

刈取週期の 相互轉換에 따른 White Clover 品種의 刈取收量 및 生長

姜晋鎬 · 朴正珉 · G. E. Brink*

Harvest Yield and Growth Response of White Clover Cultivars to Infrequent, Frequent Defoliation and Their Alternation

Jin Ho Kang, Jeong Min Park and Geoffrey E. Brink*

Summary

Pasture composed of about 30% botanical composition of white clover (*Trifolium repens* L.) is desirable in its productivity and quality. To get information on maintaining its productivity in the pasture, the experiment was carried out to determine the effect of infrequent, frequent defoliation or their alternation on change of its harvest yield and growth. Individual plants of Regal, Louisiana S-1, Grasslands Huia and Aberystwyth S184 were grown in 22cm plastic pot containing a 2 : 1 : 1 soil : sand : Peat moss mixture for 27 days after transplanting 50-day seedlings raised on 3cm pots, and then all their fully expanded leaves are removed. Defoliation treatments were forced every 1 (CC, frequent), 4 week (RR, infrequent) or their alternations (CR, RC) after 8 weeks from the removal. To analyze the treatment effects, plants were sampled on 0 (the removal day), 4, 8, 12 and 16 weeks after the removal and separated to leaves, petioles, stolons and roots.

Each harvest yield of infrequent defoliation (RR) was higher than that of frequent defoliation (CC). Their alternations (RC, CR), however, forced fluctuation of the yield according to defoliation interval. Fraction weights from their alternations showed intermediate ones of infrequent and frequent defoliation whose weights did the similar result to their harvest yields. Fraction and total dry weights per plant, shoot/root ratio were changed by relative span of defoliation interval, which resulted from the weights of leaves and petioles, removed parts. Root and total dry weight per plant of Regal were greater than the other cultivars in infrequent defoliation interval regardless of continuous or alternations. Productivity of white clover in pasture, therefore, can be controlled by alternation of infrequent and frequent defoliation or reverse.

I. 緒 論

White clover의 長點을 살리기 위하여는 放牧草地에서 植生比率이 30% 내외가 적절하나 이용방법에 따라 存續 또는 優占이 문제되고 있다(Lowther 등, 1989), 이러한 문제점은 적절한 품종선택 또는 방목 시기 및 기간의 조절로 극복될 수 있을 것이다(Matches, 1989; Sheaffer, 1989).

草地利用方法은 放牧週期를 임의적으로 조절할 수 있는 輪換放牧과 繼續放牧으로 구분되며, 繼續放牧도 放牧強度에 따라 奪葉頻도가 다르며 심지어 新葉이 전개되기도 전에 加害가 이루어짐으로써 white clover의 生長을 극히 억압하는 것으로 알려져 있다(Curl 등, 1982; Korte 등, 1984).

廣地域 適應性이어서 많은 품종이 育成되고 있는 white clover는 잎의 크기에 따라 大葉, 中大葉, 中小

경상대학교 농학과(Dept. of Agronomy, Gyeongsang Natl. University, Chinju 660-701, Korea)

* 미국 미시시피주립대학(USDA, ARS, Forage Research Unit, P. O. Box 5367, Mississippi State, MS39762, USA)

葉 또는 小葉種으로 분류되고 있으며, 잎의 크기가 다른 품종들의 收量, 生長과 形態의 特性이 放牧方法에 따라 변하는 것으로 알려져 있다(Evers, 1989; Kang 등, 1994a,b; Williams, 1987).

放牧方法, 즉 刈取週期에 대한 white clover의 반응으로 姜等(1994)은 4週 동안 1, 2 또는 4週 間隔으로 刈取한 결과 刈取收量은 刈取週期가 길어질수록 증가하며 大葉일수록 많은 것을 관찰한 바 있으며, perennial ryegrass와의 混播草地에서도 이와 유사한 결과가 보고된 바 있어(Goodman 등, 1986; Wilman 등, 1982), 刈取週期에 따라 잎의 크기가 다른 white clover 품종의 수량 또는 생장은 차이가 있을 것으로 보인다.

