

Perennial ryegrass의 그루터기 면적중과 재생과의 관계

李柱三 · 金聖圭*

Relationship between Specific Stubble Weight and Regrowth of Perennial Ryegrass

Joo Sam Lee and Sung Kyu Kim*

Summary

This experiment was carried out in order to estimate the recovery days of root and stubble to the days after cutting, and contribution of specific stubble weight on the regrowth was examined using the relationships between the dry weight of shoot and yield components, and regrowth parameters by the days after cutting. The varieties examined were Maprima, Manhattan, Tove, Peramo, Caliente, Tempo and P-2 grown under individual plant basis. The results are may be summarized as follows:

1. Dry weight of root and stubble were recovered up to 13.5 and 11 days after cutting, respectively.
2. Dry weight of shoot(regrowth parts+stubble) was affected significantly by the varieties, stages of regrowth and variety x stage of regrowth.
3. The variety with tiller weight type showed higher average productivity of shoot than those of the variety with tiller number type.
4. Absolute growth rate(AGR) of shoot was correlated significantly with regrowth parts, stubble, root and weight of a tiller at the early stage of regrowth(up to 12 days after cutting), and correlated with regrowth parts, stubble, weight of tiller and stubble area at the late stage of regrowth(up to 20 days after cutting).
5. Contribution of specific stubble weight to absolute growth rate of shoot was different between the stages of regrowth. Thus, regrowth parts per specific stubble weight(RP/SSbW) and weight of tiller per specific stubble weight(WT/SSbW) contributed to absolute growth rate of shoot at the early stage of regrowth, and efficiency of specific stubble weight(ESSbW), regrowth parts per specific stubble weight(RP/SSbW) and weight of a tiller per specific stubble weight(WT/SSbW) contributed to absolute growth rate of shoot at the late stage of regrowth.
6. Regrowth utilization rate(RUR) was one of the useful regrowth parameter to indicate the regrowth potential of grasses.

I. 緒 論

예취후 목초는 양분저장부위에 축적된 저장양분을 재생을 위한 호흡기질과 재생량을 증가시키는데 이용하므로^{1,2,13)} 재생초기에서 양분저장부위의 건물중이 감소되며^{5,13)} 그에따른 양분공급능력의 차이에 의하여 재생량은 크게 달라질 수 있다. 양분공급능력은

양분저장부위의 크기와 저장양분량의 다소 및 저장양분의 이용효율에 의하여 결정되므로^{4,6,12)} 분석적 방법 이외에 양분공급능력을 나타낼 수 있는 형질의 선발이 필요하다고 생각된다. *李등(1985)*은 meadow fescue의 특정품종에서 경면적중이 재생특성을 나타내는 형질로써의 이용가능성을 보고하였고 *李(1987)*는 경면적중이 그루터기 면적중(SSbW)과는 유의한

延世大學校 文理大學(College of Liberal Arts and Sciences, Yonsei University, Wonju 222-840, Korea)

* 建國大學校 大學院(Graduate School of Kon-Kuk University, Seoul 133-701, Korea)

本 研究는 延世大學校 梅芝學術研究所의 研究費 支援에 의하여 遂行되었음.

정상관이 있음을 보고하여 그루터기 면적중이 예취 후 지상부 건물중의 증가에 관여하는 형질이 될 수 있음을 나타내었다.

예취후 지상부 건물중의 증가는 재생량을 구성하는 경수와 1경중의 증가에 의존하므로 그루터기 면적중에 의한 재생량과 수량구성요소의 증가가 지상부 건물중의 증가에 관여할 때 재생요소로서 그루터기 면적중의 이용가능성은 높아진다고 생각된다.

또한 예취후 재생과정은 양분저장부위의 건물중이 회복되기까지의 재생시기와 저장양분의 재축적 이후의 재생시기로 구분되므로⁶⁾ 지상부 건물중의 증가와 이에 관여하는 수량구성요소 및 재생요소와의 관계는 재생시기별로 검토되어야 한다고 생각된다.

본 시험에서는 perennial ryegrass 7품종을 공시하여 예취후 양분저장부위의 건물중의 변화와 지상부 건물중의 품종간 차이, 지상부 건물중의 증가에 관여하는 수량구성요소 및 재생요소와의 관계를 재생시기별로 조사하여 재생요소로서 그루터기 면적중의 이용가능성을 검토하였다.

