

## 林間草地開發에 관한 연구

### VII. 遮光程度가 主要牧草의 個體群生長量, 純同化率 및 光合成能力에 미치는 影響

朴文洙·徐 成·韓永春·柳鍾遠·李鍾烈\*

## Studies on the Grassland Development in the Forest

### VII. Effect of shading degrees on the crop growth rate, net assimilation rate and photosynthetic activity of main grasses

Moon Soo Park, Sung Seo, Young Choon Han, Jong Won Ryoo and Jong Yeol Lee\*

#### Summary

This experiment was carried out to investigate the effect of shading degrees (0:full sunlight, 25, 50 and 75%) on the crop growth rate (CGR), net assimilation rate (NAR) and photosynthetic activity of grasses for obtaining the basic data on the development, management and utilization of pasture in the forest.

For the test, different artificial shading houses were established and pasture species used in this study were orchardgrass, timothy, perennial ryegrass and ladino clover. The experiment was performed at Livestock Experiment Station, Suwon, in 1984-'85. The results obtained are summarized as follows.

1. The highest CGR was obtained at 0% (full sunlight) and 25% of shading, followed by 50 and 75% of shading degrees, in that order. CGR of orchardgrass and perennial ryegrass were higher than those of timothy and ladino clover.
2. NAR was significantly decreased as the shading degrees increased. The highest NAR was observed at perennial ryegrass plot.
3. The photosynthetic activity during summer season was the highest at 25% of shading, followed by 50, 0 and 75% of shading degrees. While, the photosynthetic activity during fall season was the highest at 25% of shading, followed by 50, 0 and 75% of shading degrees, in that order. Those of orchardgrass and perennial ryegrass were remarkably higher than that of timothy.
4. A significant positive correlation was obtained in the relationship between CGR and NAR of main grasses, regardless of pasture species and investigated date.

#### I. 緒 論

最近 우리 나라에서는 粗飼料 生産基盤을 擴大하  
기 위하여 林間에 牧草를 栽培하는 畜産農家가 늘  
어가고 있다. 林間에 牧草를 栽培할 경우 樹冠에  
의한 遮光으로 光合成 能力이 떨어져 地上部 및 地

下部の 生育이 抑制된다 하였으며(Pritchett 및 N-  
elson, 1951; Hart 등, 1970), Mitchell 및 Coles (1955)  
도 遮光을 하면 ryegrass의 分蘖莖數와 分蘖莖의  
生長을 抑制시켜 收量減少를 일으킨다고 報告하였  
다. 이와 관련하여 林間에서 牧草의 生産性を 減少  
시키지 않으면서 生育할 수 있는 光량을 Vezina 및

畜産試驗場(Livestock Experiment Station, RDA, Suwon, 170, Korea)

\*濟州試驗場(Cheju Experiment Station, Cheju, 590, Korea)

Boulter(1966)는 自然光의 20%라 하였고, Gaskin(1965)과 朴等(1987)은 自然光의 25%라 報告하고 있으며, McBee 및 Holt(1966)은 遮光程度에 따라 草種別, 品種別로 生育差異는 크다고 發表한 바 있다.

따라서 本 研究는 筆者等(1987)이 第Ⅵ報에서 遮光程度에 따른 草種別 地上部와 地下部의 生育形質 變異를 調査 分析하고 이들 形質들과 乾物生産과의 關係를 究明한 바 있으며, 이번 Ⅶ報에서는 遮光程度에 따른 主要牧草의 個體群生長量, 純同化率 및 光合成能力에 미치는 影響을 究明하여 林間草地改良과 管理利用의 基礎資料로 活用코자 實施하였다.

## Ⅱ. 材料 및 方法

### 1. 試驗圃場概況 및 栽培管理方法

本 試驗은 畜産試驗場(水原) 草地 試驗圃場에서 orchardgrass, perennial ryegrass, timothy 및 ladino clover를 各各 10a當 2.0, 3.0, 1.2 및 0.5kg의 播種量으로 1984年 8月 25日에 이랑너비 20cm에 播幅 5cm로 耕耘條播하였으며, 試驗區 面積은 2m<sup>2</sup> 3反復으로 設計하였다.

