liriope spicata* under various light intensity.

L0: control(full sunlight) L1: 50% light intensity
L2: 32% light intensity L3: 12% light intensity

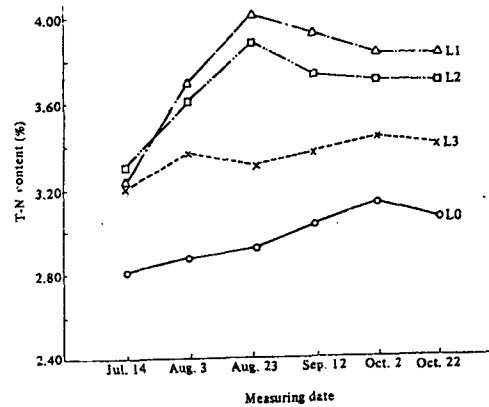


Fig. 9. T-N content of leaf of *Liriope spicata* under various light intensity.

L0: control(full sunlight) L1: 50% light intensity
L2: 32% light intensity L3: 12% light intensity

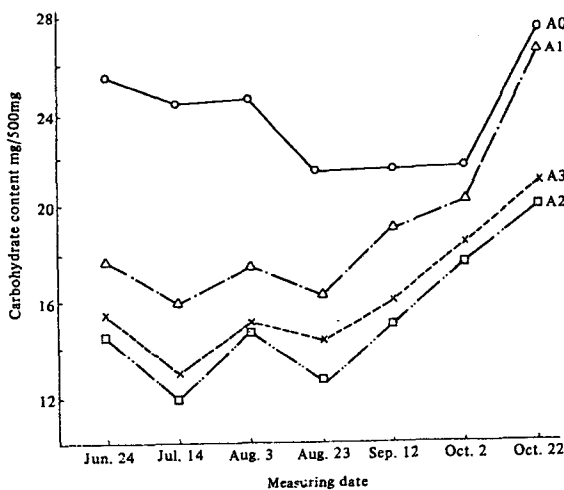


Fig. 8. Carbohydrate content of *Ajuga reptans* under various light intensity.

L0: A0: control(full light) A1: 50% light intensity
A2: 32% light intensity A3: 12% light intensity

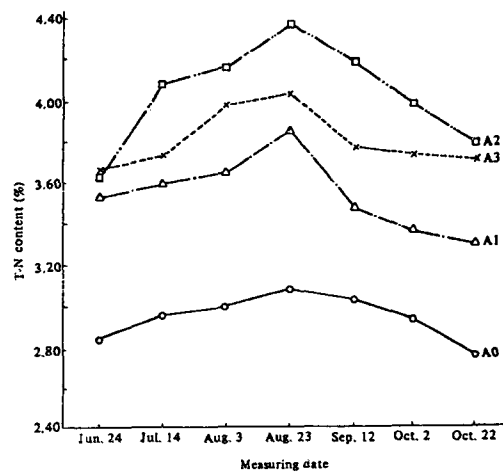


Fig. 10. T-N content of leaf of *Ajuga reptans* under various light intensity.

A0: control(full sunlight) A1: 50% light intensity
A2: 32% light intensity A3: 12% light intensity

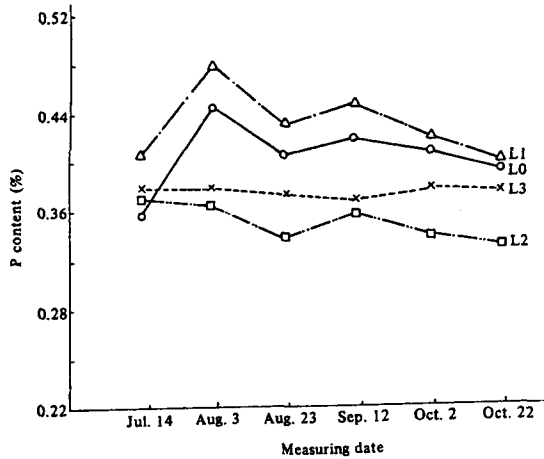


Fig. 11. P content of leaf of *Liriope spicata* under various light intensity.

L0: control(full sunlight) L1: 50% light intensity
L2: 32% light intensity L3: 12% light intensity

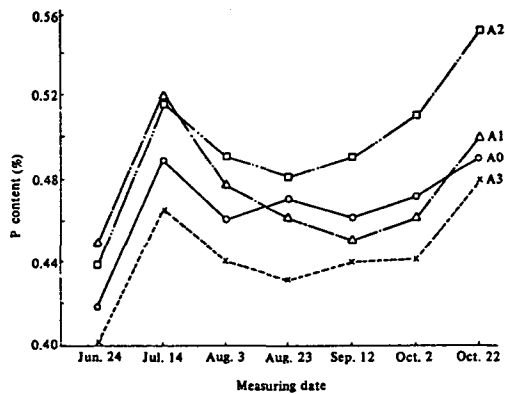


Fig. 12. P content of leaf of *Ajuga reptans* under various light intensity

A0: control(full sunlight) A1: 50% light intensity
A2: 32% light intensity A3: 12% light intensity

개맥문동의 인 함유량은 100% 광도區와 50% 광도區에서 8월 초순경까지는 높은 함유량을 보였으나 이후 생육에서는 낮아졌고, 32% 광도區와 12% 광도區에서는 생육 초기부터 생육 後期까지 거의 變化를 보이지 않았으며, 50% 광도區에서 가장 높은 함유량을 나타냈고 32% 광도區에서 가장 낮았다. 아주가의 인 함유량은 7월 중순까지는 현저히 높았다가 9월 중순까지 저하된 후 다시 증가하는 경향을 보였는데, 32% 광도區에서 가장 높은 인의 함유량을 나타냈고 12% 광도區에서 가장 낮은 함유량을 보였다.

