

Perennial Ryegrass 品種의 季節的 生育特性

Ⅲ. 가을철 生育의 品種間 差異

金聖圭 · 李柱三* · 曹益煥**

Seasonal Growth Characteristics of Perennial Ryegrass Varieties

Ⅲ. Varietal differences in autumn growth

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

Summary

This experiment was conducted to study the factors related with yield components in 5 varieties of perennial ryegrass and was surveyed for the biological yields(BY), shoot weight(SHW), root weight(RW), leaf weight(LW), stem weight(SW), plant length(PL), leaf area(LA), number of tiller per plant(NT), root length(RL), shoot and root ratio(S/R), ratio of root length and weight(RL/RW) and weight of a tiller(WT) in autumn growth stage. These results are summarized as follows ;

1. The yield components were varied during the stage of growth and in relation to the varieties in autumn.
2. The yield is consisted of 73 % by shoot and 27 % by root in autumn.
3. The varieties of the highest biological yields were Tempo, Maprima and the lowest biological yields were P-2, Caliente in autumn.
4. The variety of Tempo was largely affected by the factors of shoot weight, root weight, ratio of root length and weight, and weight of a tiller, but the variety of Caliente was influenced by the factors of leaf weight, stem weight, leaf area, S/R ratio and weight of a tiller on the yield.
5. The highest biological yields was obtained at the time of 4~5th(10/4~10/8) and the lowest yield was showed at the time of 3~4th(9/30~10/4) in autumn.
6. The time of the highest biological yields were resulted that the variety of Tempo was obtained between the time of 5~6th, Maprima was obtained between the time of 1~2nd and the varieties of Manhattan, P-2, Caliente were obtained between the time of 4~5th on the stages of growth in autumn.

I. 緒 論

牧草는 一般的으로 生長期間동안에 地上部와 地下部에 養分을 蓄積하고 刈取나 放牧에 依하여 莖葉이 除去되면 貯藏養分을 利用하여 再生하는 生理的인 特性이 있으므로¹⁾ 刈取와 放牧을 통한 乾物收量의 增大와 草地生産性を 永續的으로 維持하기 위해서는

優良牧草의 適正密度 維持와 牧草生育에 必要한 養水分이 充分히 供給되도록 管理하는 것이 重要하다고 思料된다.

그러나 우리나라의 가을철 氣候狀態는 대체로 溫度가 낮고 生育期間이 짧기 때문에 牧草의 旺盛한 生育과 充分한 乾物收量은 期待할 수 없으나, 品種에 따라 差異는 있지만 地上部の 生育이 肥大해지고

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

* 연세대학교 문리대학(College of Liberal Arts and Sciences, Yonsei University, Wonju 220-701, Korea)

**대구대학교 농과대학(College of Agriculture, Taegu University, Kyungsan, 713-714, Korea)

分蘖의 발생이 旺盛한 時期이므로 適正한 管理를 實施하여 가을철 乾物收量の 確保, 越冬에 對備한 健實한 牧草의 育成, 多數의 分蘖莖 발생을 촉진시켜 다음해 봄철의 乾物收量增大에 效果인 管理方法이 體系의 遂行되어야 하며, 이를 위해서는 優良品種의 選抜이 우선이라고 생각된다¹⁰⁾.

따라서 本 試驗에서는 가을철 生育期에 있어서 牧草의 生育에 따른 관련 形質의 變化와 品種의 生育 特性을 調査하여 牧草管理에 必要한 基礎資料를 얻고자 本 試驗을 遂行하였다.

II. 材料 및 方法

本 試驗은 가을철 生育期에 perennial ryegrass의 Maprima, Manhattan, Caliente, Tempo, P-2 등 5개 品種을 1988년 7월 25일에 播種하여 8월 16일에

1/1,000 a Pot에 1個體씩 移植하여 生育시킨 후, 9월 22일부터 10월 12일까지 1차(9월 22일), 2차(9월 26일), 3차(9월 30일), 4차(10월 4일), 5차(10월 8일), 6차(10월 12일)로 6회 刈取 調査하였으며 諸形質에 대한 調査項目은 生物學的 收量(地上部重+地下部重), 地上部重(莖重+葉重), 根重, 葉面積, 1경중, 莖數, 地上部/地下部 比率, 根長, 根長/根重을 調査하였다. 또한 季節의 差異를 검토코져 本 試驗의 I¹²⁾과 II報¹³⁾의 結果를 比較하였다.