遮光處理는 幅 5m, 길이 15m, 높이 2m의 大型 터널식 하우스를 만들어 市中에서 販賣되고 있는 25%, 50%, 75%의 黑色 遮光網을 가지고 自然狀態의 光量을 25%, 50%, 75% 遮光되도록 各各 調節하였으며, 遮光하지 않고 自然光狀態로 그대로 둔 0%區(以下 無遮光區로 表記)로 設置하여 並行 檢討하였다.

試驗圃場의 施肥量 및 施肥方法과 其他 栽培管理方法은 第Ⅵ報(朴等, 1987)에 記述한 바와 같다.

### 2. 調査方法

光合成量 測定은 季節別로 快晴한 날을 擇하여 11~12時 사이에 最近 完全히 展開된 葉의 中心部位에서 휴대용 光合成 測定器(LI-COR, Model 6000)를 使用하여 測定하였다. 測定方法은 葉을 1/4ℓ 크기의 acrylic plastic chamber에 끼워 12cm<sup>3</sup>/sec 速度의 CO<sub>2</sub> gas를 投入시켜 單位時間當 CO<sub>2</sub>의 濃度가 減少되는 程度를 infra-red gas analyzer에 의해 測定하였다.

純同化率(net assimilation rate=NAR)과 個體群生長量(crop growth rate=CGR)은 葉面積과 乾物

重을 利用하여 다음 公式에 의해서 算出하였다.

$$NAR = \frac{w_2 - w_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\log_e L_2 - \log_e L_1}{L_2 - L_1}$$

$$CGR = \frac{W_2 - w_1}{t_2 - t_1}$$

註: t=時間, w=乾物重, L=葉面積

## Ⅲ. 結果 및 考察

### 1. 遮光程度에 따른 草種別 個體群生長量(CGR)의 變化

일정기간내 單位面積當 乾物이 蓄積되어 가는 過程을 個體群生長量(crop growth rate, CGR)으로 表示하는데 그 調査成績은 Table 1과 같다.

먼저 遮光程度별로 본 CGR은 調査時期에 관계 없이 無遮光區, 25%遮光區>50%遮光區>75%遮光區 順으로 나타났으며 25%遮光區는 自然光狀態인 無遮光區의 CGR과 거의 같은 水準이었으나 50%와 75%遮光區에서는 有意 減少하였다(P<0.05).

여기에서 25%遮光區의 CGR이 自然光狀態인 無遮光區와 거의 같은 水準을 보인것은 朴等(1986)이 第Ⅴ報에서 發表한 바와 같이 自然光의 25%程度를 遮光하더라도 北方型牧草가 光合成을 할 수 있는 光量이 充分하고 또 土壤水分을 언제나 알맞게 유지할 수 있으며, 特히 여름철에는 大氣溫度 및 地中溫度를 低下시키고 水分蒸發을 抑制시키는 등 牧草栽培에 有利한 環境條件을 만들어 주기 때문으로 생각된다. 이에 반하여 50%以上 遮光을 할 경우 牧草의 生育이 不振한 理由는 遮光內의 光量이 大體로 30,000Lux 以下로서 北方型牧草가 光合成을 最大로 할 수 있는 光量에 못 미치고 있는데다 群落內의 生育環境이 不良하여 牧草의 生育이 떨어지는 것으로 思料된다.

한편 이를 草種別로 調査한 結果를 時期別로 Table 1에서 살펴보면 먼저 이른 봄에 牧草가 再生되기 始作해서부터 1次收穫時(3月12日~3月8日)까지의 CGR은 orchardgrass, timothy, perennial ryegrass는 各各 5.943, 5.915, 5.033g/m<sup>2</sup>/day 으로서 相互 有意差가 없었으나 ladino clover와는 2.879g/m<sup>2</sup>/day 으로서 이들 草種과는 有意 減少하였다. 그리고 1次收穫後~2次收穫時(5月9日~6月14日)까지의 CGR은 timothy는 9.716, perennial ryegrass는 9.382, orchardgrass는 7.885, ladino

**Table 1. Changes in the crop growth rate (CGR) of grasses by different shading degrees associated with growing season.**