II. 材料 및 方法

본 시험은 1989년 7월부터 10월까지 연세대학교 덕소농장에서 실시되었다. perennial ryegrass 7품종 (Maprima, Manhattan, Tove Peramo, Caliente, Tempo, P-2)을 공시하였고 예취후 조사시기를 6회로 한 요인시험으로 품종당 3반복의 난괴법으로 배치하였다. 파종은 7월 25일 1/2000a pot에 3개체가 되도록 파종하였으며 파종후 22일째인 3엽기에는 pot당 1개체만을 남기고 제거하였다. 조사개시일인 9월 22일에는 전체 조사대상개체를 지상 3cm에서 자른후 10월 22일까지 4일 간격으로 6회에 걸쳐서 조사하였다. 조사는 pot에서 식물체를 뽑아내어 잘 씻은후 경수를 세웠고 식물체를 재생부위(3cm이상), 그루터기(지상에서 3cm)와 뿌리를 분리하여 건조기에서 80°C 48시간 건조시켜 건물중으로 하였다.

또한 식물체 각부위의 건물중과 수량구성요소에 대한 절대생장율(AGR)³⁾, 뿌리와 그루터기의 건물중에 대한 상대생장율(RGR)을 구하였으며, 재생율(RR)¹²⁾, 재생이용율(RUR), 경수이용율(TUR), 상대경수출현율(RTAR)¹⁴⁾, 그루터기 면적중의 효율(ES-SbW)⁹⁾ 및 그외의 형질은 Table 5에서와 같이 구하

였다.

III. 結 果

1. 예취후 식물체 부위별 건물중의 변화

예취후 식물체 부위별 건물중의 변화는 Fig. 1과 같다.

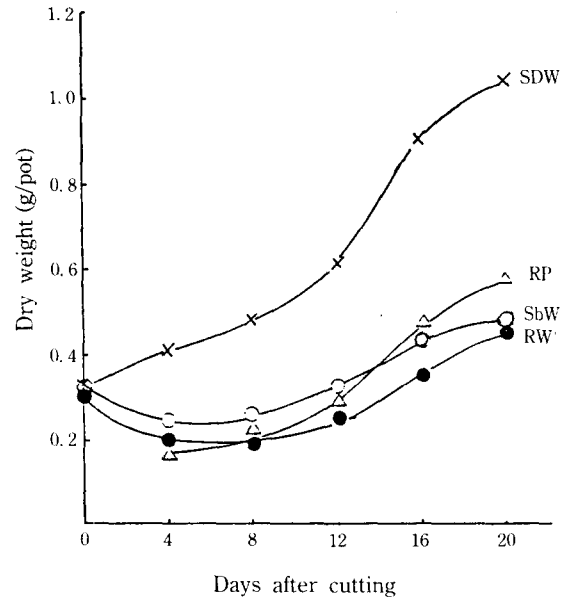


Fig. 1. Changes in mean dry weight of root(RW), stubble(SbW), regrowth parts(RP) and shoot(SDW) with the regrowth by the days after cutting.

지상부(SDW)와 재생부위(RP)의 건물중(재생량)은 예취후 20일까지 3차 곡선적으로 증가되었고 예취후 12~16일 사이에서 지상부 건물중의 증가속도가 가장 빨랐다. 그러나 그루터기(SbW)와 뿌리(RW)의 건물중은 예취후 감소되기 시작하여 4~8일 사이에 최저치를 나타내었다가 12일 전후에서 회복되었고 그 이후의 재생시기에서는 건물중이 증가되었다.

예취후 그루터기와 뿌리의 건물중의 변화를 상대생장율(RGR)로 나타낸 것이 Fig. 2이다. 예취후 4일까지는 -의 상대생장율이었으나 4~8일 사이에서 +의 경향을 나타내었고 예취후 12~16일 사이에서 최고치를 나타내었다가 다시 저하되었다.

