

Perennial Ryegrass 品種의 季節的 生育特性

Ⅳ. 봄철 生育의 生長解析

金聖圭 · 李柱三* · 曹益煥**

Seasonal Growth Patterns of Perennial Ryegrass Varieties

Ⅳ. Growth analysis in spring growth

Sung Kyu Kim, Ju Sam Lee* and Ik Hwan Jo**

Summary

This experiment was carried out to estimate the dry matter accumulation using growth analysis in spring growth of perennial ryegrass varieties grown under space planting conditions, based on the data of previous paper⁹⁾. The results obtained were as follows:

1. Growth parameters of leaf area ratio(LAR), specific leaf area(SLA) and leaf weight ratio(LWR) were recognized significant differences between varieties. But, specific leaf area(SLA), leaf weight ratio(LWR) and relative tiller appearance rate(RTAR) were recognized significant differences between growth stages. Specific leaf area(SLA) was significant difference for the interaction of variety×growth stage.
2. The relative growth rate of biological yields(BYRGR) indicated significantly positive correlations with relative growth rate of shoot(RGR) and root(RWGR), and net assimilation rate(NAR) as affected by the varieties and growth stages.
3. The relative growth rate of biological yields(BYRGR) indicated significantly positive correlation with net assimilation rate(NAR) in all varieties. Leaf area ratio(LAR) had significantly positive correlation with specific leaf area(SLA) in all varieties, but shows a significant negative correlation with leaf weight ratio(LWR) of Maprima variety.
4. The relative growth rate of biological yields(BYRGR) indicated significantly positive correlations with the absolute growth rates of yield components.

Ⅰ. 緒 論

목초의 건물수량을 몇 가지의 간단한 수량구성요소로서 분해하여 건물수량과의 관계를 검토하는 것은 건물수량이라는 얻어진 결과로부터 건물수량이 성립된 과정을 추정하는 발육추적법(developmental study)이라고 할 수 있으며⁷⁾ 多收를 얻기 위한 選拔形質으로써 수량구성요소의 중요성이 강조되고 있다. 그러나 목초의 건물수량과 수량구성요소와

의 관계는 예취, 품종, 생육단계 및 재배조건에 따라 변화되므로 그 경향은 일정하지 않으며 단순히 생육특성과 多收性과의 상관관계로서 건물수량을 판단하는 지표가 될 수 있지만¹³⁾ 목초의 생리생태학적인 인과관계를 나타내는데는 부족한 생육조사 방법이라고 생각된다.

여기에 비하여 生長解析法은 건물수량이 있기까지의 생육과정을 통하여 건물수량의 증가과정을 추정하는 방법으로²⁾ 식물의 생육과정을 건물의 증가와

건국대학교 대학원(Graduate School of Kon-Kuk University, Seoul 133-701, Korea).

* 연세대학교 문리대학(College of Liberal Arts and Sciences, Yon-Sei University, Won-Ju 220-701, Korea).

** 대구대학교 농과대학(College of Agriculture, Tae-Gu University, Kyung-San, 713-714, Korea).

광합성작용의 장소인 엽면적을 동시에 측정하므로 식물의 생리생태학적인 관련성이 깊은 생육조사방법이라고 생각된다. 따라서 本報에서는 perennial ryegrass 품종의 봄철 건물생산과정을 성장해석법을 사용하여 검토하므로 건물생산특성의 품종간 차이를 구명하려고 하였다.

II. 材料 및 方法

前報⁹⁾에서 얻어진 결과를 사용하여 다음과 같은 성장요인으로 건물수량의 성립과정을 검토하였다. 즉, 식물체의 건물중을 생물수량(BYRGR), 지상부(RGR) 및 지하부(RWGR)의 상대성장율로써 나타내었다. 각 부위의 상대성장율(RGR)은 순동화율(NAR)과 엽면적비(LAR)로 분해하여 검토하였고 엽면적비(LAR)는 다시 비엽면적(SLA)과 엽중비(LWR)로 분해하여 검토하였다. 단위시간당 경수의 出現率을 나타내는 상대경수출현율(RTAR)은 Norris와 Thomas (1982)의 방법을 응용한 Lee(1990)의 방법으로 구하였다. 또한 성장해석법에서 사용되는 성장요인(growth parameters)은 Radford(1967)의 식에 의하여 구하였다.