III. 結 果

1. 調査時期와 品種에 對한 관련형질의 比較

가을철 生育기에서 調査時期와 品種에 대한 관련 形質의 變化를 分散分析表로 나타낸 것이 Table 1이다.

Table 1. Anova of survey characters in autumn.

	DF	BY	SHW	LW	SW	NT
Var.	4	0.625***	0.366***	0.126***	0.068***	67***
Stage	5	1.184***	0.680***	0.274***	0.092***	350***
V×S	20	0.059	0.024*	0.011	0.005	13
	LA	RW	RL	S/R	RL/RW	WT
Var.	4,455***	0.046***	28.455	1.735**	79.039***	1,298***
Stage	9,634***	0.072***	34.067	0.526	90.963***	116*
V×S	410	0.012***	26.889	0.582	12.805**	298

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

DF:degree of freedom, BY:biological yield, SHW:shoot dry weight, LW:leaf weight, SW:stem weight, NT:number of tiller, LA:leaf area, RW:root weight, RL:root length, S/R:shoot and root weight ratio, RL/RW:ratio of root length and root weight, WT:weight of tiller.

品種 및 生育時期別 調査에서는 相關형질중 生物學的 收量(地上部重+地下部重), 地上部重(莖重+葉重), 莖數, 葉面積, 根重, 根長/根重에서 0.1%의 有意性이 認定되었고, 1 莖重은 단지 品種에서만 0.1%의 有意性이 認定되었으며 品種과 生育時期間에는 地上部重과 根重에서만 交互作用이 認定되었다.

2. 調査時期別 品種의 相關형질 變化

品種의 相關형질의 差異를 조사시기별로 나타낸 것이 Table 2이다. 品種別 가장 높은 生物學的 收量

은 1차 生育시기에는 Tempo, 2~4차에서는 Maprima, 그 이후부터는 다시 Tempo로 나타났다. 한편 가장 낮은 생물학적 수량은 初期에 Manhattan과 中期이후부터는 Caliente로 나타났다. 또한 지상부중(엽중, 경중)은 1차와 3차 生育시기에만 품종간의 유의차가 인정되지 않았지만 거의 생물학적 수량과 유사한 경향을 보였다.

경수와 葉면적은 Maprima(경수는 Manhattan도 많았음), 근중과 근중/근장 비율은 Tempo가 전 生育시기에 걸쳐 가장 높게 나타났으며, 3차 生育시기

Table 2. The values of yield components of varieties in autumn.