개맥문동과 아주가는 생육過程에 따른 各 試驗區別 乾物 生産量의 차이와 인 함유량의 차이는 같은 경

향을 나타내고 있어 乾物 生産과 인 함유량은 密接한 관계가 있음을 보여주고 있다.

2. 成長解析

1) 相對生長率(Relative growth rate: RGR)

植物의 生産力은 RGR에 따라 결정된다고 볼 수 있다. 植物의 成長 過程 중 어느 時點에서의 乾物重當 乾物 生産能率을 나타내는 것을 말한다. 植物體 1gr의 乾量에 대하여 單位時間(t) 당 새로운 乾量(w) 이 증가하는 것은 그 時點에 있어서 植物體의 크기를 元利合計로 하고 生長을 利率로, 乾量 增加分을 利子로 하는 複利의인 現象으로 보고 있다.³⁾

개맥문동 및 아주가의 相對生長率의 값은

$$RGR = \frac{\log_e W_2 - \log_e W_1}{t_2 - t_1}$$

에 의하여 산출하고

결과를 Fig. 13, 14에 나타냈다.

개맥문동의 相對生長率은 8월 중순까지는 증가 추세를 보였으나 이후의 생육에서는 낮아졌으며, 아주가는 7월 중순까지 낮아진 후 8월 중순까지 증가 되었다가 다시 낮아지는 경향을 보였다.

개맥문동은 100% 광도區와 50% 광도區에서 거의 비슷한 값을 나타냈으며 8월 중순경 50% 광도區에서 0.045gr/gr·day로 가장 높은 값을 보였고 12% 광도區에서 가장 낮았다. 아주가는 100%, 50%, 32

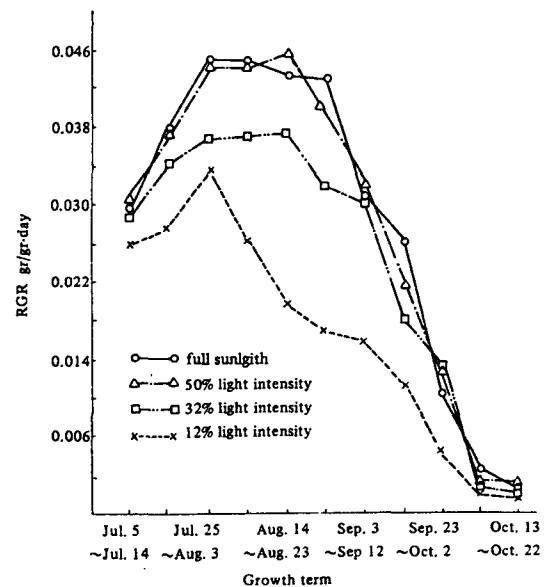


Fig. 13. RGR of *Liriope spicata* under various light intensity

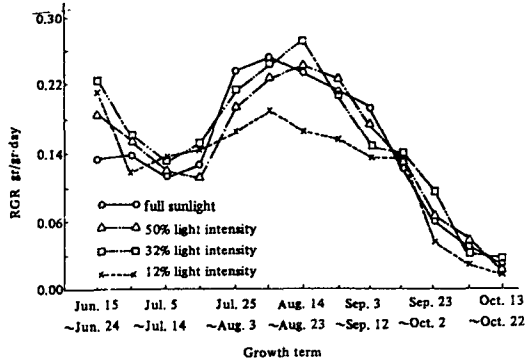


Fig. 14. RGR of *Ajuga reptans* under various light intensity.

% 光度區에서 비슷한 값을 나타냈으며 32% 光度區에서 7月 중순경 0.276gr/gr·day로 가장 높았고 12% 光度區에서 가장 낮았다.

개맥문동 및 아주가의 相對生長率과 純同化率(NAR) 간에는 正의 相關關係를 보이고 있다. 개맥문동의 32% 光度區와 12% 光度區에서 RGR과 NAR의 回歸關係 및 相關은 $r=0.987^{**}$, $r=0.983^{***}$ 를 나타내고 있어 다른 試驗區에 比하여 RGR에 對한 NAR의 變化가 크게 影響하는 變數로 나타났고 아주가는 32% 光度區에서 NAR의 變化가 RGR에 미치는 影響이 큰 것으로 나타났다. 개맥문동, 아주가 모두 光度가 낮을수록 RGR에 對한 NAR의 變化가 크게 影響하는 變數로 作用하였다.

度로 심을 수도 있다. 單位時間(t)에 單位葉面積(\bar{F})이 몇 gr의 乾量(W)을 生産하는가 하는 純同化率에 대한 개맥문동과 아주가의 결과를

$$NAR = \frac{(W_2 - W_1) (\log_e \bar{F}_2 - \log_e \bar{F}_1)}{(\bar{F}_2 - \bar{F}_1) (t_2 - t_1)}$$

에 의하여 산출하고 Fig. 15, 16에 나타냈다.

개맥문동과 아주가의 NAR은 光度가 낮을수록 낮아졌는데 生育 經過에 따른 變化는 RGR과 같은 경향을 보였다.

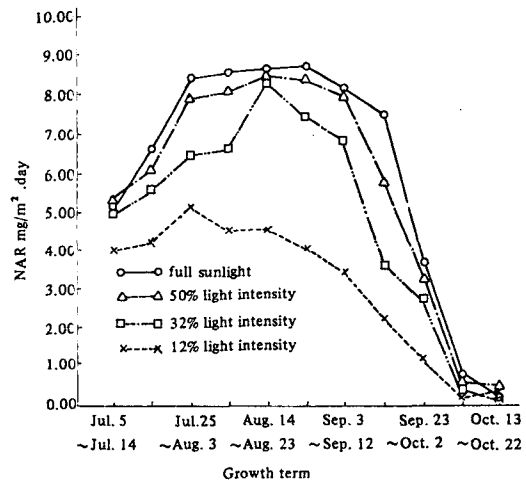


Fig. 15. NAR of *Liriope spicata* under various light intensity.