즉, 생물수량의 상대성장율(BYRGR, relative growth rate of biological yields):

$$(\text{LN BY}_2 - \text{LN BY}_1) / (t_2 - t_1)$$

지상부의 상대성장율(RGR, relative growth rate of shoot):

$$(\text{LN SW}_2 - \text{LN SW}_1) / (t_2 - t_1)$$

지하부의 상대성장율(RWGR, relative growth rate of root):

$$(\text{LN RW}_2 - \text{LN RW}_1) / (t_2 - t_1)$$

엽면적비(LAR, leaf area ratio):

$$[(\log \text{SW}_2 - \log \text{SW}_1) / (\text{SW}_2 - \text{SW}_1)] \times [(\text{LA}_2 - \text{LA}_1) / (\log \text{LA}_2 - \log \text{LA}_1)]$$

순동화율(NAR, net assimilation rate):

$$[(\text{LN SW}_2 - \text{LN SW}_1) / (\text{SW}_2 - \text{SW}_1)] \times [(\text{SW}_2 - \text{SW}_1) / (t_2 - t_1)]$$

상대경수출현율(RTAR, relative tiller appearance rate):

$$(\text{LN NT}_2 - \text{LN NT}_1) / [(t_2 - t_1) \times 10^{-3}]$$

비엽면적(SLA, specific leaf area):

$$[(\text{LA}_2 - \text{LA}_1) / (\log \text{LA}_2 - \log \text{LA}_1)] \times [(\log \text{LW}_2 - \log \text{LW}_1) / (\text{LW}_2 - \text{LW}_1)]$$

엽중비(LWR, leaf weight ratio):

$$[(\text{LW}_2 - \text{LW}_1) / (\log \text{LW}_2 - \log \text{LW}_1)] \times [(\log \text{SW}_2 - \log \text{SW}_1) / (\text{SW}_2 - \text{SW}_1)]$$

Note. LN: 자연대수, BY: 생물수량, SW: 지상부의 건물중, RW: 지하부의 건물중(근중), NT: 개체당 경수, LW: 엽중, LA: 엽면적, t: 단위시간

III. 結 果

1. 품종과 생육시기에 따른 성장요인의 분산분석

품종과 생육시기에 따른 성장요인의 분산분석은 Table 1과 같다.

품종에서는 엽면적비(LAR), 비엽면적(SLA)과 엽중비(LWR)가 각각 1% 수준, 生育時期에서는 비엽면적이 1%, 엽중비와 상대경수출현율이 각각 5% 수준의 유의차가 인정되었으며, 품종과 생육시간의 상호간에서는 비엽면적에서만 5% 수준의 유의한 交互作用이 인정되었다.

2. 생육시기별 품종의 평균 성장요인의 변화

생육시기별 품종의 평균 성장요인의 변화를 나타낸 것이 Table 2이다.

지상부와 지하부의 相對生長率을 제외한 성장요인들은 생육시간에 有意差가 인정되었다. 특히, T₁

Table 1. Anova of growth parameters in spring growth

	DF	BYRGR	RGR	RWGR	LAR	SLA	LWR	NAR	RTAR
Var	4	0.00193	0.00119	0.00626	665.919**	1592.89**	0.002283**	0.00000028	0.00205
Stage	4	0.00763	0.01017	0.00416	340.723	1633.15**	0.001389*	0.00000106	0.00918*
V×S	16	0.00521	0.00772	0.00410	233.366	752.70*	0.000343	0.00000062	0.00466

Note. * and ** are significant different at 5% and 1% level, respectively.

Table 2. Changes of growth parameter under different growth stages of spring

	T ₁ ~T ₂	T ₂ ~T ₃	T ₃ ~T ₄	T ₄ ~T ₅	T ₅ ~T ₆	L.S.D. (p = .05)
BYRGR	0.0875	0.0691	0.0604	0.1051	0.0479	0.0568
RGR	0.0943	0.0761	0.0615	0.1162	0.0511	NS
RWGR	0.0725	0.0554	0.0522	0.0756	0.0346	NS
LAR	102.886	99.259	102.697	106.139	111.908	8.9938
SLA	168.184	166.631	175.132	182.572	191.326	13.885
LWR	0.6121	0.59487	0.5857	0.5811	0.58581	0.0164
NAR	0.00096	0.000765	0.000615	0.00111	0.000443	0.0006
RTAR	0.1065	0.0621	0.0395	0.0653	0.0803	0.0436

~T₄ 시기에서는 생물수량, 지상부 및 지하부의 상대생장율과 순동화율은 감소경향을 나타내었으나 T₄~T₅ 시기에 최고치를 나타낸 후 그 이후에는 급격히 감소하였다. 한편 상대경수출현율과 엽면적비는 T₁~T₂ 시기 이후에서 감소되었다가 T₅~T₆ 시기에 다시 증가된 경향을 나타내었다. 그러나 生育時期가 진행됨에 따라서 비엽면적은 증가된 반면 엽중비는 감소되었는데 비엽면적은 T₅~T₆ 시기에 최고치를 나타내었고 엽중비는 T₄~T₅ 시기에 최저치를 나타내었다.