Variety	BY (g)	SHW (g)	LW (g)	SW (g)	NT	LA (cm ²)	RW (g)	RL (cm)	S/R	RL/ RW	WT (mg)
<i>1st developmental growth stage</i>											
Maprima	0.73	0.55	0.33	0.21	13	79.23	0.19	27.20	2.92	7.12	42.77
Manhattan	0.48	0.37	0.23	0.15	13	49.03	0.11	28.00	3.89	3.80	29.10
Caliente	0.59	0.42	0.25	0.17	19	55.87	0.17	19.53	2.48	8.87	22.50
Tempo	0.76	0.55	0.27	0.27	12	59.47	0.21	24.77	2.59	9.15	47.87
P-2	0.57	0.40	0.27	0.13	12	55.30	0.17	30.60	2.30	5.74	35.80
Average	0.63	0.46	0.27	0.19	14	59.78	0.17	26.02	2.84	6.94	35.61
L.S.D.(p=.05)	0.20	NS	NS	0.11	5	25.77	0.04	9.85	NS	2.98	18.28
<i>2nd developmental growth stage</i>											
Maprima	0.98	0.74	0.49	0.25	20	113.47	0.25	25.97	3.08	9.42	38.37
Manhattan	0.65	0.45	0.28	0.17	14	88.10	0.20	33.47	2.36	5.96	31.40
Caliente	0.67	0.48	0.31	0.18	20	60.20	0.19	26.77	2.63	7.05	23.83
Tempo	0.81	0.56	0.33	0.23	15	66.30	0.25	25.30	2.27	9.86	37.60
P-2	0.78	0.53	0.29	0.24	16	66.43	0.25	25.30	2.16	9.95	34.37
Average	0.78	0.55	0.34	0.21	17	78.90	0.23	27.36	2.50	8.45	33.11
L.S.D.(p=.05)	0.18	0.14	0.10	0.06	6	23.47	NS	NS	0.88	2.75	11.46
<i>3rd developmental growth stage</i>											
Maprima	1.16	0.88	0.54	0.33	23	116.40	0.28	26.67	3.17	10.63	38.80
Manhattan	0.91	0.70	0.42	0.28	23	99.40	0.21	26.50	3.37	7.99	30.17
Caliente	0.84	0.53	0.37	0.17	21	91.27	0.30	26.47	1.81	11.50	25.13
Tempo	1.02	0.76	0.46	0.30	16	72.33	0.26	21.50	2.82	12.25	47.50
P-2	0.84	0.65	0.40	0.25	20	85.13	0.19	23.57	3.37	8.44	33.87
Average	0.95	0.70	0.44	0.26	21	92.91	0.25	24.94	2.91	10.16	35.09
L.S.D.(p=.05)	NS	NS	NS	0.15	7	31.09	0.08	NS	1.26	3.91	13.09
<i>4th developmental growth stage</i>											
Maprima	1.22	0.90	0.58	0.32	26	143.60	0.32	24.80	3.00	12.72	35.23
Manhattan	1.00	0.73	0.45	0.28	25	108.93	0.27	25.20	2.76	10.63	29.70
Caliente	0.76	0.52	0.33	0.19	22	93.23	0.24	25.07	2.17	10.00	23.17
Tempo	1.25	0.86	0.47	0.39	20	88.23	0.39	29.20	2.22	13.54	43.40
P-2	0.90	0.67	0.41	0.26	23	93.17	0.23	23.77	3.01	9.69	28.93
Average	1.03	0.74	0.45	0.29	23	105.43	0.29	25.61	2.63	11.32	32.09
L.S.D.(p=.05)	0.24	0.18	0.13	0.07	6	21.68	0.11	NS	NS	NS	9.37
<i>5th developmental growth stage</i>											
Maprima	1.43	1.10	0.70	0.40	27	144.80	0.34	33.10	3.27	10.72	40.03
Manhattan	1.10	0.84	0.51	0.33	27	113.50	0.27	30.70	3.13	8.74	31.47
Caliente	0.96	0.67	0.42	0.25	22	97.27	0.28	30.60	2.38	9.35	30.83
Tempo	1.44	1.12	0.73	0.39	21	122.80	0.33	23.73	3.51	13.76	52.30
P-2	1.17	0.84	0.49	0.35	24	116.20	0.33	27.60	2.60	12.12	36.27
Average	1.22	0.91	0.57	0.34	24	118.91	0.31	29.15	2.98	10.94	38.18
L.S.D.(p=.05)	0.30	0.24	0.16	0.11	5	21.46	NS	NS	0.79	3.92	9.60
<i>6th developmental growth stage</i>											
Maprima	1.54	1.17	0.71	0.46	28	147.83	0.36	27.93	3.25	13.21	42.17
Manhattan	1.08	0.81	0.51	0.30	30	108.17	0.27	24.87	3.07	10.79	27.10
Caliente	0.98	0.73	0.45	0.28	26	100.80	0.25	25.10	2.96	9.89	28.20
Tempo	2.00	1.36	0.81	0.55	24	136.07	0.64	27.43	2.14	23.29	55.77
P-2	1.37	1.04	0.66	0.38	25	144.67	0.33	25.20	3.15	13.11	42.17
Average	1.39	1.02	0.63	0.39	27	127.51	0.37	26.11	2.91	14.06	39.08
L.S.D.(p=.05)	0.58	0.41	0.19	0.22	5	39.45	0.18	NS	0.49	6.76	10.04

이후에 근장과 지상부/지하부 비율에서는 Maprima와 3차 이후의 1 경중은 Tempo가 다른 품종에 비하여 높은 수치를 기록하였다. 이에 반해 경수는 Tempo, 엽면적과 1 경중은 Caliente가 일반적으로 낮았다.

생물학적 수량의 증가는 Tempo가 5~6차 조사시기에 가장 높은 증가를 보인 반면에 1~2차에 가장 낮았다. Maprima는 1~2차와 3~4차, P-2는 4~5차와 2~3차, Manhattan과 Caliente는 4~5차와 3~4차 사이에 각각 최고와 최저수량을 나타내었다.