Species	% of shading				Mean
	0	25	50	75	
	g/m <sup>2</sup> /day				
OG	7.811	8.021	5.743	2.197	5.943 a
TI	7.810	6.661	6.167	3.020	5.915 a
PRG	7.286	6.283	4.567	1.995	5.033 a
LC	3.373	4.742	2.324	1.077	2.879 b
Mean	6.570	6.427	4.700	2.075	
	a	a	b	c	

Species	% of shading				Mean
	0	25	50	75	
	g/m <sup>2</sup> /day				
OG	9.284	10.799	6.443	5.013	7.885 b
TI	12.757	10.193	9.401	6.512	9.716 a
PRG	10.593	10.205	7.349	7.327	9.382 a
LC	8.555	7.821	4.780	3.037	6.048 b
Mean	10.297	9.754	6.993	5.472	
	a	a	b	b	

Species	% of shading				Mean
	0	25	50	75	
	g/m <sup>2</sup> /day				
OG	2.540	2.666	1.261	0.913	1.845 a
TI	0.877	0.893	0.841	0.527	0.870 b
PRG	2.504	2.735	2.035	1.406	2.170 a
Mean	1.974	2.097	1.379	0.949	
	a	a	b	c	

\*OG:orchardgrass, TI:timothy, PRG:perennial ryegrass, LC:ladino clover

\*\*Different letter in above vertical and horizontal lines indicate a significant difference at 5% level.

clover는 6.048g/m<sup>2</sup>/day로 나타났으며 timothy와 perennial ryegrass는 orchardgrass와 ladino clover에 비해서有意的으로 높았으며, 또 이는 3월12일~5월8일까지의 CGR보다 훨씬 높은 수치를 보였다.

이와같이 1次收穫後~2次收穫時까지의 CGR이 timothy와 perennial ryegrass에서 높은 것은 1次收穫當時에 出穂하지 않는 個體가 많다가 2次收穫時에 遲發分蘖 個體에서 節間이 伸長하여 出穂한

것이 많이 나타나 乾物量을 增加시킨 反面에 orchardgrass는 1次收穫時에 거의 모든 個體가 出穂되어 2次收穫時에는 營養생장부분만 남아 있어 이들 草種보다 乾物量이 약간 減少한데서 온 것으로 思料된다. 또 ladino clover가 1次에 비해서 乾物量이 월등히 많은 것은 이 草種이 1次때보다 좋은 生育 環境條件으로 경과하였기 때문에 생각된다.

또한 9월1일부터 10월7일까지의 CGR은 0.870~2.170g/m<sup>2</sup>/day로서 3월12일~5월8일(5.033~5.943)과 5월9일~6월14일(7.885~9.716)의 CGR보다 크게 減少하였으며 草種間에는 perennial ryegrass와 orchardgrass는 相互 有意性이 없었으나 timothy는 有意 減少하였다.

## 2. 遮光程度에 따른 草種別 純同化率(NAR)의 變化

乾物生産의 主要 器官인 葉面積과 綜合産物인 乾物重을 基礎로 일정기간내 單位面積當 乾物增加를 純同化率(net assimilation rate, NAR)에 의해서 檢討한 結果는 Table 2와 같다.

遮光程度에 따른 NAR는 調査時期에 관계없이 無遮光區 > 25%遮光區 > 50%遮光區 > 75%遮光區 順으로 나타나 遮光을 많이 할수록 NAR은 有意的으로 減少하는 傾向을 보였다(P<0.05). 특히 50%遮光區와 75%遮光區에서 NAR이 無遮光區나 25%遮光區에 비하여 크게 減少하였는데 이는 遮光을 많이 할수록 葉이 徒長되어 葉面積은 넓어지는데 비하여 이들 葉들은 밑으로 늘어진 상태로 있어 群落内部에 通氣, 通光等 微氣象條件이 不良해지며 下位 葉들은 呼吸만 增大하고 乾物生産에 기여하는 程度가 크게 떨어지기 때문이며(朴等, 1987), 李(1985)도 庇陰度가 增加하며는 葉面積比는 擴大시키나 單位面積當의 同化能力(NAR)은 低下한다고 報告하고 있어 本 試驗結果를 잘 뒷받침 해주고 있다.