3. 품종별 성장요인의 차이

품종별 생물수량, 지상부중, 근중의 상대생장율, 엽면적비, 순동화율, 비엽면적 및 엽중비의 변화를 나타낸 것이 Table 3이다.

生長要因중 엽면적비, 비엽면적과 엽중비에서 품종간에 유의차가 인정된 반면 생물수량, 지상부 및 지하부의 상대생장율과 상대경수출현율에서는 품종간 차이가 인정되지 않았다.

품종별로는 Caliente가 생물수량과 지상부의 상대생장율 및 순동화율에서 높은 값을 나타내었고 지하부의 상대생장율과 엽중비는 Tempo에서, 엽면적비와 비엽면적에서는 Maprima가 높은 값을 나타내었다.

4. 생물수량의 상대생장율과 성장요인과의 관계

생물수량의 상대생장율과 성장요인과의 관계를 나타낸 것이 Table 4이다.

즉, 생물수량의 상대생장율은 지상부와 지하부의 상대생장율 및 순동화율(NAR)과는 유의한 正相關이 인정되었으나 엽면적비, 비엽면적, 엽중비 및 상대경수출현율과는 유의한 상관이 인정되지 않았다.

5. 생물수량의 상대생장율(BYRGR)과 엽면적비(LAR) 및 순동화율(NAR)과의 관계

생물수량의 상대생장율과 엽면적비 및 순동화율과의 관계를 나타낸 것이 Table 5이다.

생물수량의 상대생장율은 모든 품종에서 엽면적비와는 유의한 상관이 인정되지 않았으나 순동화율과

Table 3. Changes of growth parameter of perennial ryegrass varieties

Variety	BYRGR	RGR	RWGR	LAR	SLA	LWR	NAR
Maprima	0.0575	0.0654	0.0370	116.055	195.132	0.5947	0.000545
Manhattan	0.0695	0.0804	0.0440	98.847	171.702	0.5763	0.000851
Caliente	0.0852	0.0898	0.0705	102.510	173.707	0.5904	0.000892
Tempo	0.0839	0.0830	0.0869	101.750	169.320	0.6016	0.000833
P-2	0.0739	0.0805	0.0520	103.726	173.983	0.5966	0.000771
L.S.D(p=.05)	NS	NS	NS	8.994	13.885	0.0164	NS

Table 4. Correlation coefficients between relative growth rate of biological yield(BYRGR) and growth parameters

	RGR	RWGR	LAR	SLA	LWR	NAR	RTAR
BYRGR	0.9974***	0.9616**	-0.2647	-0.2615	0.1485	0.9921***	0.2376

** and *** are significant different at 1% and 0.1% level, respectively.

Table 5. Correlation coefficients of relative growth rate of biological yield(BYRGR) with leaf area ratio(LAR) and net assimilation rate (NAR)

Variety	LAR	NAR
Maprima	-0.1346	0.9478*
Manhattan	-0.3363	0.9619**
Caliente	-0.3437	0.9912***
Tompo	-0.0612	0.9407*
P-2	0.4580	0.9807**

*, ** and *** are significant different at 5%, 1% and 0.1% level, respectively.

는 모든 품종에서 높은 正相關이 인정되었다.

6. 엽면적비(LAR)와 비엽면적(SLA) 및 엽중비(LWR)와의 관계

엽면적비와 비엽면적 및 엽중비와의 관계를 나타낸 것이 Table 6이다.

비엽면적(SLA)은 전 품종에서 유의한 正相關이 인정되었는데 특히 Maprima와 Manhattan에서 0.1%의 높은 정상관이 인정되었고 엽중비에서는

Table 6. Correlation coefficients of leaf area ratio (LAR) with specific leaf area(SLA) and leaf weight ratio(LWR)

Variety	SLA	LWR
Maprima	0.9967***	-0.9566*
Manhattan	0.9935***	-0.7854
Caliente	0.9674**	0.3772
Tompo	0.9142*	-0.1146
P-2	0.9779**	-0.4105

*, ** and *** are significant different at 5%, 1% and 0.1% level, respectively.