3. 調査時期別 관련형질의 増加

가을철 生育期에 있어서 조사시기가 진행됨에

따라 근장, 근장/근중, 지상부/지하부 비율, 1 경중등을 제외한 諸形質은 增加가 계속되었으며(Table 2), 이들 諸形質의 증가를 Table 3에 나타내었다.

生物學的 收量의 增加는 4~5차 生育時期間에서 가장 높았고, 3~4차 시기에 가장 낮았으며(Fig. 1), 이에 관련된 형질은 지상부중(엽중+경중)과 1 경중이었다. 또한 生物學的 收量 構成比는 지상부중이 平均 73%이고 지하부중이 27%였다.

葉面積의 增加는 1~2차에 가장 높았으나 점차 減少하여 5~6차 조사시기에 가장 낮은 증가를 보였으며 根重은 1~2차 혹은 5~6차 및 4~5차에서, 根長은 4~5차 및 5~6차에서 각각 最高와 最低의 增加를 기록하였다.

Table 3. Average increase of yield component depending on the developmental growth stages.

Developmental growth stage	Δ BY (g)	Δ SHW (g)	Δ LW (g)	Δ SW (g)	Δ NT	Δ LA (cm ²)	Δ RW (g)	Δ RL (cm)	Δ S/R	RL/RW	Δ WT (mg)
1st-2nd	0.15	0.09	0.07	0.02	3	19.12	0.06	1.34	-0.34	1.51	-2.50
2nd-3rd	0.17	0.15	0.10	0.06	4	14.01	0.02	-2.42	0.41	1.71	1.98
3rd-4th	0.08	0.04	0.01	0.02	2	12.52	0.04	0.67	-0.18	1.16	-3.00
4th-5th	0.19	0.17	0.12	0.05	1	13.48	0.02	3.54	0.35	-0.38	6.09
5th-6th	0.17	0.11	0.06	0.05	3	8.60	0.06	-3.04	-0.07	3.12	0.90

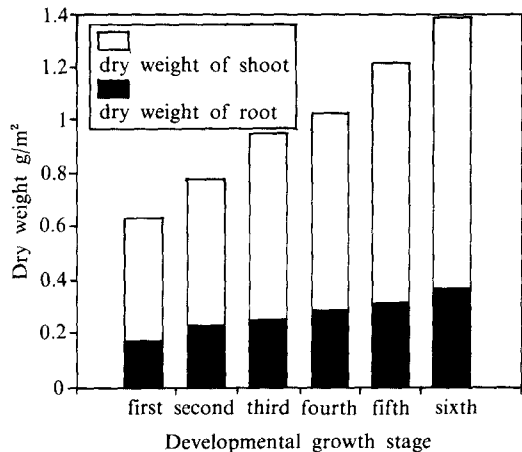


Fig. 1. Changes of biological yield components of developmental growth stage in autumn.

4. 季節別 調査時期에 따른 生物學的 收量의 變化

季節別(봄, 여름, 가을) 調査時期에 따른 生物學的

收量의 變化를 비교한 것이 Fig. 2~3이다.