刈取週期가 잎의 크기가 다른 white clover 품종의 생장에 미치는 영향으로써 姜等(1994a, 1994b)은 刈取週期를 1週에서 4週로 증가시킨 결과 28일의 再生期間 내내 葉重, 葉柄重, 匍匐莖重 및 根重의 증가 뿐만 아니라 예취 14日後에는 中小葉種 Grasslands Huia와 小葉種 Aberystwyth S184에 비하여 大葉種들의 個體當乾物重이 많으나 이러한 증가는 주로 地上部의 생장에 의한 것으로 관찰되어서, 放牧方法, 즉 刈取週期の變動이 white clover의 生長 뿐만 아니라 地上部 및 地下部간의 物質分配에도 影響을 미칠 것으로 보인다.

刈取週期에 대한 white clover의 刈取收量 및 생장을 추적한 시험들이 일부 행하여 졌으나 이러한 시험들은 동일한 刈取週期를 가하였을때의 반응만 조사한 것으로써(Curl 등, 1982; Korte 등, 1984; Kang, 1991; Kang 등, 1992, 1994; Wilman 등, 1982), 혼파초지에서 white clover의 수량을 증가시키거나 일부지역에서 제기되는 white clover의 優占을 조절하기 위하여 초지관리에서 용이하게 행하여질 수 있는 繼續放牧과 輪換放牧의 相互變動에 대한 white clover의 生長반응을 조사한 보고는 거의 없는 실정이다. White clover의 放牧方法에 대한 정보를 제공하고자 刈取週期の 長短과 이들의 交互轉換이 잎의 크기가 다른 white clover 품종의 刈取收量 및 部位別 生長에 미치는 影響을 究明하고자 本 試驗을 實施하였다.

II. 材料 및 方法

本試驗은 慶尙大學校 부속농장 온실에서 1994년

2월부터 8월까지 pot 시험으로 수행하였다. 1994년 2월 5일에 직경 3cm의 연결 pot에 根瘤菌을 접종하여 종자를 파종하였으며, 생육이 균일한 개체를 3월 25일에 土壤, 모래, Peat moss가 2:1:1(v/v/v)로 混合된 混合物로 채워진 직경 22cm의 plastic pot에 이식하였다. 發芽前 또는 幼苗期에는 미세한 nozzle로, 複葉 10枚期 이후부터는 撒水器로 每日 灌水하였으며, 3차예취 후 P와 K를 pot당 각각 2g씩 공급하였고, 병충해를 방지하기 위하여 6회에 걸쳐 殺草藥제 또는 토규유제 및 다이센-엠을 혼합하여 살포하였다. 본 시험기간의 氣象은 最近 30個年의 평균에 비하여 7月初·中旬의 일조량이 많고 7月中의 日中平均溫度도 극히 높은 것으로 나타났다(Fig. 1).

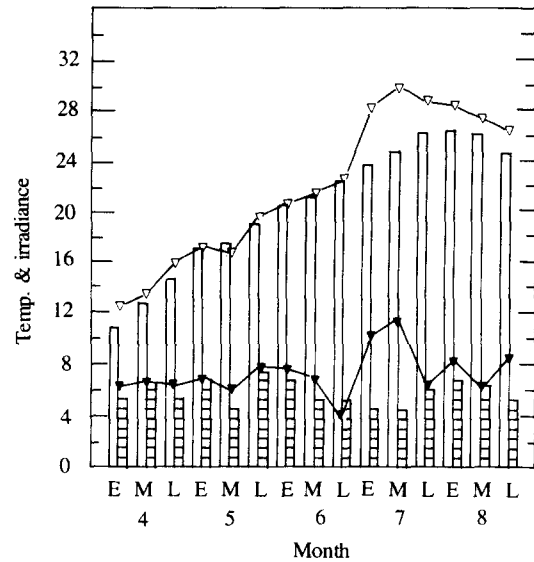


Fig. 1. Meteorological observation for experimental period (scatters and lines) and 30-year means (bars). Symbols indicate ∇ , temperature ($^{\circ}\text{C}$) and \blacktriangledown , irradiance (hr/day) and bars do left, temperature and right, irradiance at the 10-day of same months. Abbreviations in X axis mean E, early; M, middle and L, late of the months.