Maprima가 5% 수준의 유의한 부의 상관관계를 나타내었다.

7. 생물수량의 상대생장율과 수량구성요소의 절대생장율과의 관계

생물수량의 상대생장율과 수량구성요소의 절대생장율과의 관계를 나타낸 것이 Table 7이다.

생물수량의 相對生長率은 모든 수량구성요소의 절대생장율과의 유의한 正相關이 인정되었다.

Table 7. Correlation coefficients between relative growth rate of biological yields and absolute growth rates of yield components

	△BY	△SHW	△RW	△NT	△LA	△S/R
BYRGR	0.7973***	0.7706***	0.5032***	0.5063***	0.4894***	0.4802***

IV. 考 察

건물수량의 성립과정을 추정하기 위한 방법으로써 個體群 또는 群落條件에서는 건물생장속도(CGR)

를, 개체조건에서는 상대생장율(RGR)이 적용된다^{2,8)}. 따라서 본 실험과 같은 개체조건에서는 상대생장율을 구성하는 엽면적비와 순동화율로써 분해하여 생육시기와 품종의 건물생산과정을 추정할 수 있다

고 생각된다. 봄철 생물수량의 상대생장율은 지상부와 지하부의 상대생장율과 유의한 정상관을 나타내었는데(table 4), 이는 지상부와 지하부가 상호 일정한 관련성을 가지고 증가될 때 생물수량이 증가한다는 것을 의미한다. 즉, 봄철과 같은 생육초기 단계에서는 분얼경의 발생과 함께 새로운 뿌리의 신장이 많아져서 생물수량의 증가에 공헌하므로¹⁰⁾ 영양생장기에서는 지상부와 지하부간에는 대수직선적인 관계가 성립한다⁴⁾. 또한 생식생장기에서도 地上部와 地下部の 건물중은 개체중에 밀접히 관여하는 것으로 보아서^{3,10)}, 앞으로 품종, 생육단계 및 예취빈도 등을 고려한 지상부와 지하부와의 관계가 종합적으로 검토되어야 한다고 생각된다. 특히 생물수량의 相對生長率은 품종간 유의한 차이가 인정되지 않았지만 Caliente와 P-2의 생물수량과 지하부의 상대생장율은 유의한 正相關이 인정되어(Table 3), 뿌리의 伸長이 상대적으로 많은 품종에서 지상부 건물중의 증가는 물론 뿌리에의 건물분배율이 높아질 수 있는 가능성을 시사하고 있다. 이와 관련하여 李(1983)는 뿌리에의 乾物分配率이 높은 품종에서 토양양분의 이용효율이 높았음을 보고하였다.

일반적으로 목초에서 生育段階에 따른 건물수량의 증대방안으로써 생육초기에는 엽면적을 최대로 확대시키며 최적엽면적에 의한 최대건물 성장속도를 유지시키고 생육후기에서는 잎에 의한 光合成能率을 향상시킬 때 건물수량은 증가된다고 볼 수 있다⁵⁾. 그러나 본 실험에서는 생육초기의 생육단계임에도 불구하고 생물수량의 상대생장율은 엽면적비(LAR)보다는 순동화율에 의하여 지배되었는데(Table 4, 5), 이와 같은 결과는 재배조건에 따른 건물생산특성의 차이에 기인되었다고 생각된다.

즉, 개체조건에서는 개체간 결합에 의하여 촉진되는 급속한 엽면적의 확대와 그에 따른 상호차광이 인정되지 않으며 잎의 양호한 공간적 배열에 따른 최적엽면적의 유지가 불가능하고 엽면적중(SLW)의 증가에 따른 광합성능률의 향상⁶⁾을 기대하기 어렵기 때문이다. 그러므로 고립개체(isolated plant)에서의 건물생산과정은 개체중에 차지하는 엽면적비(LAR)의 증가에 의존하는 것 보다는 개체간 상호차광이 없는 조건에서 개체의 광합성능률의 향상에 의존하기 때문에 순동화율과의 관련성이 높으며(table 4,5), 수량구성요소들의 절대생장율이 커질때

생물수량의 상대생장율이 높아져(table 6) 건물수량이 증가된다고 설명될 수 있다. 따라서 엽면적비(LAR)의 구성요소에 있어서도 엽중비(LWR)의 증가보다는 비엽면적(SLA)의 증가에 의존하는 경향이 커서(table 6), 엽면적의 확대경향의 품종간 차이가 인정된다고 할 수 있는데 杉木과 仁木(1977)도 같은 결과를 보고하였다. 이상과 같은 결과는 재배조건에 따른 건물생산과정의 차이를 나타내므로 앞으로 여러가지 재배조건하에서 生長解析法의 적용이 필요하다고 생각된다.