한편 이들을 草種別로 調査한 結果를 調査時期別로 Table 2에서 살펴보면 먼저 이른봄에 牧草가 再生되기 始作해서 1次收穫時(3월12일~5월8일)까지의 NAR은 供試한 모든 草種이 7.172~9.147g/m<sup>2</sup>/day의 범위로 草種間 有意差가 없었다. 그러나 1次收穫後~2次收穫時(5월9일~6월14일)까지의 NAR은 12.931~17.179g/m<sup>2</sup>/day로 3월12일~5월8일의 NAR보다 크게 增加하였으며, 草種間에는 orchardgrass만 다른 草種에 비하여 有意 減

**Table 2. Changes in the net assimilation rate (NAR) of grasses by different shading degrees associated with growing season.**

Species	% of shading				Mean
	0	25	50	75	
g/m <sup>2</sup> /day					
OG	12.629	9.376	6.545	5.028	8.395 a
TI	9.215	7.988	6.547	4.939	7.172 a
PRG	12.382	10.704	7.131	6.369	9.147 a
LC	9.051	11.009	8.603	6.977	8.910 a
Mean	10.819	9.769	7.207	5.828	
	a	b	c	d	
• May 9~June 14					
OG	17.257	14.846	10.482	9.140	12.931 b
TI	22.313	16.088	12.839	14.104	16.336 a
PRG	25.291	21.885	10.768	10.160	17.026 a
LC	20.949	20.114	14.161	13.490	17.179 a
Mean	21.453	18.233	12.085	12.082	
	a	b	c	c	
• Sept. 1~Oct. 7					
OG	11.195	9.716	7.719	6.730	8.840 b
TI	8.651	9.689	7.139	5.954	7.858 c
PRG	12.919	12.729	12.735	8.554	11.536 a
Mean	10.922	10.711	8.339	7.070	
	a	a	b	c	

\*OG:orchardgrass, TI:timothy, PRG:perennial ryegrass, LC:ladino clover

\*\*Different letter in above vertical and horizontal lines indicate a significant different at 5% level

少하였다( $P < 0.05$ ). 이는 CGR에서言及한 바와 같이 timothy와 perennial ryegrass는 2次收穫時에 遲發分蘖 個體에서 收穫한 것들이 많아 乾物量을 增加시켰기 때문에 NAR이 높은 것으로 생각되며 반면에 orchardgrass는 出穂한 個體보다는 營養생 장부분만 남아 있어 이들 草種보다 乾物量이 減少한데서 온 것으로 思料된다.

### 3. 遮光程度에 따른 草種別 光合成能力 比較

遮光程度에 따른 草種別 光合成能力을 계절별로

比較한 것은 Fig. 1과 같다.

먼저 北方型牧草가 夏枯를 겪는 여름철인 8月 24日에 光合成을 測定한 結果 orchardgrass 草種은 25%遮光區 > 50%遮光區 > 無遮光區 > 75%遮光區 順이었으나 timothy 草種은 50%遮光區 > 75%遮光區 > 無遮光區 > 25%遮光區 順으로 나타났다.

여기에서 orchardgrass의 경우 25%, 50% 遮光區는 無遮光區보다 光合成能力이 높게 나타났는데 이는 朴等(1986)이 調査한 結果에 의하면 遮光을 해주므로써 여름철에 強한 直射光線의 햇볕을 차단시켜 大氣溫度 및 地中溫度를 低下시켜 주고, 土壤水分의 蒸發을 抑制하여 주며, 또 遮光을 해주어도 北方型牧草가 光合成을 最大로 할 수 있는 光飽和點인 30,000~75,000Lux 범위에 있기 때문에 이들 牧草가 光合成을 하는데 有利한 環境條件으로 經過하였기 때문으로 생각된다. 그러나 75%遮光의 경우 大氣 및 地中溫度 低下와 土壤水分蒸發抑制 등의 効果는 25%, 50%遮光區보다 有利하나 光量이 20,000~28,000Lux로서 光飽和點 以下이기 때문에 光合成을 제대로 하지 못한데서 온 것으로 사료된다.