處理는 white clover 品種, 刈取週期の 長·短과 이들을 相互交互한 2個 要因으로 주구에 品種을 배치한 分할구 8반복으로 실시하였다. White clover 品種은 大葉種 Regal, 中大葉種 Louisiana S-1 (La. S-1), 中小葉種 Grasslands Huia (Huia) 및 小葉種 Aberystwyth S184 (S184)로 잎의 크기가 다른 4個 品種을 供試하

였으며, 4월 22일 Carlson Stage 0.9 (Carlson, 1966) 이상 전개된 複葉全體를 2cm 높이로 예취한 후 1) 4週間隔으로 繼續刈取(RR), 2) 1週間隔으로 繼續刈取(CC), 3) 4週間隔으로 2번 예취한 후 1週間隔으로 8번 예취하거나(RC), 4) 1週間隔으로 8번 예취한 후 4週間隔으로 2번 예취(CR)하여 刈取週期를 1週와 4週 또는 이들을 相互交互하여 처리하였다. 한편 每刈取時 수확한 牧草를 75℃에 48시간 건조하였으며 전체를 최초로 예취한 4월 22일 이후 4週동안 예취한 乾物重함으로 刈取收量을 비교하였다.

刈取週期의 長短과 이들의 相互轉換이 公試品種에 미치는 영향을 측정하기 위하여 전체를 최초로 예취한 4월 22일과 4週間隔으로 4회, 총 5회에 걸쳐 식물

체를 水洗·分離한 후 조사기간동안 5℃의 저온고에 보관하였다. 各 植物體를 葉, 葉柄, 匍匐莖과 뿌리로 분리하여 이상과 같은 건조방법으로 건조한 후 乾物重을 조사하였으며, 지상부는 葉重, 葉柄重 및 匍匐莖重의 합으로 個體當 乾物重은 全部位의 합으로 표시하였고, 이들의 經時的 變化는 刈取數量과 같은 방법으로 표시하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 刈取收量의 變化