Table 8. Linear regression and correlation between RGR and NAR of *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* under various light intensity.

Plot	<i>Liriope spicata</i>			<i>Ajuga reptans</i>		
	RGR equation* RGR vs. NAR	RGR vs. NAR	r	RGR equation* RGR vs. NAR	RGR vs. NAR	r
100%	-0.0157	110.9362	0.9618**	0.03031	63.6819	0.9052**
50%	-0.0351	123.6552	0.9743**	0.0306	69.3449	0.9898**
32%	-0.0062	126.3629	0.9873**	0.0077	130.7088	0.9946**
12%	-0.0450	156.7562	0.9832**	0.0077	109.2073	0.9677**

*: Significant at 1% level %: Relative light intensity

: Regression coefficients for the linear regression $RGR=a+b(NAR)$

2) 純同化率(Net assimilation rate : NAR)

綠色植物의 生長은 光合成을 통한 同化産物에 依存하고 있어서 單位 面積當 葉面積의 大小는 植物生長의 主要 要因이 되고 있기 때문에 植物生長의 速度를 單位 面積과의 相互關係에서 光合成能率의 한 尺

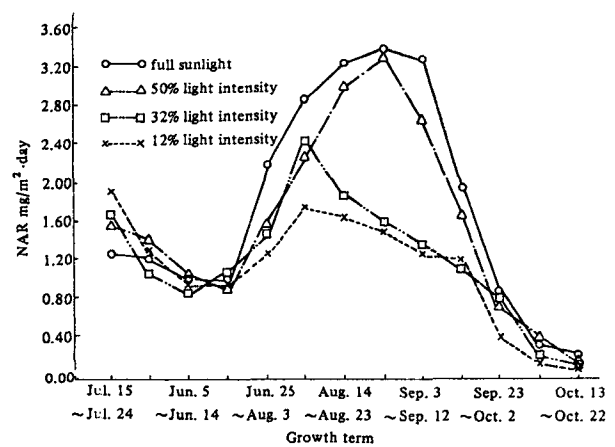


Fig. 16. NAR of *Ajuga reptans* under various light intensity.

개맥문동은 8월 중순까지 증가하였고 이후 점차 낮아지다가 9월 중순부터는 현저히 낮아지는 경향을 보였다. 100% 光度區에서 9월 초순에 8.65mg/m²·day로 가장 높았으며 12% 光度區에서 가장 낮았다. 아주가의 NAR은 생육초기에는 모두 비슷하였으나 7월 중순부터 높은 증가율 나타냈고 특히 100% 光度區와 50% 光度區에서는 8월 중순까지 매우 높은 증가율을 보였고 이후 현저히 낮아졌다. 100% 光度區에서 8월 下旬頃に 3.36mg/m²·day로 가장 높았으며 12% 光度區에서 가장 낮았다.

개맥문동 및 아주가의 LAI와 現存量의 증가율이 높게 나타난 生育時期에는 NAR도 增大되는 경향을 보이고 있어 8월 初旬부터 9월 初旬까지 生長이 가장 활발하였음을 보였다.

개맥문동 및 아주가의 NAR과 LAI 그리고 葉綠素含量과의 回歸關係와 相關을 Table 9, 10에 나타냈다.

개맥문동 및 아주가의 NAR과 LAI와는 試驗區 모두 負의 相關을 나타냈으며, 아주가의 12% 光度區는 Y=1.460-3.835X, r=9.729**을 나타내고 있어 다른

試驗區에 비하여 LAI의 變數的 機能이 NAR에 크게 영향하고 있음을 보였다. Watson⁵⁶⁾은 NAR과 LAI의 間에는 負의 關係가 있으며 NAR은 LAI가 增加하면 直線的으로 減少한다는 Waston 法則에 本 試驗도 一致하고 있어 Watson 패턴이 그대로 나타났다.

개맥문동의 NAR과 葉綠素含量과의 回歸 및 相關關係는 試驗區 모두 負의 相關을 나타냈으며 葉綠素含量은 NAR에 영향하는 變數的 機能이 약하고, 아주가는 有意한 相關을 보이지 않았다. 梶野²³⁾는 상치에서 NAR과 葉綠素含量과의 相關이 有意한 負의 相關이 나타났음을 보고하였다.

Table 9. Linear regression and correlation between NAR and LAI of *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* under various light intensity.

Plot	<i>Liriope spicata</i>			<i>Ajuga reptans</i>		
	NAR equation*	NAR vs. LAI	r	NAR. equation*	NAR vs. LAI	r
100%	a	b	r	a	b	r
100%	8.7765	-62.7201	-0.6727*	2.1996	-2.3124	-0.3738
50%	8.6646	-59.0405	-0.7319**	2.0345	-2.1231	-0.5602*
32%	7.9614	-70.2112	-0.7867**	1.5660	-0.9335	-0.7166*
12%	6.2921	-176.3927	-0.8064*	1.4607	-3.8351	-0.7294*

** : Significant at 5% level. 1% level % : Relative light intensity

* : Regression coefficients for the linear regression NAR=a-b(LAI)

Table 10. Linear regression and correlation between NAR and chlorophyll of *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* under various light intensity.