한편 timothy는 orchardgrass와는 달리 50%, 75%遮光區에서 無遮光區 및 25% 遮光區보다 光合成能力이 높게 나타난 것은 timothy가 orchardgrass보다 光飽和點이 낮은지 아니면 土壤溫度等 다른 環境條件의 영향인지는 追後 계속 多角의 으로 檢討해 보아야 할 과제로 생각된다.

한편 가을철인 10月 10日에 光合成을 調査한 結果는 orchardgrass의 경우 25%遮光區 > 無遮光區 > 50%遮光區 > 75%遮光區 順이었으며 perennial ryegrass는 orchardgrass와 비슷한 光合成 能力을 가지고 있는 傾向이었다. 그러나 timothy의 경우 그 傾向은 orchardgrass와 perennial ryegrass와 비슷하나 光合成能力은 이들 草種보다 많이 떨어졌다.

### 4. 主要 草種別 個體群生長量(CGR)과 純同化率(NAR)과의 關係

以上에서 살펴본 바와같이 CGR과 NAR은 無遮光區와 25%遮光區는 큰 차이가 없었으나 50%, 75%遮光區로 遮光을 많이 할수록 有意的으로 減少하는 傾向을 보였으며 이들간의 相關關係를 구해 본 結果 高度의 正의 相關關係가 인정되었다(Table 3). 따라서 本 試驗의 結果로 보아 그들에 比較적 잘

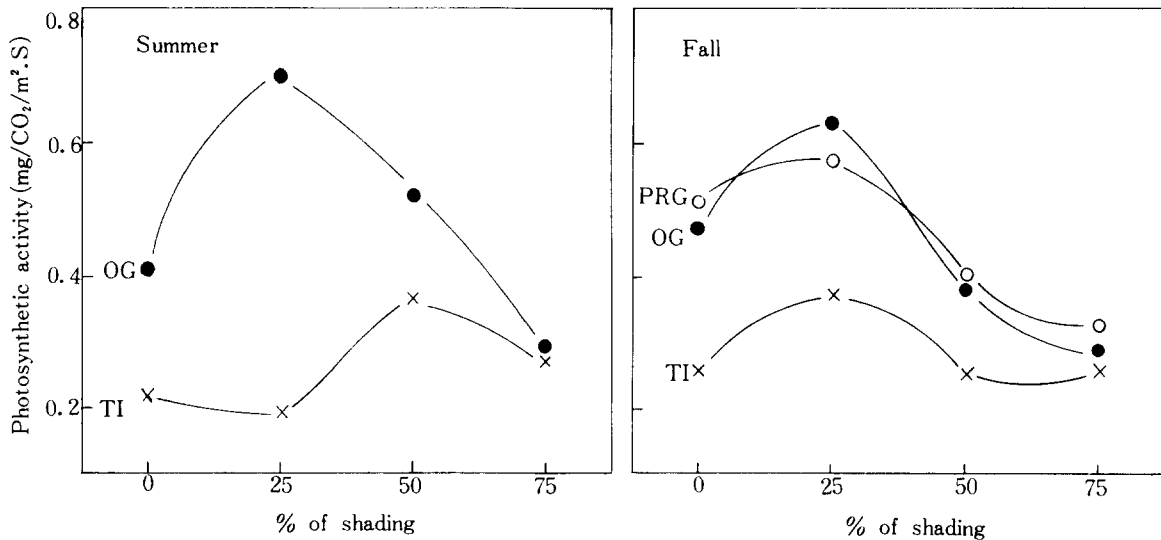


Fig. 1. Photosynthetic activity of grasses measured at summer season (Aug. 24) and fall season (Oct. 10) by different shading degrees (OG: orchardgrass, TI: timothy, PRG: perennial ryegrass)

Table 3. Relationship between crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) of grasses.

Species	Duration of investigation		
	Mar. 12~ May 8	May 9~ June 14	Sept. 1~ Oct. 7
OG	0.708**	0.787**	0.787**
TI	0.793**	0.748**	0.801**
PRG	0.899**	0.796**	0.788**
LC	0.806**	0.832**	—

\*OG:orchardgrass, TI:timothy, PRG:perennial ryegrass, LC:ladino clover.