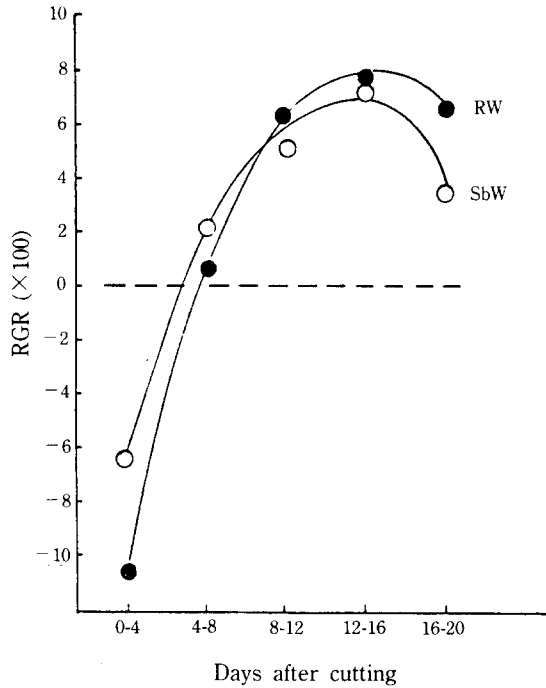


Fig. 2. Changes in relative growth rates(RGR) of root and stubble with the regrowth by the days after cutting.

Table 1. Recovery days of root(RW) and stubble (SbW) to the days after cutting in each variety.

| Variety | RW | SbW |
|-----------|------|------|
| Maprima | 12.1 | 9.9 |
| Manhattan | 18.9 | 13.8 |
| Tove | 17.6 | 12.7 |
| Peramo | 10.4 | 9.9 |
| Caliente | 11.4 | 10.3 |
| Tempo | 14.4 | 10.4 |
| P-2 | 10.0 | 10.0 |
| x | 13.5 | 11.0 |

또한 예취후 양분저장부위의 건물중이 감소되었다가 회복되는 시기를 부위와 품종별로 나타낸 것이 Table 1이다. 뿌리의 건물중이 회복되는 시기는 품종 평균 13.5일이었으며 품종별로는 P-2, Peramo, Caliente, Maprima, Tempo, Tove, Manhattan의 순서로 회복시기가 빨랐다.

그루터기의 건물중은 품종평균으로 11일이 경과되었으며 품종에서는 Maprima=Peramo, P-2, Caliente, Tempo, Tove, Manhattan의 순서로 건물중의 회복이 빨랐다.

2. 품종과 재생시기에 따른 지상부 건물중의 변화

품종의 재생시기별 지상부 건물중의 변화는 Table 2와 같다.

· 품종과 재생시기에서는 각각 1% 수준의 유의성이 인정되었고 품종×재생시간에서는 5% 수준의 유의한 교호작용이 인정되었다. 특히 품종간에서는 예취후 4일과 8일에서 Tove와 Manhattan이, 12일에서 20일까지는 Tove와 Peramo의 건물중이 다른 품종보다 많아서 재생시기에 따라서 재생특성의 품종간 차이가 인정되었다.

또한 예취후 20일까지의 지상부 건물중의 증가를 평균생산력으로 나타내어 품종을 비교한 결과(Table 3), 평균생산력이 가장 높았던 품종은 Tove였으며 낮았던 품종은 Caliente였다.

3. 지상부 건물중의 절대생장율과 수량구성요소의 절대생장율과의 관계

지상부 건물중의 절대생장율과 수량구성요소의 절대생장율과의 관계를 재생기간별로 나타낸 것이 Table 4이다.

예취후 0~12일까지의 재생기간에서는 지상부 건물중의 절대생장율이 뿌리, 그루터기, 재생량 및 1경중과는 유의한 정상관을 나타내었고, 12~20일의 재생기간에서는 그루터기, 재생량, 1경중 및 그루터기 면적(SbA)과는 유의한 정상관이 인정되었다.

4. 재생시기에 따른 재생요소의 변화

재생시기에 따른 재생요소의 변화는 Table 5와 같다.