Plot	<i>Liriope spicata</i>			<i>Ajuga reptans</i>		
	NAR equation*	NAR vs. Chl	r	NAR. equation*	NAR vs. Chl	r
100%	a	b	r	a	b	r
100%	0.02680	-0.01899	-0.4865	-0.00558	-0.01399	-0.7959**
50%	0.02378	-0.01385	-0.7452*	-0.00512	-0.00242	-0.0106
32%	0.02509	-0.01531	-0.7819**	-0.00295	-0.00285	-0.2221
12%	0.01525	-0.01069	-0.9816**	-0.00250	-0.00239	-0.2427

** : Significant at 5% level. 1% level % : Relative light intensity

* : Regression coefficients for the linear regression NAR=a-b(Chlorophyll)

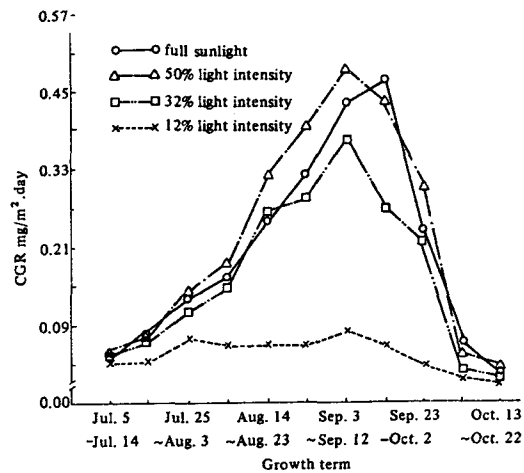


Fig. 17. CGR of *Liriope spicata* under various light intensity.

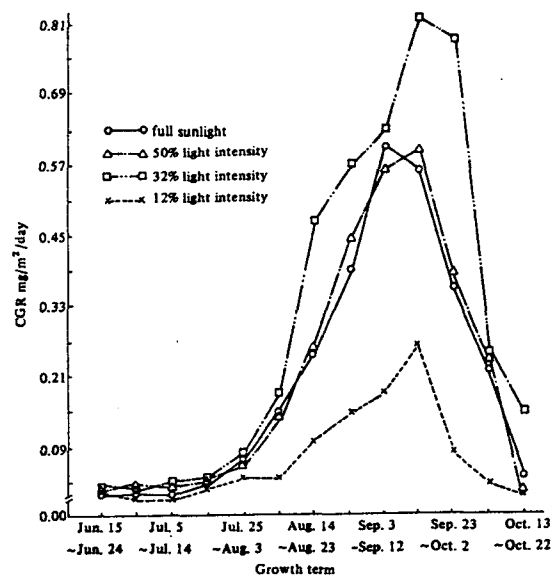


Fig. 18. CGR of *Ajuga reptans* under various light intensity.

Table 11. The change of LAI of *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* under various light intensity.

Species/Plot	Jun.15	Jun.25	Jul.5	Jul.15	Jul.25	Jul.4	Aug.14	Aug.24	Sep.3	Sep.13	Sep.23	Oct.3	
	Jun.24	Jul.4	Jul.14	Jul.24	Aug.3	Aug.13	Aug.23	Sep.2	Sep.12	Sep.22	Oct.2	Oct.12	Oct.22
100%	-	-	0.0082	0.0116	0.0164	0.0235	0.0316	0.0417	0.0545	0.0688	0.0839	0.0926	0.0946
<i>Liriope</i> 50%	-	-	0.0086	0.0127	0.0175	0.0252	0.0356	0.0479	0.0624	0.0789	0.0948	0.1025	0.1042
<i>Spicata</i> 32%	-	-	0.0089	0.0133	0.0177	0.0239	0.0320	0.0431	0.0562	0.0693	0.0826	0.0899	0.0917
12%	-	-	0.0084	0.0114	0.0142	0.0171	0.0199	0.0215	0.0238	0.0253	0.0269	0.0287	0.0296
100%	0.0083	0.0122	0.183	0.0254	0.0345	0.0524	0.0781	0.1175	0.1879	0.2989	0.4542	0.5798	0.6271
<i>Ajuga</i> 50%	0.0098	0.0143	0.0206	0.0324	0.0453	0.0616	0.0899	0.1361	0.2161	0.3650	0.5507	0.6761	0.7333
<i>reptans</i> 32%	0.0103	0.0187	0.0271	0.0372	0.0580	0.0989	0.1854	0.1361	0.6122	0.8304	0.0603	1.2467	1.3143
12%	0.080	0.0109	0.0161	0.0254	0.0336	0.0433	0.0636	0.0972	0.1494	0.1971	0.2383	0.2701	0.2827

I_0 : relative light intensity $LAI = \frac{\bar{F}_2 - \bar{F}_1}{\log_e \bar{F}_2 - \log_e \bar{F}_1}$ \bar{F} : Leaf area F : Leaf weight

3) 群落生長率(Crop growth rate: CGR)

群落生長率は 單位 時間當 群落의 生長速度를 말 한다. 즉 單位 時間當 및 gr의 生産이 있는가를 나타 내는 것으로 이는

$$CGR = \frac{(W_2 - W_1) (\log_e \bar{F}_2 - \log_e \bar{F}_1)}{(F_2 - F_1) (t_2 - t_1)} \times \frac{\log_e \bar{F}_2 - \log_e \bar{F}_1}{F_2 - F_1}$$

는 $NAR \times LAI$ 로 表示할 수 있으며, 개맥문동과 아 주가의 CGR은 Fig. 17, 18에 나타냈다. 개맥문동과 아 주가는 試驗區 모두 9月 중순까지는 증가하였고 이후 현저히 낮아졌다. 개맥문동은 50% 光度區에서 9月 初旬頃 0.48mg/m²·day로 가장 높았고 12% 光度區에서 가장 낮았으며 증가의 경향도 매우 저조하였다. 아 주가는 7月 下旬頃까지는 완만한 증가를 보였 으나 이후 현저히 높은 증가율을 나타냈다. 32% 光度區에서 가장 높았는데 9月 중순경 0.82mg/m²·day 를 나타냈으며 12% 光度區에서 가장 낮은 값을 보인 반면 100%와 50% 光度區에서는 매우 유사한 경향 을 보였다.