刈取週期의 長短과 이들의 交互가 各 公試品種의 刈取數量에 미치는 영향은 그림 2와 같다. 공시험

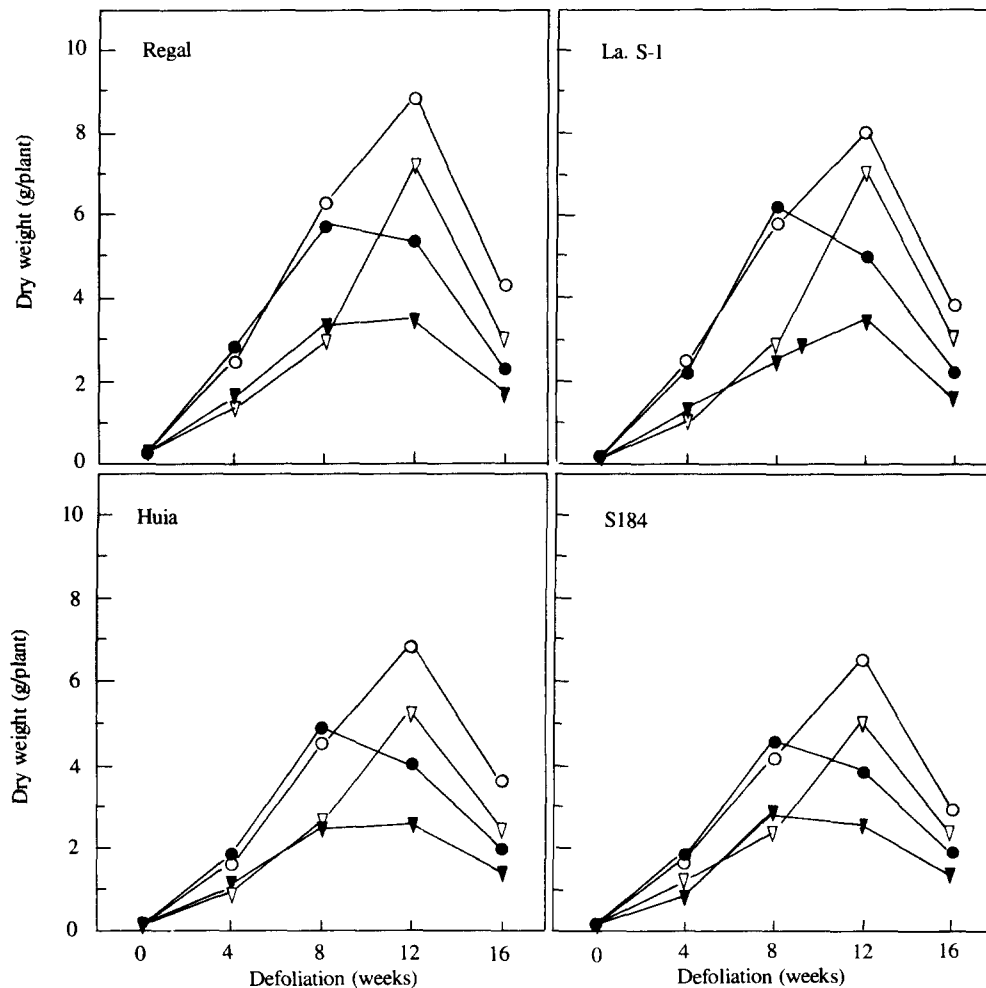


Fig. 2. Harvest yield of white clover cultivars as affected by alternation of infrequent and frequent defoliation. Symbols indicate ○—○, RR; ●—●, RC; ▽—▽, CR and ▼—▼, CC in A, B, C and D. Abbreviations in this title refer to Table 1.

중별刈取數量은 예취 4週後부터는 大葉種 Regal에서 가장 많고 小葉種 S184에서 가장 적어 잎의 크기가 작을수록 적은 경향을 보였으며, 한편 조사기간중刈取收量の 변화로써 12週後까지는 증가하는 경향이 있으나 그 이후에는 오히려 감소하였는데 本試驗중의 氣象要因(Fig. 1)이 영향을 미친 것으로 보인다.

한편 조사기간 내내 全公試品種에서 1週(CC)보다는 4週(RR)週기로 繼續刈取한 것이 刈取數量이 많았으나, 8週後에 이들을 相互交互할 경우(RC, CR)에는 全處理에 관계없이 刈取週期の 長短에 따라 刈取數量은 변화하였으며, 1週 및 4週로 繼續刈取한 것과 비교하여 중간정도의 刈取數量을 보였다. 그러나 1

週에서 4週로 刈取週期를 바꾼 것(CR)이 이의 逆組合(RC)보다 刈取收量이 많은 것으로 조사되었다. 刈取週期가 길수록 white clover의 수량이 증가한다는 보고(Kang, 1991, Wilman 등, 1982)와 本試驗結果로부터 輪換放牧과 繼續放牧을 적절히 相互轉換함으로써 혼파초지에서 white clover의 生産性を 일정하게 유지할 수 있을 것으로 보인다.