V. 摘 要

前報⁹⁾에서 얻어진 결과를 사용하여 봄철생육기의 perennial ryegrass 품종의 건물생산과정을 생장해석법으로 추정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 품종간에는 엽면적비(LAR), 비엽면적(SLA) 및 엽중비(LWR)에서, 生育時期間에는 비엽면적, 엽중비 및 상대경수출현율에서 有意性이 인정되었으며 품종과 생육시기에서의 교호작용은 비엽면적에서 유의성이 인정되었다.

2. 생물수량의 상대생장율(BYGR)은 생육시기와 품종평균치로써 지상부(RGR)와 지하부의 상대생장율(RWGR) 및 순동화율(NAR)과 각각 유의한 正相關이 인정되었다.

3. 생물수량의 상대생장율(BYGR)은 모든 품종에서 순동화율(NAR)과 유의한 정상관이 인정되었으며 엽면적비(LAR)는 모든 품종에서 비엽면적(SLA)과 유의한 정상관이 인정된 반면에, Maprima 품종에서만 엽중비(LWR)와 유의한 負의 相關이 인정되었다.

4. 생물수량의 상대생장율(BYGR)은 수량구성요소의 절대생장율과 유의한 정상관이 인정되었다.

VI. 引用文獻

1. Norris, I.B. and H. Thomas. 1982. Recovery of ryegrass from drought. J. Agr. Sci., Camb. 98:623-628.
2. Radford, P.J. 1967. Growth analysis formulae-Their use and abuse. Crop Sci., 7:171-175.

3. Sugiyama, S. and Takahashi. 1985. The relationship between root and shoot systems in tall fescue with special reference to dry matter allocation. *J. Japan. Grassld. Sci.*, 31(3):280-288.
4. Troughton, A. 1960. Further studies on the relationship between root and shoot systems of grasses. *J. Br. Grassld. Soc.* 15:41-47.
5. 楠谷彰人, 李柱三, 後藤寛治. 1979. オ-チャドグラスの生産性に關する研究. V. 窒素施用量が乾物生産に及ぼす影響. *日草誌*. 25(1):16-25.
6. 楠谷彰人, 李柱三, 後藤寛治, 尹益錫. 1978. 섬바디의 生態學的 研究. 第 I 報. 栽植密度가 섬바디의 乾物收量에 미치는 影響. *韓草誌*. 20(4):355-371.
7. 戸艾義次. 1975. 作物の光合成と物質生産. 養賢堂(東京). pp. 296-297.
8. 杉本安寛, 仁木巖雄. 1977. 施肥窒素に對する牧草の反應に關する研究. II. 數種暖地型牧草幼植物の RGR, NAR, LAR および RLGR におよぼす窒素施肥の影響. *日草誌*. 23(2):114-119.
9. 金聖圭, 李柱三, 曹益煥. 1991. Perennial ryegrass 品種의 季節的 生育特性. I. 봄철 生育期의 品種間 差異. *韓酪誌*. 13(4):253-258.
10. 李柱三. 1983. Orchardgrass 재생에 미치는 시비 질소의 영향. III. 시비질소와 토양질소의 재생에의 공헌. *韓畜誌*. 25(2):111-116.
11. 李柱三, 金聖圭. 1989. Perennial ryegrass에 있어서 地上部와 地下部와의 關係. I. 生育段階와 品種에 따른 差異. *韓草誌*. 9(3):135-140.
12. 李柱三. 1990. Orchardgrass의 식생구조. IV. 예취 빈도에 따른 개체당 경수의 변화. *韓酪誌*. 12(4):297-303.
13. 鄭忠燮, 李柱三, 尹益錫. 1983. Meadow fescue의 生産性에 관한 연구. 第 I 報. 營養生長期에 있어서의 型態的 形質과 乾物收量과의 關係. *韓草誌*. 4(1):13-17.