재생율(RR)은 예취후 12~16일까지 계속적으로 증가하였다가 16~20일에서는 감소되었다. 재생이용율(RUR)은 예취초기인 0~4일에서 최고치를 나타낸 후 4~8일에서 급격히 낮아졌다가 12~16일까지는 증가되었고 16~20일에서 다시 낮아졌으며, 경수이용율(TUR)과 상대경수출현율(RTAR)도 같은 변화 경향을 나타내었다. 그루터기 면적중의 효율(ES-

Table 2. The dry weight of shoot(SDW) in each variety as affected by the days after cutting(DAC).

| Variety | DAC | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| Maprima | 0.25 | 0.41 | 0.48 | 0.60 | 0.68 | 0.76 |
| Manhattan | 0.43 | 0.55 | 0.57 | 0.65 | 0.78 | 0.92 |
| Tove | 0.43 | 0.58 | 0.64 | 0.71 | 1.30 | 1.53 |
| Peramo | 0.28 | 0.32 | 0.37 | 0.79 | 1.34 | 1.53 |
| Caliente | 0.28 | 0.37 | 0.43 | 0.48 | 0.64 | 0.81 |
| Tempo | 0.29 | 0.34 | 0.50 | 0.56 | 0.95 | 1.04 |
| P-2 | 0.20 | 0.32 | 0.39 | 0.47 | 0.58 | 0.66 |
| LSD(p=.05) | 0.23 | 0.12 | 0.16 | 0.23 | 0.60 | 0.58 |

Table 3. Average productivity(mg/day) of shoot in the regrowth of perennial ryegrass varieties as affected by the days after cutting.

| Variety | SDW |
|-----------|------|
| Maprima | 22.8 |
| Manhattan | 10.0 |
| Tove | 39.1 |
| Peramo | 19.1 |
| Caliente | 9.5 |
| Tempo | 20.7 |
| P-2 | 16.1 |
| x | 19.8 |

SbW)은 재생기간이 경과할수록 낮아진 반면 그루터기 면적중당 재생량(RP/SSbW)과 그루터기 면적중당 경수(NT/SSbW)는 재생기간이 길어질수록 높아지는 경향을 나타내었다. 그러나 그루터기 면적중당 1경중(WT/SSbW)은 예취후 12~16일까지는 증가되었다가 다시 감소되어 재생율과 같은 경향이였다.

5. 지상부 건물중의 절대생장율과 재생요소와의 관계

재생기간에 따른 지상부 건물중의 절대생장율과 재생요소와의 관계는 Table 6과 같다.

0~12일의 재생기간에서는 지상부 건물중의 절대생장율이 재생율(RR), 재생이용율(RUR), 그루터기 면적중당 재생량(RP/SSbW), 그루터기 면적중당 1경중(WT/SSbW)과는 유의한 정상관이였다.

12~20일의 재생기간에서는 지상부 건물중의 절대생장율은 재생율, 재생이용율, 그루터기 면적중의 효율(ESSbW), 그루터기 면적중당 1경중(WT/SSbW)과는 유의한 정상관을, 그루터기 면적중당 경수(NT/SSbW)와는 유의한 부의 상관을 나타내었다.

IV. 考 察

목초에서 경엽부가 예취되면 재생부위의 형성과 호흡기질로써 저장양분이 이용되므로 양분저장부위(그루터기와 뿌리)의 건물중은 감소되나^{5,13)} 예취후 일정한 기간이 지나면 건물중은 회복되고 이때부터 양분저장부위의 건물중은 증가된다(Fig. 1)⁷⁾. 일반적으로 화본과목초에서 저장양분이 소모되었다가 회복되는 시기는 예취후 약 4~6주라고 보고되고 있으나,^{5,17)} 본 시험에서는 뿌리가 13.5일, 그루터기는 11일이 경과된 재생시기로써 부위평균 12.3일을 나타내었다(Table 1). 따라서 예취후 12일을 기준으로 한 재생시기의 구분이 가능하다고 생각된다. 특히 다발형목초의 양분저장기관인 그루터기의 건물중은 예취후 4일째에 최저치를 나타낸후 증가되었고(Fig. 1), 양분저장부위의 상대생장율(RGR)이 예취후 4~8일

Table 4. Correlation coefficients between absolute growth rate of shoot(Δ SDW) and absolute growth rates of yield components in two regrowth stages.

| DAC | Δ RW | Δ SbW | Δ RP | Δ NT | Δ WT | Δ SbA | Δ SSbW |
|-----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 0-12 (n=21) | 0.569* | 0.815*** | 0.670*** | 0.076 | 0.855*** | 0.046 | 0.356 |
| 12-20 (n=14) | 0.521 | 0.895*** | 0.959*** | 0.010 | 0.804*** | 0.755** | 0.302 |