CGR은 LAI가 增加됨에 따라서 높은 값을 보이 나 葉面積이 어느 넓이에 도달하면 오히려 저하되는 것 을 알 수 있다. 따라서 이 사실을 전제로하여 CGR을 最大로 增大시키기 위한 LAI의 最適葉面積指數(Optimum leaf area index: LAI_{opt})의 推定을 생각할 수 있다.

$$NAR = a - b(LAI) \quad CGR = NAR \times LAI = a(LAI) - b(LAI)^2$$

$$\frac{d(CGR)}{d(LAI)} = a - 2b(LAI) = 0 \quad a = 2b(LAI)$$

$$\therefore LAI_{opt} = a/2b$$

윗 식에 따라 最適葉面積指數를 求하면 개맥문동 은 100%, 50%, 32%, 12% 光度區 각각 0.07, 0.07, 0.06, 0.02임을 알 수 있으며 아 주가는 0.45, 0.48, 0.

84 및 0.19임을 알 수 있다. 물론 이들 LAI_{opt} 값은 本 實驗에서 栽培된 개맥문동과 아 주가의 경우가 前 提되며 이들 값이 一般化될 수는 없다.

3. 物質生産과 氣象要因과의 關係

1) 相對生長率과 氣象要因과의 相關關係

相對生長率과 平均 氣溫(T·M°C)과의 回歸 및 相關을 Table 13에 나타냈다. 개맥문동 및 아 주가 모두 各 試驗區에서 높은 正의 相關關係를 나타냈으나 平均 氣溫이 相對生長에 影響하는 主要 變數로는 作用 하지 않았다. 相對生長率과 平均 日照時間, 相對生長 率과 平均 降雨量 사이에는 有意性和 相關關係는 明 確하지 않았다.

Table 12. An analysis of the meteorological data observed at the Hongsong Branch Office of Central Meteorological Observatory

Date	Tmax	Tmin	T.M	H	R	S.H.	E
Jun.5~Jun.14	27.96	19.02	23.00	68.7	4.90	12.39	5.81
Jun.15~Jun.24	24.90	19.09	21.74	83.4	9.62	4.43	3.46
Jun.25~Jul.4	27.16	20.16	23.05	79.3	6.23	6.45	4.41
Jul.5~Jul.14	27.70	20.20	23.28	81.4	11.91	5.93	4.37
Jul.15~Jul.24	26.98	21.71	23.66	85.8	16.91	1.79	2.05
Jul.25~Aug.5	31.90	24.48	27.74	75.7	0.69	9.40	5.49
Aug.4~Aug.13	30.26	22.77	25.45	79.4	9.00	7.98	4.17
Aug.14~Aug.23	29.98	22.40	25.26	81.2	2.38	5.78	3.53
Aug.23~Sep.2	27.05	20.60	23.33	82.0	20.09	5.51	2.90
Sep.3~Sep.12	27.25	20.72	23.18	79.3	0.3	5.33	3.1
Sep.13~Sep.22	23.99	16.75	19.77	79.3	7.92	6.14	3.69
Sep.23~Oct.2	23.36	13.98	17.38	76.6	0.39	6.37	4.26
Oct.3~Oct.12	23.37	13.68	16.84	77.3	2.98	6.82	7.31
Oct.13~Oct.22	18.08	7.55	12.13	81.4	2.62	4.97	4.82

Tmax: stands for maximum temperature°C Tmin: minimum temperature°C
T.M: mean temperature°C H: air humidity% R: rain fall mm/10 days
S.H: sun-shine hour time day E: evaporation mm day

Table 13. Linear regression and correlation between RGR and mean temperature on *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* and under various light intensity.

Plot	<i>Liriope spicata</i>			<i>Ajuga reptans</i>		
	RGR equation*		RGR vs. T.M	RGR equation*		RGR vs. T.M
	a	b	r	a	b	r
100%	-0.0434	0.0033	0.9431***	-0.0559	0.0042	0.90290**
50%	-0.0449	0.0033	0.9626**	-0.00494	0.0039	0.8602**
32%	-0.0414	0.0030	0.9373**	-0.0511	0.0042	0.8384**
12%	-0.0289	0.0021	0.9082**	-0.0394	0.0032	0.7436**

** : Significant at 1% level % : Relative light intensity
 * : Regression coefficients for the linear regression RGR=a+b(T.M)
 T.M : Mean temperature °C

2) 純同化率과 氣象要因과의 相關關係

純同化率과의 回歸 및 相關을 Table 14에 表示하였다. 개맥문동과 아주가 모두 純同化率과 平均 氣溫과의 回歸 및 相關關係는 有意한 正의 相關을 보였다. 星野²³⁾도 상처에 대한 연구에서 NAR과 平均 氣溫과는 有意한 相關關係가 있음을 밝혔다. 純同化率과 平均 日照時間, 그리고 平均 降雨量과는 有意性 및 相關關係가 명확하지 않았다.

Table 14. Linear regression and correlation between NAR and mean temperature on *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* under various light intensity.

Plot	<i>Liriope spicata</i>			<i>Ajuga reptans</i>		
	NAR equation		NAR vs. T.M	NAR equation		NAR vs. T.M
	a	b	r	a	b	r
100%	-6.2951	0.5561	0.8372**	-2.2735	0.1834	0.6769**
50%	-7.1823	0.5861	0.9076**	-1.1790	0.1569	0.6588**
32%	-7.3350	0.5512	0.9032**	-1.5473	0.1236	0.7935**
12%	-4.1823	0.3161	0.9340**	-1.2678	0.1030	0.7422**

** : Significant at 1% level. % : Relative light intensity
 * : Regression coefficients for the linear regression NAR=a+b(T.M)
 T.M : Mean temperature.

3) 群落生長率과 氣象要因과의 相關關係

개맥문동 및 아주가의 生育 經過에 따른 群落生長率의 變化와 試驗期間中の 平均 氣溫, 平均 日照時間 그리고 平均 降雨量과의 사이에는 有意性과 相關關係가 明確하지 않았다(Table 15).

Table 15. Linear regression and correlation between CGR and mean temperature on *Liriope spicata* and *Ajuga reptans* under various light intensity.