2. 部位別 및 個體當 乾物重의 變化

公試品種, 刈取週期の 長短과 이들의 交互 및 生長期間別 各部位 또는 個體當 乾物重과 S/R率 (Shoot/Root ratio), 이들 要因간의 相互作用은 표 1과

Table 1. Total and fraction dry weights, and shoot/root ratio (S/R) of white clover as affected by change of defoliation interval, its cultivars and growing periods

Parameters	Level	Dry weight						
		Leaf	Petiole	Stolon	Shoot	Root	Total	S/R
..... g plant ⁻¹								
Cultivars (C)	Regal	2.22	1.97	3.36	7.56	2.42	9.98	3.11
	La. S-1	2.29	1.56	2.91	6.77	1.85	8.63	3.42
	Huia	1.89	1.13	2.83	5.86	1.85	7.72	3.00
	S184	2.10	1.21	3.21	6.53	1.93	8.46	3.35
	LSD .05	0.08	0.12	0.10	0.22	0.09	0.27	0.12
Defoliation management (D)	RR ⁺	3.79	2.57	4.97	11.34	3.19	14.53	3.69
	RC	1.99	1.33	3.49	6.82	2.13	8.96	3.23
	CR	2.03	1.43	2.33	5.80	1.72	7.53	3.20
	CC	0.68	0.55	1.51	2.76	1.01	3.77	2.76
	LSD .05	0.07	0.13	0.09	0.28	0.10	0.31	0.11
Growing (G) [†] periods	4	1.25	0.67	1.34	3.27	1.03	4.30	2.99
	8	2.87	1.81	3.40	8.09	2.46	10.55	3.22
	12	2.99	2.37	3.83	9.21	2.44	11.65	3.61
	16	1.39	1.03	3.73	6.16	2.13	8.29	3.07
	LSD .05	0.08	0.15	0.09	0.23	0.09	0.28	0.11
D × C		**	**	*	**	**	**	**
D × G		**	**	**	**	**	**	**
C × G		**	**	**	**	**	**	**
D × C × G		**	**	**	**	**	**	**

⁺ RR, 4 defoliations by 4-week interval; RC, 2 defoliations by 4-week interval and then alternation to 8 defoliations by a week interval; CR, 8 defoliations by a week interval and then 2 defoliations by 4-week interval, and CC, 16 defoliations by a week interval after first trimming harvest.

** Significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

[†] Weeks after trimming defoliation.

같으며 처리 수준별 차이 또는 처리요인간에 상호작용이 있었다. 各 公試品種의 地上部 乾物重은 Huia와 S184에 비하여 상대적으로 大葉인 Regal과 La, S-1에서 많았는데, 이러한 것은 收奪이 일어나는 葉과 葉柄의 乾重이 많은 것에 起因되는 것으로 推定되었다. 반면 收奪이 일어나지 않는 匍匐莖重과 根重은 大葉인 Regal과 小葉인 S184에 비하여 中葉인 La, S-1과 Huia에 적었는데 이러한 公試品種의 部位別 물질분배의 차이로 中大葉種인 La, S-1에서 S/R率이 높았던 것으로 보인다. 한편 조사기간중 部位別 또는 個體當 乾物重, S/R率 모두 12週까지는 증가하는 경

향이었으나 12週에 비하여 16週에서는 各 部位別 乾物重이 감소하였는데 시험기간중 기상요인(Fig. 1)이 영향을 미친 것으로 보인다.

刈取週期の 長短(RR, CC)이 部位別 또는 個體當 乾物重, S/R率에 미치는 영향은 刈取數量和 유사한 반응을 보였으나 이들 刈取週期를 相互交互하였을 경우 葉과 葉柄에는 차이가 없었으나 收奪이 일어나지 않는 匍匐莖과 뿌리는 1週에서 4週로 刈取週期를 交互한 것(CR)에 비하여 이의 逆組合(RC)에서 크고 이것이 地上部 및 個體當 乾物重을 크게 한 것으로 나타났다.