Note. *, ** and *** are significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively. Δ SDW; absolute growth rate of shoot($(SDW^2-SDW^1)/t_2-t_1$). Δ RW; absolute growth of root($(RW^2-RW^1)/t_2-t_1$). Δ SbW; absolute growth rate of stubble($(SbW^2-SbW^1)/t_2-t_1$). Δ RP; absolute growth of regrowth parts($(RP^2-SbW^1)/t_2-t_1$). Δ NT; absolute growth rate of number of tillers($(NT^2-NT^1)/t_2-t_1$). Δ WT; absolute growth rate of weight of a tiller($(WT^2-WT^1)/t_2-t_1$). Δ SbA; absolute growth rate of stubble area($(SbA^2-SbA^1)/t_2-t_1$) and Δ SSbW; absolute growth rate of specific stubble weight($(SSbW^2-SSbW^1)/t_2-t_1$).

Table 5. Mean values of regrowth parameters in each regrowth stage as affected by the days after cutting.

| DAC | RR | RUR | TUR | RTAR | ESSbW | RP/SSbW | NT/SSbW | WT/SSbW |
|-------|------|------|------|------|-------|---------|---------|---------|
| 0-4 | 29.7 | 8.69 | 2.36 | 74.1 | 6.52 | 0.17 | 17.2 | 23.7 |
| 4-8 | 53.8 | 3.03 | 1.04 | 25.6 | 4.15 | 0.31 | 26.5 | 36.4 |
| 8-12 | 69.6 | 3.65 | 1.15 | 29.2 | 3.38 | 0.46 | 31.6 | 46.8 |
| 12-16 | 81.7 | 5.53 | 1.43 | 42.3 | 2.99 | 0.64 | 34.8 | 51.9 |
| 16-20 | 71.1 | 2.40 | 1.14 | 41.9 | 2.77 | 0.71 | 37.3 | 46.4 |

Note. RR; regrowth rate($RP/SbW + RW \times 100$) at the time of cutting, RUR; regrowth utilization rate

$$\frac{(\ln(RW + SbW)^2 - \ln(RW + SbW)^1)}{(RW + SbW)^2 - (RW + SbW)^1} \times \frac{RP^2 - RP^1}{t_2 - t_1}$$

$$TUR; \text{tiller utilization rate} \frac{(\ln(RW + SbW)^2 - \ln(RW + SbW)^1)}{(RW + SbW)^2 - (RW + SbW)^1} \times \frac{NT^2 - NT^1}{t_2 - t_1}$$

$$RTAR; \text{relative tiller appearance rate} \frac{(\ln NT^2 - \ln NT^1)}{t_2 - t_1} \times 100$$

ESSbW; efficiency of specific stubble weight on the regrowth($SSbW/NT_2 \times 100$)

RP/SSbW; regrowth parts per specific stubble weight($RP^2/SSbW$)

NT/SSbW; number of tillers per specific stubble weight($NT^2/SSbW$)

WT/SSbW; dry weight of a tiller per specific stubble weight($WT^2/SSbW$)

Table 6. Correlation coefficients between absolute growth rate of shoot(Δ SDW) and regrowth parameters in two regrowth stages.

| DAC | RR | RUR | TUR | RTAR | ESSbW | RP/SSbW | NT/SSbW | WT/SSbW |
|-----------------|----------|----------|--------|-------|--------|----------|---------|----------|
| 0-12 (n=21) | 0.634** | 0.624* | 0.017 | 0.027 | -0.169 | 0.664*** | 0.182 | 0.731*** |
| 12-20 (n=14) | 0.828*** | 0.953*** | -0.105 | 0.205 | 0.573* | 0.626* | -0.568* | 0.797*** |

사이에서 +의 경향을 나타낸 것과(Fig. 2), 재생이 용율(RUR), 경수이용율(TUR) 및 상대경수출현율(RTAR)이 예취후 0~4일간에서 가장 높은 값을 나타낸 것으로 보아서(Table 5) 재생초기에서 저장양분의 역할이 컸던 것으로 생각된다. 野島등(1984)은 C¹⁴를 이용한 orchardgrass의 재생시험에서 그루터기의 건물중이 예취후 4일째에 최저치를 나타낸 후 증가하였으며 저장양분은 재생업을 위한 구성재료로서 이용되기 보다는 재생초기의 호흡기질로써 중요하다고 보고하여 본 시험의 결과와 같은 경향이었다.