Plot	<i>Liriope spicata</i>			<i>Ajuga reptans</i>		
	CGR equation		CGR vs. T.M	CGR equation		CGR vs. T.M
	a	b	r	a	b	r
100%	0.059	0.007	0.191	0.295	-0.004	-0.077
50%	0.047	0.008	0.220	0.273	-0.603	-0.055
32%	-0.057	0.010	0.378	0.616	-0.015	-0.0221
12%	-0.047	0.004	0.566	0.046	-0.601	-0.078

% : Relative light intensity
 * : Regression coefficients for the linear regression (CGR=a+b(T.M))
 T.M : Mean temperature °C

4. 生育 經過에 따른 아주가의 地面被覆度

地被植物의 地面 被覆 能力은 地被植物이 갖춰야 할 가장 중요한 조건이다. 아주가의 生育 經過에 따른 地面 被覆度를 Fig. 19에 나타냈다.

地面 被覆能力은 各 試驗區 모두 8月 中旬까지는 큰 차이를 나타내지 않았으나 이후부터는 현저한 被覆 速度의 차이를 보였다. 특히 32% 光度區에서는 다른 試驗區에 比하여 顯격한 增加率을 보였는데 9

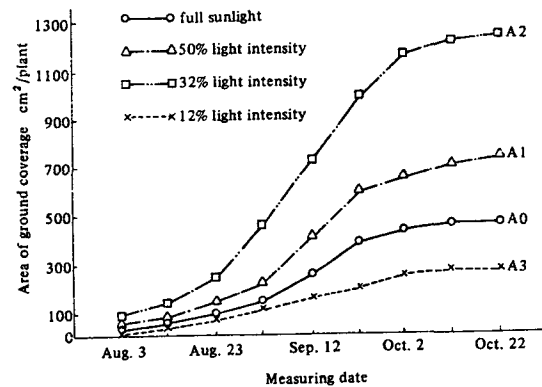


Fig. 19. Area of ground coverage of *Ajuga reptans* under various light intensity.

月 初旬의 增加率은 80%를 나타냈다. 7月 하순경의 地面 被覆面積은 100%, 50%, 32% 및 12% 光度區各各 44cm², 47cm², 62cm², 39cm²였으나 10月 하순경에는 각각 488cm², 742cm², 1,241cm², 및 272cm²를 나타내어 아주가의 被覆能力은 매우 월등하다고 볼수 있다. 比較區(100% 光度)의 被覆面積을 100%로 볼때 50% 光度區는 152%, 32% 光度區는 254%였으나 12% 光度區는 55%에 불과하여 試驗區 間에 현저한 차이를

보였다.

아주가의 生育經過에 따른 地面 被覆 增加率은 LAI의 增加率과 CGR의 增加 傾向과 일치하였다.

V. 摘 要

耐陰性 地被植物의 生理·生態의 特性을 究明하기 위하여 1986年 5月부터 10月까지 개맥문동과 아주가를 材料로 하여 光度를 달리한 狀態에서 이들 人工群落的의 一次生産性과 生長特徵 및 環境要因과의 相關關係를 分析하였다. 3反覆 分割配置法에 의하여 各 供試 植物別 全日光(比較區: 100%), 50%, 32%, 12% 光度의 試驗區를 設置하였다. 10日 間격으로 Edge effect를 고려한 Sampling을 實施하였고 80℃에서 乾燥시켜 乾量을 測定하였으며 生育經過에 따른 現存量을 調査하였다. 葉綠素 含量 分析은 Mackinney法을, 炭水化合物 含量은 Anthron法을, 全窒素 含量은 Kjeldahl法을 利用하였고 成長解析은 Blackman法을 적용하였다.

光度를 달리한 栽培에서 供試植物의 生育經過에 따른 物質生産性과 成長特徵 및 環境要因과의 關係를 分析 檢討하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 供試 植物 모두 生育 初期에 葉數의 增加率이 높았고 LAI는 8月 下旬에서 9月 사이에 현저히 높게 나타났다. 개맥문동은 50% 光度에서, 아주가는 32% 光度에서 葉數 및 LAI가 높게 나타났으며 12% 光度에서는 모두 현저히 낮은 傾向을 보였다.
2. 現存量의 增加率은 供試 植物 모두 8月 初旬부터 9月 初旬에 걸쳐 높은 傾向을 보였고 개맥문동은 50% 光度에서, 아주가는 32% 光度에서 현저하게 높았다. 現存量과 LAI와의 사이에는 有意한 正의 相關關係를 보였다.
3. 葉綠素 含量은 供試 植物 모두 32% 光度까지는 光度가 낮을수록 全 葉綠素 含量이 높은 傾向을 보였으며 Chlorophyll(a)는 Chlorophyll(b) 보다 2.3배의 含量을 나타내었다.
4. 供試 植物 모두 光度가 높을수록 炭水化合物의 含量은 높은 傾向을 보였고, 개맥문동의 全窒素 및 磷의 含量은 50% 光度에서, 아주가는 32% 光度에서 가장 높게 나타났으며 生育經過에 따른 含量의 變化는 現存量과 유사하였다.
5. 供試 植物 모두 RGR은 8月 중순까지는 증가했으나 이후의 生育과정에서 저하하였으며 개맥문동은 50% 光度에서, 아주가는 32% 光度에서 가장 높게 나타났다. NAR은 8월 초순부터 9월 중순까지 높은

傾向을 보였으며 100% 光度區에서 가장 높게 나타났다. NAR과 LAI와는 有意한 負의 相關關係를 보였다.

6. CGR은 供試 植物 모두 8月 중순부터 9月 중순까지 현저히 높았고 最高値는 개맥문동이 50% 光度에서 $0.48\text{mg/m}^2 \cdot \text{day}$, 아주가는 32% 光度區에서 $0.82\text{mg/m}^2 \cdot \text{day}$ 로 모두 9月 중순에 나타났다.