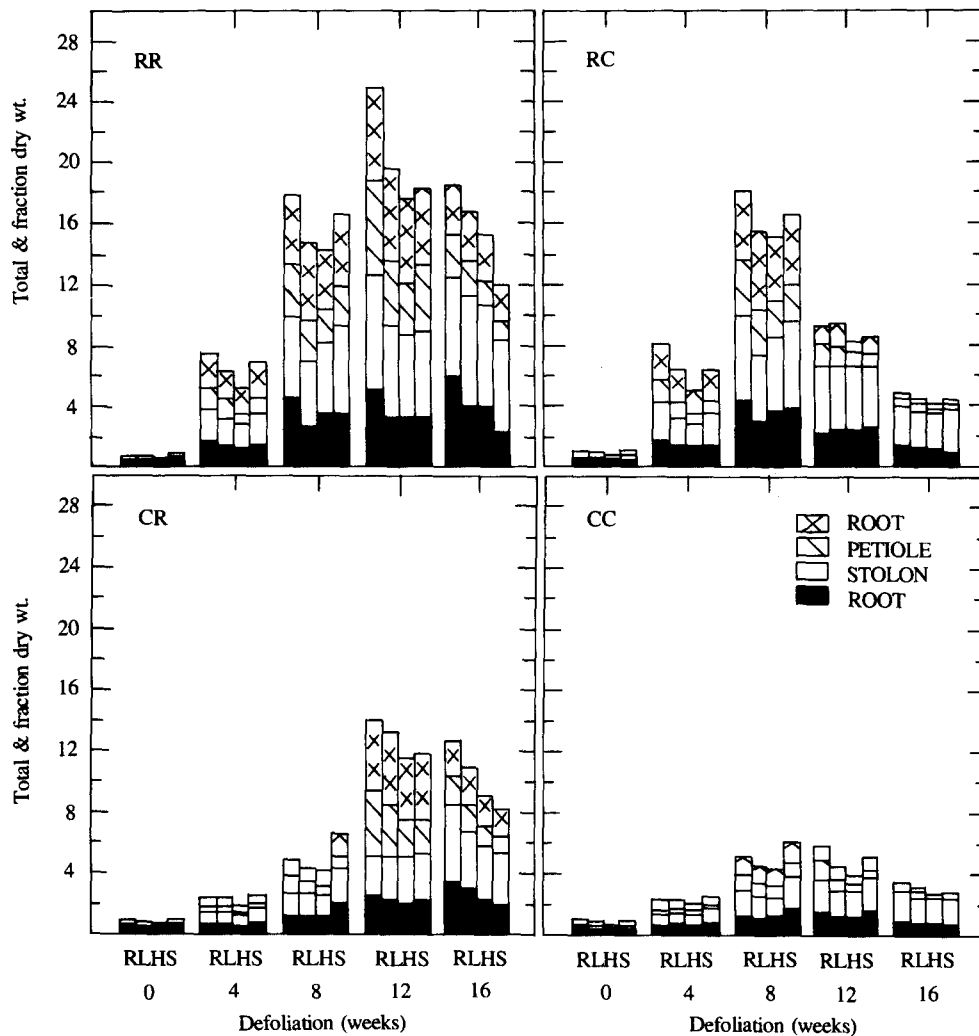


Fig. 3. Total and fraction dry weight (g /plant) of white clover cultivars as affected by infrequent, frequent defoliation and their alternations. Abbreviations in the above fig. refer to Table 1 and those in X axis mean R, Regal; L, La, S-1; H, Huia and S, S184.

刈取週期の交互에 따른 公試品種의 部位別 및 個體當 乾物重의 變化는 그림 3과 같다. 1週(CC)보다는 4週로 繼續刈取한 것(RR)에서 各 部位 및 個體當 乾物重이 많았으나 이들을 交互할 경우(RC, CR)에는 刈取週期の 長短에 따라 個體當 乾物重은 變化되는 것으로 나타났다. 이러한 個體當 乾物重의 變化는 주로 收奪이 일어나는 葉과 葉柄의 變化에 起因되며 匍匐莖과 뿌리의 變化는 상대적으로 완만하나 刈取週期를 4週에서 1週로 交互한 것(RC)은 交互 이후에 匍匐莖重 및 根重이 현저히 감소되는 것으로 조사되었다. 한편 공시험종간에는 4週로 繼續刈取하거나 刈取週期를 相互交互한 처리 RC, CR 모두 예취주기 4주간격에서 Regal의 根重 및 個體當 乾物重이 높은 것으로 나타나 예취주기의 相互轉換에 따라 種間反應은 상이하였다.