生物學的 收量은 봄철에 가장 높았고 여름철에는 현저하게 낮았다가 가을철에 다시 회복하는 경향을

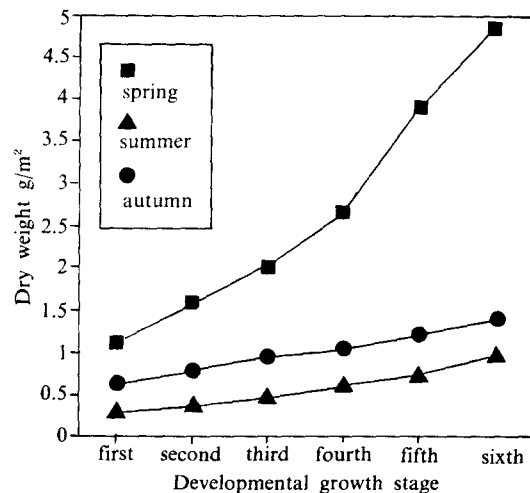


Fig. 2. Changes of biological yield depending on seasonal growth

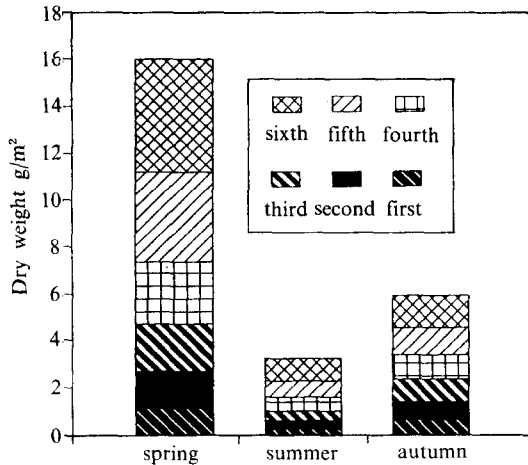


Fig. 3. Changes of biological yield depending on developmental growth stage of seasonal growth.

보였다. 즉, 年間 생물학적 수량을 百分率로 換算하면 봄철 67%, 여름철 13%, 가을철 20%의 收量變化를 나타내었다.

조사시기별로 보면 각 계절 공히 生育後期로 進展됨에 따라 增加가 뚜렷함을 나타내었다.

IV. 考 察

牧草는 일반적으로 生育初期인 榮養生長期에서는 形態의 形質中 草長, 葉面積 및 莖面積의 擴大가 乾物收量の 增加에 貢獻하여 1 葉重보다는 莖數에 의하여 收量이 構成되며 出穂初期에는 出穂莖의 節間生長이 莖長化를 促進시켜 1 出穂莖重을 增加시키므로 出穂莖重과 莖重의 比率이 높아져 莖面積이 擴大되며 出穂末期에서는 有效分蘖莖의 出穂莖이 增加되므로 莖重의 比率이 높아져 莖面積의 擴大에 따른 乾物收量이 많아진다고 할 수 있다¹⁵⁾.

그러므로 牧草의 生育初期에는 葉面積의 擴大時期라고 할 수 있으며 葉面積重이 작은 葉面積의 確保가 乾物生産에 유리하며, 충분한 葉面積의 확보 후에는 葉面積重이 큰엽에 의하여 光合成 能率이 向上되어 乾物收量の 增加에 貢獻한다고 할 수 있으며 多肥密植條件下에서는 葉型이 작고 葉의 空間的 配列이 좋으며 葉面積重이 큰엽에 의하여 受光態勢가 改善되므로 乾物生産에 有利하다고 할 수 있다¹⁵⁾.

즉, 生育段階가 進行됨에 따라서 莖數보다는 莖重에 의하여 收量構成要素가 지배되는 것이 일반적

경향이기 때문에 榮養生長期와 같이 分蘖發生이 많은 生育時期에는 乾物重이 1 莖重보다는 莖數와 正相關을 나타내기 쉬우며 이는 각 生育段階에서 收量構成要素가 分蘖莖의 발생과 伸長生長의 정도에 따라서 좌우되기 때문이라고 할 수 있다¹⁶⁾. 본 시험에서 生物學的收量이 봄철 4.83(67%), 여름철 0.96(13%), 가을철에 1.39(20%)를 기록하였는데, 이는 北方型牧草의 전형적인 收量曲線(2頂型) 즉, 生育조건이 가장 양호한 봄철에는 높은 수량을 나타내지만 여름철에는 高温과 한발로 인해 生育純化와 停滯를 일으키다가 가을철에 다시 회복하여 完만한 수량을 나타내고 있다. 또한 그 구성비율은 봄철에 地上部重 79%와 地下部重 21%, 여름철에는 地上部重 70%와 地下部重 30%, 가을철에는 地上部重 73%와 地下部重 27%로 나타나어 기후조건이 양호할 경우에는 주로 지상부 생육이 왕성하지만 그렇지 못할 때, 즉, 고온의 피해나 월동을 위해 양분을 저장하는 계절에는 지하부가 더욱 증가함을 시사하고 있다.

刈取回數가 많은 草地에서는 莖數가, 刈取回數가 적은 草地에서는 1 莖重이 乾物收量과 正相關을 나타내는 것이 일반적인 傾向이며 生育단계별로는 生育初期에서는 莖數가 乾物收量과 正相關이 인정되나 생육이 진행됨에 따라 莖數와 1 莖重이 乾物收量의 增加에 공헌하여 出穂期에 가까울수록 1 莖重에 의한 增收效果가 커진다고 할 수 있다¹⁶⁾. 본 시험의 결과에서도(Table 2) 2~4차 生育시기에 생물학적 수량이 높았던 Maprima는 경수에 의해, 그 이후 가장 높은 수량을 보인 Tempo는 경중과 1 경중에 의한 것으로 나타나 이들 품종을 각각 경수형 혹은 경중형으로 구분할 수 있으며^{6,15,16)}, 또한 모든 계절에 걸쳐 생물학적 수량이 전반적으로 높았던 Maprima는 가장 큰 葉면적과 경수를 나타내고 있어 방목지의 주요 품종으로 손색이 없으리라 기대된다.