재생시기에 따른 평균생산력의 차이로써 품종을 비교한 결과(Table 3), Tove, Maprima, Tempo, Peramo의 4품종에서 평균생산력이 높았는데 이들 품종중 Tove, Peramo, Tempo는 1경중이 높은 품종이었으나 Maprima는 1경중이 가벼운 경수형 품종으로 분류되었다.¹¹⁾ 일반적으로 초형에 따른 재생력의 차이는 개체당 경수가 많은 개체 또는 품종에서 예취후의 잔엽과 예취잔부(그루터기)의 비율이 높아서 재생에 이용되는 저장양분량이 많아지므로 재생초기의 생육에 유리하며,¹⁶⁾ 1경중이 무거운 개체는 예취후 잎의 전개속도가 빨라서 재생량이 많아지는 재생특성을 나타낸다.¹⁸⁾ 즉, 경중형의 품종에서는 발생된 분얼경의 성장을 위하여 저장양분이 효율적으로 이용되므로 분얼경의 size는 확대되어 건물수량의 증가에 공헌한다.⁷⁾ 본 시험에서도 예취후 재생기간을 통하여 어린 분얼경의 발생에 의한 경수의 증가보다는 기존분얼경의 재신장에 의한 1경중의 증가가 그루터기의 건물중과 재생량을 많게하여 지상부 건물중을 증가시켰으며(Table 4), 경중형 품종에서 지상부 건물중의 평균생산력이 높았다고 생각된다. 그러나 *Lolium* 속에서 Italian ryegrass는 기존분얼경의 재신장에 의하여 perennial ryegrass는 어린 분얼경의 신장에 의하여 재생량이 구성되었다고 한 보고와는¹⁵⁾ 다른 결과를 나타내었다.

또한 양분저장부위의 건물중이 회복되는 재생기간(0~12)에서는 지상부 건물중이 뿌리의 건물중과 유의한 정상관을 나타낸 것은 생육초기에서 지상부와 지하부 건물중의 증가에 관여하는 형질로써 근수의 중요성을 보고한 추와 金(1989)의 결과와도 일치한다고 생각되며 양분저장부위의 건물중이 증가되는 재생기간(12~20일)에서는 저장양분의 재축적에 의한 그루터기의 건물중의 증가가 그루터기의 면적을

확대시킨 결과(Table 4)라고 생각된다.

재생요소로써 그루터기 면적중(SSbW)이 이용되기 위해서는 예취후의 재생량과 재생량을 구성하는 수량구성요소에 관련된 형질로써 지상부 건물중과의 관계가 입증되어야 한다고 생각된다. 그루터기 면적중을 이용한 형질로써 그루터기 면적중당 재생량(RP/SSbW)은 재생초기(0~12)에서 그루터기 면적중당 1경중(WT/SSbW)은 전재생기간(0~20)을 통하여 지상부 건물중의 증가에 공헌하여(Table 6), 그루터기 면적중이 재생특성에 관여하였음을 의미한다.

예취시 양분저장부위의 건물중당 재생량을 나타내는 재생율(RR)은 재생력을 나타내는 지표라고 할 수 있으나,¹²⁾ 재생력을 단위시간당 재생량으로 나타낼 경우, 재생량 뿐만 아니라 재생속도라는 시간적 개념이 포함되므로 재생속도가 빠르고 재생량이 많을수록 재생력은 커지기 때문에 재생율은 재생력을 나타내는 형질로써 부족하다고 생각된다.

그러나 재생이용율(RUR)과 경수이용율(TUR)은 단위시간당 양분저장부위의 건물중에 의한 재생량과 경수를 나타내어 여러가지 조건하에서 예취후의 재생력을 나타내는 재생요소로써 유효하다고 생각된다.

V. 摘 要

Perennial ryegrass 7품종을 공시하여 예취후 양분저장부위의 건물중이 회복되는 시기를 추정하고 예취시기에 따른 지상부 건물중과 수량구성요소 및 재생요소와의 관계로써 그루터기 면적중의 이용가능성을 검토하였다.