刈取週期の 長短과 이들의 交互가 S/R率에 미치는 영향은 그림 4와 같다. 시험기간중 氣象變動의 影響을 받은 것으로 추정되는 刈取後 16週를 제외하고는 1週(CC)보다는 4週로 繼續刈取한 것(RR)이 큰 경향이었고 이들을 相互交互할 경우 刈取數量과 마찬가지로 刈取週期の 長短에 따라 變化되었다.

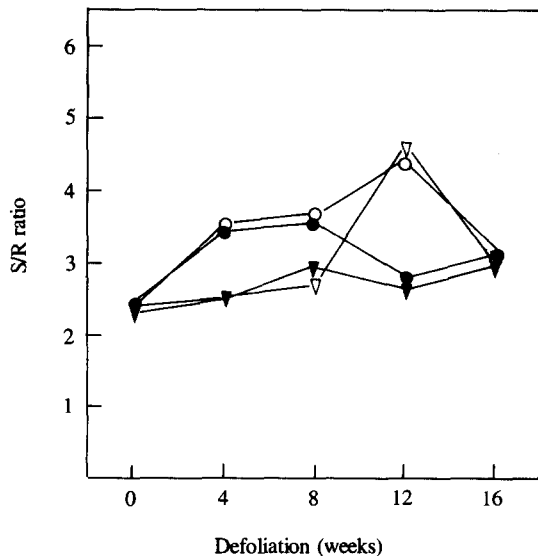


Fig. 4. Shoot to root ratio of white clover as influenced by alternation of infrequent and frequent defoliation. Symbols indicate ○-○, RR; ●-●, RC; ▽-▽, CR and ▼-▼, CC. Abbreviations in this title refer to Table 1.

예취 28日後에는 刈取週期가 길수록 大葉種의 個體當 乾物重이 많다는 姜等(1992, 1994a)이 行한 試驗과 本 試驗의 結果로부터 輪換放牧은 繼續放牧에 비하여 white clover의 生長을 원활하게 할 것으로 보이며, 輪換放牧과 繼續放牧의 相互交互에 의하여 일부에서 문제되고 있는 white clover의 優占 또는 存續은 조절될 수 있을 것으로 예측된다. 放牧方法의 相互交互에 의한 주요한 變化는 주로 葉과 葉柄의 增減에 의하여 地上部와 地下部간의 物質分配에 影響을 미침으로써 放牧強度 또는 放牧期間의 조절이 필요할 것으로 보이며, 특히 white clover의 存續이 우려되어 계획된 방목을 行할 때는 收奪이 일어나는 않는 匍匐莖과 뿌리에 더 많은 物質을 分배하는 初期輪換放牧으로 실시하는 것이 바람직할 것이다.

IV. 摘 要

混播草地에서 white clover의 植生比率을 30% 정도 유지하는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다. 本 試驗은 white clover의 生産性 維持에 필요한 情報를 提供하기 위하여 刈取週期の 長·短(1주, 4주)과 이들의 交互가 white clover의 刈取收量 및 生長에 미치는 影響을 구명하고자 pot 시험으로 실시하였던 바 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 刈取數量은 刈取週期 4週에 비하여 1週에서 적었으며, 이들 週期를 相互交互하였을 경우 刈取週期의 長短에 따라 變化하였다.

2. 1週에 비하여 4週週기로 繼續刈取한 것에서 部位別(莖, 葉柄, 匍匐莖, 뿌리) 및 個體當 乾物重이 많았으나, 刈取週期를 相互交互할 경우 1週 또는 4週로 계속예취한 것의 중간정도로 나타났다.