收量構成要素는 刈取回數, 生育段階, 草型에 따른 品種의 分蘖特性에 따라 變化되어 乾物收量の 增加에 影響을 미치며¹⁶⁾ 봄철 草地群落의 個體密度는 주로 前年度 가을철에 출현한 分蘖莖이 伸長을 開始하는 榮養分蘖莖에 의하여 維持되는 것이 일반적인 경향이다¹⁴⁾.

그러나 本 試驗에서 季節別 莖數의 比率은 봄철에 97(66%), 여름철 22(15%), 가을철 27(19%)로 나타난 것은 分蘖이 旺盛한 가을철 生育기에도 불구하고

植物體가 충분한 생육을 하지 못한 것은 경년초지와는 달리 유식물체가 낮은 溫度와 日射量의 減少로 養分利用效率이 低下되어 생육이 왕성한 봄철에 비하여 收量과 莖數가 減少된 것으로 思料되며^{1,4,5)} 또한 Manhattan이 莖數가 많았음에도 불구하고 生物學的收量이 낮았던 것과 收量에 미치는 영향이 적었던 것은 弱小한 줄기가 많았기 때문인 것으로 생각된다.

本 試驗에서(Table 2) Tempo 品種이 높은 收量의 增加를 보인 것은 播種(7월 25일)後 양호한 初期生育이 全生育期間 동안 계속 維持되어 다른 品種보다 莖重, 1 莖重, 根重, 根長/根重의 比率이 높았으며 越冬에 필요한 貯藏養分이 地上部 보다는 地下部에 더 많이 貯藏되었기 때문이라고 사료된다^{9,10)}.

本 시험의 결과에서(Table 3) 가장 낮은 生物學的收量의 增加를 보인 3~4차 調査時期에 根重의 增加가 높은 것으로 보아 이 時期를 前後하여 가을철 低温·短日條件下에서 牧草가 越冬에 必要한 養分을 養分貯藏部位에 蓄積하는 硬化(hardening)의 시기로 생각된다.

以上の 結果를 綜合해 볼 때 봄철의 牧草의 生育程度는 前年度 가을철 刈取時期 및 施肥量 정도에 따른 越冬態勢의 良否에 의하여 影響을 받으므로^{2,3)} 가을철 生育期間中 地上部 收量의 增加가 적어지고 根重의 增加가 많아지는 3~4차(9월 30일~10월 4일) 調査時期를 前後하여 刈取時期를 定하는 것이 바람직하며 窒素施肥의 程度가 養分蓄積의 多少 및 養分利用效率을 좌우시켜 越冬性에 關與하므로 葉초+莖部의 生育이 充分하여 봄철에 多數의 分蘖 莖 확보에 의하여 收量增大에 貢獻할 수 있도록 適切한 施肥 管理方法이 研究되어야 한다고 생각한다.^{7,8)}

V. 摘 要

本 試驗은 가을철 生育期에 perennial ryegrass 5개 品種을 供試하여 生育時期別 品種에 대한 生物學的 收量(地上部重+地下部重), 地上部重(葉重+莖重), 根重, 葉面積, 地上部/地下部 比率, 莖數, 根長, 根長/根重 및 1 莖重을 調査하였으며 試驗 結果는 다음과 같다.

1. 收量構成要素는 生育이 進行됨에 따라 變化

되었다.

2. 가을철 收量構成要素의 比率은 地上部 73%, 地下部 27%였다.

3. 生物學的 收量이 많았던 品種은 Tempo, Maprima 였으며 P-2, Caliente 등이 적었다.

4. 收量構成要素는 Tempo 品種에서 莖重, 根重, 根長/根重, 1 莖重이 많았고 Caliente 品種은 葉重, 莖重, 葉面積, 地上部/地下部 比率, 1 莖重이 적었다.