7. CGR을 最大로 增大시키는 데의 最適葉面積指數는 100%, 50%, 32% 및 12% 光度에서 개맥문동은 0.07, 0.07, 0.06 및 0.02 이었고 아주가는 0.45, 0.48, 0.84 및 0.19로 나타났다.

8. RGR과 NAR의 平均 氣溫과의 回歸 및 相關은 有意한 正의 相關을 나타냈으며 平均 日照時間과 降雨量은 RGR 및 NAR의 사이에 相關은 명확하지 않았다.

9. 아주가의 地面 被覆度는 32% 光度에서 현저히 높았고 10月 하순의 地面 被覆面積은 $1,241\text{cm}^2/\text{株}$ 로 比較區의 被覆面積에 比하여 254% 였다. 아주가의 地面 被覆 增加率은 LAI와 CGR의 증가 傾向과 일치하였다.

引用 文 獻

- 1) Anderson, J. M., D. J. Goodechild, and N. K. Boardman. 1973. Composition of the photosystems and chloroplast structure in extreme shade plants. *Biochim Biophys. Acta* 325: 573-585.
- 2) Beard, J. B. 1984. Factors in the adaptation of turfgrasses to shade. *Agron. J.* 57: 457-459.
- 3) Blackman, V. H. 1919. The compound interest law and plant growth. *Ann. Bot.* 33: 353-360.
- 4) 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.
- 5) Boysen-jensen, P. 1932. Die Stoff Production der Pflanzen. *Jean Berline*.
- 6) Briggs, G. E., F. Kidd, and C. West. 1920. A quantitative analysis of plant growth. Part I. and II. *Ann. Appl. Biol.* 102-123 and 202-222.
- 7) Conover, C. A. and R. T. Poole. 1975. Influence of shade and fertilizer levels on production and acclimatization *Dracena Marginata*. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 88: 606-608.

- 8) Cooper, C. S. and M. Qualls. 1967. Morphology and chlorophyll content of shade and sunleaves of two legumes. *Crop Sci.* 7; 672-673.
- 9) Crookston, R. K., K. J. Treharne, P. Ludford and J. L. Ozburn. 1975. Response of beans to shading. *Crop Sci.* 15: 412-416.
- 10) 江原薫, 鍋島英男, 兒島正信, 1963. 芝種子の發芽に關する試験, 西日本 Green 研究所 研究成績報告書 2(1): 16~19.
- 11) _____, _____, 1964. 各種シバ類の成育におけざる温度の影響, 西日本 Green 研究報告書 3(1).
- 12) _____, 縣和一, 鍋島英男, 1965. 土壤部分の差異が各種の芝の生育に及ぼす影響. 西日本 Green 研究報告書 4(1): 24~27.
- 13) Forbes, I. J., M. H. Ferguson, 1948. Effect of strain differences seed treatment and planting depth on seed germination of *Zoysia* spp. *Agron. J.* 40: 725-732.
- 14) 輿水撃, 飯據克身, 藤崎健一郎. 1979. 踏壓がヒメコウライシバ芝生の生育に与える影響について, 草生研究 8(1): 41~47.
- 15) 萩原信弘, 小澤知雄, 倉窪努. 1970. 造園樹木の陰陽性に關する研究(II). 特に光線の強弱と葉綠素量の變化について. *造園雜誌* 36(3): 24~30.
- 16) Hannebaum, L. 1981. *Landscape design*. Reston Publishing Co. pp. 202-223.
- 17) Heins, R. D., H. B. Pemberton, and H. F. Wilkins, 1982. The Influence of light on lily(*lilium longiflorum* Thub.). I. Influence of light intensity on plant development. *J. Amer. Soc. Hort. Sic.* 107(2): 330-335.
- 18) 廣井敏男, 小山弘島, 阿部恒充, 度邊 弘. 1970. 花卉類の栽培管理におする光環境の意義(第1報). *園藝學雜誌* 39(3): 63~71.
- 19) 本多, 松下博悟. 1958. 日本芝種子の發芽に關する研究, *造園雜誌* 21(4): 9~12.
- 20) 洪永杓, 洪珪鉉, 鄭正學, 1986. 生長抑制劑 處理 및 遮光程度가 제라늄의 生育 및 開花에 미치는 影響. *韓國園藝學會誌* 27(1): 66~72.
- 21) 本間 啓, 小澤知雄, 1962. 土壤構成と日本芝生の生育なるびに踏壓による影響に關する實驗的研究. *造園雜誌* 26(1): 41~46.
- 22) _____, 賴 哲三, 1968. 地被植物の耐・好陰性に關する 實驗的研究. *造園雜誌* 31(3): 2~9.
- 23) 星野和生. 1976. 野菜栽培研究における生長解析法の利用. *農業及園藝* 51(10): 10~14.
- 24) 稻葉健五. 1984. 遮光がコンヤク葉の形態に及ぼす影響. *日作記* 53(3): 243~248.
- 25) 秦熙成. 1978. 大豆人工群落의 物質生産性과 成長解析에 關한 研究. Ph. D 東國大學校.
- 26) 鄭正學, 金永鎮, 洪永杓. 1983. 光度의 差가 室内裝飾用 植物生育에 미치는 影響. *農試報告* 25(園藝): 131~136.
- 27) Johnson, C. R., T. A. Nell, and S. E. Rosenbaum. 1982. Influence of light intensity and drought stress on *Ficus benjamina* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(2): 252-255.
- 28) Juska, F. V. 1963. Shade tolerance of bentgrasses. *Golf course Repoter* 31: 28-34.
- 29) Kappel, F., and J. A. Flore. 1983. Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight, leaf chlorophyll Content, and morphology of young peach tress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(4): 541~544.
- 30) 金浩烈, 宋承達, 1975. 水稻品種의 物質生産과 生長解析에 關한 研究. *韓國作物學會誌* 20: 74~86.
- 31) 金一中, 李宗錫. 1978. 耐陰性 地被植物 開發에 關한 研究(I). 몇가지 地被植物의 光度差에 따른 生長反應. *韓國園藝學會誌* 19(2): 167~171.
- 32) 金仁澤, 裒炳浩, 李浩俊, 李一求. 1977. 被陰이 數種造景植物의 生長에 미치는 影響. *韓國造景學會誌* 9(1): 1~7.
- 33) 李喜喆. 1986. 韓國 들잔디의 草長調節과 踏壓이 生育에 미치는 影響에 關한 研究. 碩士學位論文. 慶熙大學校 大學院.
- 34) 前中久行. 1979. 奈良縣大台ヶ原ドライブウェイにおける法面の植生回復と法面勾配の關係. *造園雜誌* 42(3): 3~9.
- 35) _____, 1984. 踏みつけによる芝生の損耗とその回復生長の數式モデル. *造園雜誌* 47(5): 117~122.
- 36) 増田拓郎. 1984. 芝生地における踏壓. *芝生研究* 13(1): 41~46.
- 37) McBee, G. G., and E. C. Halt. 1966. Shade tolerance studies on bermuda grass and other turfgrass. *Agron. J.* 58: 522-525.
- 38) Milks, R. R., J. N. Joiner, L. A. Garada, C. A. Conner, and B. Tjia. 1979. Influence of acclimatization on carbohydrate production and translocation of *Ficus benjamina* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 410-413.
- 39) 閔庚鉉, 趙武衍. 1973. 綠地造成用 草類開發을 爲한 地被植物의 適應性에 對한 調査 研究. *韓國造景學會誌* 1: 7~15.