3. 刈取週期를 相互交互할 경우 刈取週期의 長短에 따라 S/R率 뿐만아니라 部位別 또는 個體當 乾物重이 變化하였으며, 주로 葉과 葉柄의 變化에 기인되었다.

4. Regal의 근중 및 개체당 건물중은 예취 전환에 관계없이 예취간격 4주시 높은 것으로 나타났다.

V. 引用文獻

1. Carlson, G.E. 1966. Growth of clover leaves-developmental morphology and parameters at ten

- stages. *Crop Sci.* 6:293-294.
2. Curll, M.L. and R.J. Wilkins. 1982. Frequency and severity of defoliation of grass and clover by sheep at different stocking rates. *Grass Forage Sci.* 37:291-297.
 3. Evers, G.W. 1989. Intermediate white clover: A model for clover persistence on the Gulf coast of USA. p. 381-382. *In* R. Descroches (ed.) *Proc. Intl. Grassl. Cong.*, 16th, Nice, France, 4-11 Oct. 1989. INRA, Versailles Cedex, France.
 4. Goodman, P.J. and M. Collison. 1986. Effect of three clover varieties on growth, ¹⁵N uptake and fixation by ryegrass/white clover mixtures at three sites in Wales. *Grass Forage Sci.* 41:191-198.
 5. Kang, J.H. 1991. Cultivar and defoliation effects on white clover growth, dinitrogen fixation, nitrogen and carbohydrate partitioning. *PhD thesis*, Mississippi State University, MS, USA.
 6. 강진호, G.E. Brink. 1992. 最初刈取時期 및 刈取間隔이 葉의 크기가 다른 white clover 品種들의 生長에 미치는 影響. *韓作誌.* 37(3):264-273.
 7. 姜晋鎬, G.E. Brink. 1994a. 刈取週期가 white clover의 再生 및 形態的 特性에 미치는 影響. *韓作誌.* 39(3):245-255.
 8. 姜晋鎬, G.E. Brink. 1994b. 最初刈取時期 및 刈取頻度에 따른 white clover의 乾物生産과 根瘤形成. *韓作誌.* 39(4):389-396.
 9. Korte, C.J. and A.J. Parsons. 1984. Persistence of a large leaved white clover variety under sheep grazing. *Proc. N.Z. Grassl. Asso.* 45:118-123.
 10. Lowther, W.L., J.H. Hoglund and M.J. Mafarlane. 1989. Aspects that limit the survival of legume seedlings. p. 265-275. *In* G.C. Marten, A.G. Matches, R.F. Barnes, R.W. Brougham, R.J. Clements, and G.W. Sheath (ed.) *Persistence of forage legumes.* ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.
 11. Matches, A.G. 1989. A survey of legume production and persistence in the United States. p. 37-44. *In* G. C. Marten, A.G. Matches, R.F. Barnes, R.W. Brougham, R.J. Clements, and C.W. Sheath (ed.) *Persistence of forage legumes.* ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.
 12. Sheaffer, C.C. 1989. Legume establishment and harvest management in the U.S.A. p. 277-289. *In* G.C. Marten, A.G. Matches, R.F. Barnes, R.W. Brougham, R.J. Clements, and G.W. Sheath (ed.) *Persistence of forage legumes.* ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.
 13. Williams, W.M. 1987. Genetics and breeding. p. 343-419. *In* M.J. Baker and W.M. Williams (ed.) *White clover.* C.A.B. International. Wallingford, UK.
 14. Williams, E.D. and M.J. Hayes. 1993. Growth and colonization of a range of white clover cultivars strip-seeded into an upland perennial ryegrass. *Grass Forage Sci.* 48:136-145.
 15. Wilman, D. and J. E. Asiegbu. 1982. The effects of clover variety, cutting interval and nitrogen application on herbage yields, proportions and heights in perennial ryegrass-white clover swards. *Grass Forage Sci.* 37:1-13.