5. 調査時期別 生物學的 收量은 4~5차(10월 4일~10월 8일)에 가장 높았으며, 3~4차(9월 30일~10월 4일)에 가장 낮았다.

6. 品種別 生物學的收量은 Tempo는 5~6차(10월 8일~10월 12일), Maprima는 1~2차(9월 22일~9월 26일), Manhattan, P-2, Caliente는 4~5차(10월 4일~10월 8일)에서 많았다.

VI. 引用文獻

1. Chestnutt, D.M.B., J.C. Murdoch, F.J. Harrington and R.C. Binnie. 1977. The effect of cutting frequency and applied nitrogen on production and digestibility of perennial ryegrass. J. Br. Grassl. Soc. 32:177-183.
2. Hunt, I.V., J. Frame and R.D. Harkess. 1977. The effect of delayed autumn harvest on the survival of varieties of perennial ryegrass. J. Br. Grassl. Soc. 31:181-190.
3. Thomson, A.J. 1974. The effect of autumn management on winter damage and subsequent spring production of six varieties of Lolium Perenne grown at Cambridge. J. Br. Grassl. Soc. 29:275-284.
4. Wilman, D. 1980. Early spring and late autumn response to applied nitrogen for grasses. I. Yield, number of tillers and chemical composition. J. agric. Sci., Camb. 94:425-442.
5. 酒井博, 川鍋祐夫, 藤原勝見. 1969. オーチャードグラス草地の乾物生産と生産過程. 3. 窒素施肥の影響. 日草誌 15(3):214-219.
6. 石田良作. 1975. 人工草地の植生構造. 第5報. 施肥量と刈取回數を異にした數種イネ科牧草地の面積

- 當ら莖數の推移および莖數と收量の關係について. 日草誌 21(1):47-51.
7. 縣 和一, 窪田文武, 鎌田悅男. 1977. 牧草の乾物生産 第14報. 氣象生産力からみたオーチャードグラス草地の地域生産特性. 日草誌 23(3):217-225.
 8. 李柱三, 高橋直秀, 後藤寛治. 1979. オーチャードグラスの窒素利用効率に關する研究. 第2報. 夏期および秋期における窒素吸収量の推移について. 北海道大學農學部邦文紀要 11(3):238-244.
 9. 阿部二郎. 1980. イネ科牧草の耐寒性に關する品種間變異. 日草誌 25(4):279-284.
 10. 能代昌雄. 1982. 牧草の耐凍性に關する研究. III. 數種牧草の器官別の耐凍性. 日草誌 28(3):239-246.
 11. 鈴木慎二郎, 三上昇. 1982. 2番草の刈取時期とその前後の窒素施肥が晩秋草の生育に與える影響. 日草誌 27(4):372-380.
 12. 金聖圭, 李柱三, 曹益煥. 1991. Perennial ryegrass 品種의 季節的 生育特性. I. 봄철 生育期の 品種間 差異. 韓酪誌 13(4):253-258.
 13. 金聖圭, 李柱三, 曹益煥. 1992. Perennial ryegrass 品種의 季節的 生育特性. II. 여름철 生育의 品種間 差異. 韓草誌 12(1):투고중.
 14. 李柱三, 尹益錫. 1982. 晩秋의 刈取와 窒素施肥가 Orchardgrass의 翌春生育에 미치는 影響. 韓畜誌 24(2):73-80.
 15. 李柱三, 鄭忠燮. 1984. Meadow fescue의 生産性에 關한 研究. IV. 草型을 基準으로 한 品種群의 收量構成要素. 韓畜誌 26(3):316-321.
 16. 李柱三, 鄭忠燮, 李炳訓. 1985. 草型이 다른 meadow fescue 品種內의 個體間 乾物生産 特性. I 報. 1 番草 乾物生産의 品種間 差異. 韓畜誌 27(2):111-117.
 17. 李柱三, 鄭忠燮, 李炳訓. 1985. 草型이 다른 meadow fescue 品種內의 個體間 乾物生産 特性. II 報. 2 番草 乾物生産의 品種間 差異. 韓畜誌 27(2):118-121.
 18. 鄭忠燮, 李柱三, 尹益錫. 1983. Meadow fescue의 生産性에 關한 研究. I 報. 營養生長期에 있어서의 形態的 形質과 乾物收量과의 關係. 韓草誌 4(1):13-17.