1. 예취후 양분저장부위의 건물중이 회복되는 시기는 뿌리에서 13.5일, 그루터기에서는 11일이었다.
2. 예취후 지상부의 건물중은 품종, 재생시기에서 유의성이 인정되었고 품종과 재생시기에서는 유의한 교호작용이 인정되었다.
3. 1경중이 무거운 품종에서 평균생산력이 높았다.
4. 지상부 건물중의 절대성장율은 예취후 0~12일 간에서 뿌리, 그루터기, 재생량 및 1경중과 유의한 정상관이었고, 12~20일 간에서는 그루터기, 재생량, 1경중 및 그루터기 면적과 유의한 정상관이 인정되었다.

5. 예취후 0~12일의 재생기간에서 그루터기 면적중당 재생량과 그루터기 면적중당 1경중이 지상부 건물중의 증가에 공헌하였고, 예취후 12~20일 간에서는 그루터기 면적중의 효율, 그루터기 면적중당 재생량과 1경중이 지상부 건물중의 증가에 공헌하였다.

6. 재생이용율은 예취후 재생력을 나타내는 유효한 재생요소라고 생각되었다.

VI. 引用文獻

1. Alison, D. 1965. Carbohydrates and regrowth in perennial ryegrass. J. Agr. Sci. 65: 213-221.
2. Davidson, J. L. and F. L. Milthorpe. 1965. Carbohydrate reserves in regrowth of cocksfoot. J. Br. Grassld Soc. 20: 15-18.
3. Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. Edward Arnold. London.
4. John, H. R. 1969. Carbohydrate reserve trends in orchardgrass grown different cutting frequencies and nitrogen fertilization levels. Crop Sci. 9: 720-723.
5. 熊井清雄. 1968. 草地管理技術に對する再生研究の適用. 畜試研報 7:163-172.
6. 李柱三. 1983. Orchardgrass 재생에 미치는 시비 질소의 영향. I. 만춘중심의 시비. 한축지 25(2): 101-105.
7. 李柱三. 1983. Orchardgrass 재생에 미치는 시비 질소의 영향. II. 전질소의 재생에의 이용. 한축지 25(2): 106-110.
8. 李柱三, 鄭忠燮, 李炳訓. 1985. 초형이 다른 meadow fescue 품종내의 개체간 건물생산특성. III. 2번초 개체중에 관여하는 1번초의 형질. 한축지 27(3): 187-190.
9. 李柱三. 1987. Meadow fescue의 생산성에 관한 연구. VIII. 경면적중의 효율과 수량구성요소. 한축지 29(10): 469-474.
10. 李柱三, 金聖圭. 1989. Perennial ryegrass에 있어서 지상부와 지하부와의 관계. I. 생육단계와 품종에 따른 차이. 한초지 9(3): 135-140.
11. 李柱三, 金聖圭. 1991. 상대경수출현율당 개체중에 의한 perennial ryegrass 품종의 분류. 한초지 11(1): 6-11.
12. 前野休明, 江原 薫. 1970. 牧草の再生に關する生理生態學的研究. 13報. 貯藏物質の利用効率と再生力との關係について. 日草誌 16(3): 156-161.
13. 野島 博, 大泉久一, 高崎康夫. 1984. オーチャードグラス再生における貯藏炭水化物の利用に及ぼす窒素レベルの影響. 日草誌 30(3): 250-254.
14. Norris, I. B. and H. Thomas. 1982. Recovery of ryegrass from drought. J. Agr. Sci. Camb. 98: 623-628.
15. 小松輝行. 1978. *Lolium* 屬牧草の再生に關する研究. 東北大農研報 29: 13-60.
16. Sugiyama, S. M., N. Yoneyama, N. Takahashi and K. Gotoh. 1986. Variation of regrowth after cutting in genotypes of tall fescue. J. Japan Grassld Sci. 32(1): 44-50.
17. 渡辺 潔, 高橋佳孝. 1979. オーチャードグラスの再生に及ぼす追肥量の及ぼす影響. I. 再生に伴う生育状態の推移. 日草誌 25: 195-202.
18. Zarrough, K. M. and C. J. Nelson. 1980. Regrowth of genotypes of tall fescue differing in yield per tiller. Crop Sci. 20: 540-544.