\*\*Indicates significant at 1% level of probability.

適應하는 草種으로는 orchardgrass와 perennial ryegrass 이었으며 遮光程度는 自然狀態인 無遮光區와 비슷하거나 오히려 더 좋은 牧草作況을 유지하기 위해서는 25%程度 遮光하는 것이 바람직하다고 생각되며, 50%遮光區에서 그 減少幅이 큰 점으로 보아 林間草地 造成時 限界 遮光程度는 自然光의 50%程度로 보여진다.

#### IV. 摘要

本 研究는 林間草地改良과 管理 및 利用의 基礎 資料를 얻고자 遮光程度를 0%區(無遮光區 = 自然

光狀態), 25%, 50%, 75%遮光區를 設置하고 orchardgrass, timothy, perennial ryegrass, ladino clover를 供試하여 個體群生長量(CGR), 純同化率(NAR)과 光合成能力에 미치는 영향을 究明하고자 1984~1985年間 試驗을 實施하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 遮光程度에 따른 CGR은 無遮光區 > 25%遮光區 > 50%遮光區 > 75%遮光區 順으로 遮光을 많이 할수록 CGR은 有意減少하였다( $P < 0.05$ ). 草種別로는 調查時期에 따라 약간 차이가 있었으나 orchardgrass, perennial ryegrass는 有意 增加하였다.

2. 遮光程度에 따른 NAR은 無遮光區 > 25%遮光區 > 50%遮光區 > 75%遮光區 順으로 遮光을 많이 할수록 NAR은 有意 減少하였다( $P < 0.05$ ). 草種別로는 perennial ryegrass가 有意 增加하였으나 다른 草種들은 調查時期에 따라 달랐다.

3. 遮光程度에 따른 光合成能力은 여름철에는 25%遮光區 > 50%遮光區 > 無遮光區 > 75%遮光區 이었으나 가을철에는 25%遮光區 > 無遮光區 > 50%遮光區 > 75%遮光區 順이었다. 草種間에는 orchardgrass와 perennial ryegrass는 거의 같은 경향이나 timothy는 이들 草種보다 光合成能力이 크게 떨어졌다.

4. 主要草種別 CGR과 NAR은 草種과 調查時期에 關係없이 高度의 正의 有意相關이 있었다.

## V. 引用文獻

1. Gaskin, T.A. 1965. Light quality under saran shade cloth. *Agron. J.* 57:313-314.
2. Hart, R.H., R.H. Hughes, C.E. Lewis and W.G. Monson. 1970. Effect of nitrogen and shading on yield and quality of grasses grown under young slash pines. *Agron. J.* 62:285-287.
3. McBee, G.G. and E.C. Holt. 1966. Shade tolerance studies on bermudagrass and other turfgrass. *Agron. J.* 58:523-525.
4. Mitchell, K.J. and S.T.J. Coles. 1955. Effects of defoliation and shading on short rotation ryegrass. *N.Z.J. Sci. Tech.* 37A:586-604.
5. Pritchett, W.L. and L.B. Nelson. 1951. The effect of light intensity on the growth characteristics of alfalfa and brome grass. *Agron. J.* 43:172-177.
6. Vezina, P.E. and I.W.K. Boulter. 1966. The spectral composition of near ultraviolet and visible radiation beneath forest canopies. *Can. J. Bot.* 44:1267-1284.
7. 朴文洙, 徐成, 韓永春, 李鍾烈. 1986. 林間草地開發에 關한 研究. V. 遮光程度가 主要牧草의 初期生育과 越冬에 미치는 影響. *韓草誌* 6(1): 38~43.
8. 朴文洙, 徐成, 韓永春, 柳鍾遠. 1987. 林間草地開發에 關한 研究. VI. 遮光程度에 따른 主要牧草의 地上部 및 地下部の 生育形質變異와 그 相關關係. *韓草誌* 7(2): 79~86.
9. 李仁德. 1985. 傾斜山地的 草地改良에 關한 研究. 建國大 大學院 博士學位論文: 1~48.