- 40) 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.
- 41) Monsi, M., and T. Saeki. 1953. Über den Lichtfactor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. *Jap. J. Bot.* 14 : 22-52.
- 42) 文原, 表現九. 1981. 遮光程度가 몇가지 好冷性 菜蔬의 生育에 미치는 影響. *韓國園藝學會誌* 22 (3) : 153~159.
- 43) Müller, D. und P. Larsen. 1935. Analysis der Stokproduktion bei Stickstoff und Kalimangel. *Planta*. 23 : 501-517.
- 44) Ota Seiroku. 1982. Effects of shading on the growth and development of *Ophiopogon Japonicus*.
- 45) 小澤知雄, 近藤三雄. 1972. *Hedera* 屬의 造園의 利用에 關する 基礎的研究. *造園雜誌* 36(1) : 45~55.
- 46) 朴仁鉉. 1975. 庭園觀賞植物의 光度反應에 關한 研究. *韓國造景學會誌* 5 : 1~24.
- 47) 朴尙根, 權永彬, 李龍範, 林采. 1982. 夏節期 비닐 하우스에 遮光에 Fog mist system의 利用이 葉菜類(배추, 시금치, 상치) 生育에 미치는 影響. *農試報告* 24(園藝) : 106~116.
- 48) Portz, H. L., J. J. Murray, and D. Y. Yean. 1981. *Zoysia* grass *Zoysia japonica* establishment by seed. *Proc. of International Turfgrass Soil*. 113-122.
- 49) Priestley, C. A. 1963. The Carbohydrate resources of young apple trees under four levels of illumination. *Ann. Bot.* 27 : 435-446.
- 50) 齊藤雄. 1972. 庭園地被 と 植物病蟲害. 技報堂. 東京.
- 51) 申宇均. 1983. 被陰程度에 따른 草本地被植物의 生長에 關한 研究(II). 禮山農業專門大學 論文集 20 : 353~360.
- 52) _____, 1984. 被陰程度에 따른 草本地被植物의 生長에 關한 研究(III). 禮山農業專門大學 論文集 21 : 393~398.
- 53) Synder. G. H. 1976. Nitrogen fertilization of bermuda grass turf through and irrigation system. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101(2) : 145-148.
- 54) Syvertsen. J. P., and M. L. Smith, Jr. 1984. Light acclimation in Citrus levels. I. Changes in physical characteristic, chlorophyll, and nitrogen content. *J. Amer. Sci.* 109(6) : 807-812.
- 55) 高橋新平, 多比良薫, 近藤三雄, 小澤知雄. 1987. 各種日照不足下におけり地被植物の生育反應につて. *造園雜誌* 50(5) : 95~101.
- 56) Watson. D. J. 1958. The dependence of net assimilation rate on leaf-area index. *Ann. Bot., N. S.* 22(85) : 37-54.
- 57) Watson. D. J., and S. A. W. French. 1962: An attempt to increase yield by controlling leaf-area index. *Amer. Bot. N. S.* 50 : 1-10.
- 58) 山口淳一, 田中明. 1970. 作物の生長効果に關する 研究(第3報). 生育條件 を異にしたトウモロコシの生長効率. *日本土壤肥料學雜誌* 4(12) : 509~513.
- 59) Yasuda. S. D. and S. Y. Jang. 1963. The fertilization and seed germination of *Zoysia japonica*. *Agric. and Hort.(Japan)* 38 : 109-110.
- 60) Youngner, V. B. 1961. Germination of zoysia species in response to temperatures photoperiods and light intensities. *Crop. Sci.* 1 : 91-93.
- 61) 柳達永, 廉道義. 1969. 移植時期, 貯藏期間 및 植栽密度가 移植後 *Zoysia japonica*의 生育에 미치는 影響. *韓國園藝學會誌* 5 : 73~83.
- 62) _____, _____, 1970. 日照의 差異가 *Zoysia* grass 生育에 미치는 影響. *韓國園藝學會誌* 7 : 41~46.
- 63) _____, _____, 1971. 日照不足狀態에서의 잔디 生育에 對하여. *韓國園藝學會誌* 10 : 79~83.