

越冬前後 草地管理에 關한 研究

II. 봄철 放牧利用草地에서 이른봄 追肥施用時期가 牧草의 生育과 粗蛋白質含量 및 收量에 미치는 影響

徐 成 · 朴文洙 · 李種京 · 韓永春

Studies on the Grassland Management in Late-Autumn and Early-Spring

II. Effect of fertilizer application time in spring on growth, crude protein content and yield of grasses for grazing

Sung Seo, Moo Soo Park, Joung Kyong Lee and Young Choon Han

Summary

This field experiment was carried out to determine the effects of fertilizer application time in spring on the growth, crude protein (CP) content and dry matter (DM) yield of grasses for grazing

Application times of fertilizer were on March 10, March 20, March 30, April 9 and April 19, and control (non-fertilized) plot was involved. All fertilized plots were also treated with single and compound fertilizer. The first harvesting date for grazing was on April 30, and the regrowth soiling yield was investigated on June 9, 1988.

In all fertilized plots, the growth, DM yield, CP, CP yield and nitrogen recovery of grasses were significantly increased compared with control, especially on the plot of March 30. The regrowth yield on March 30, April 9 and April 19 were slightly higher than those of the others. And there were not significant differences of grass growth, CP content, and DM yield between single-and compound fertilizer treatment.

On March 30 which was the best time of fertilizer application in spring, the accumulated temperature was 116.6°C and the subsoil temperature at 10 cm depth was 8.1 - 8.6°C. Considering the average meteorological condition in Suwon area, the optimum application time of spring fertilizer for grazing may be recommended on March 30-April 3 (accumulated temp.; 100-125°C, subsoil temp.; 8-9°C).

I. 緒 論

일반적으로 목초는 봄철에 生産性이 높고 여름과 가을철에는 낮아 계절간 生産性의 변이폭은 크며 (徐 등, 1988), 여름과 가을에 실질적인 收量을 기대하기 어려운 실정에서 봄철에 많은 양의 飼草를 생산한다는 것은 草類의 生産·利用의 측면에서 아주 중요하다.

이러한 季節生産性은 당해년도의 氣象條件뿐만 아니라 管理 및 施肥條件 등에 따라서 차이가 크다. 특히 越冬後 봄철 窒素施肥는 봄철의 牧草生産量에 큰 영향을 미치는데 施肥時期와 施肥量에 따라 목초의 生育反應은 달라지며, 適量의 肥料를 適期에

施用함은 草地의 量的·質的 生産量을 높이는데 크게 기여한다.

많은 研究者들은 봄철 목초의 生育은 주로 그 해의 氣溫에 좌우되며 氣象條件에 따라 施肥適期가 결정되어야 한다고 하였다. Thomas 및 Norris (1981)는 겨울동안의 氣溫이 光條件보다 더 큰 영향을 미쳤다고 하였으며 Mott (1969)는 日平均氣溫이 8~10°C 되는 때를 제안하였고, 1월부터의 積算溫度가 171~205°C (Postmus, 1976), 200°C (Wilkinson, 1984; Davies 및 Morgan, 1988), 260°C (Ernst 및 Leoper 1976) 되는 시기가 追肥施用適期라고 하였으며, 우리나라 대관령지방에서의 연구결과 (李 및 尹, 1978)는 250°C로 報告한 바 있다. 이

와 관련하여 Lemaire 및 Salette(1982)는 가을철 最終刈取後부터의 積算溫度로 그 시기를 판단하였고, 충분한 量의 窒素施用時 그 영향은 뚜렷하다고 하였다.

한편 Whitehead(1975)는 地中 10cm의 溫度가 5.6~8.3°C 되는 시기를, 또 地中溫度가 5일간 계속하여 5.5°C 이상되는 시기를 제안한 바 있으며(Davies 및 Morgan, 1988) 2월 이후 地中積算溫度로 追肥施用適期를 판단하는 지역도 있다(Wilkinson, 1984). 이와 함께 Vetter 및 Fruchtenicht(1972)는 窒素施肥適期는 降水量과도 밀접한 관련이 있음을 指適한 바 있다.

우리나라에서 이른 봄 追肥施用時期는 일반적으로 越冬直後로 알려져 있으며(金 등, 1987) 위에서 報告된 여러 연구자들의 研究結果에 비해 상당히 빠른 감이 있다. 이러한 관점에서 本 試驗은 아직까지 체계화되어 있지 않은 越冬後 이른 봄 초지의 追肥施用 適期究明에 관한 연구로서, 放牧利用時 이른 봄 追肥施用時期가 목초의 生育과 粗蛋白質含量 및 收量에 미치는 영향을 究明하여 草地의 生産性を 높이기 위한 기초자료를 마련하고자 實施하였다.

II. 材料 및 方法

本 試驗은 orchardgrass가 80%이상을, tall fescue, Kentucky bluegrass 및 red clover가 소수 분포되어 있는 畜産試驗場 草地試驗圃에서 (造成日次 : 1987년 8월 30일) 1988년 3월부터 6월까지 수행하였다.

Table 1. Experimental design

| Application time of fertilizer | Fertilizer* | Harvesting at first cut |
|--------------------------------|------------------|-------------------------|
| March 10 | Single, Compound | Grazing stage |
| " 20 | " | " |
| " 30 | " | " |
| April 9 | " | " |
| " 19 | " | " |
| Control | — | " |

*Amount : N-P₂O₅-K₂O=70-100-60kg ha⁻¹

Compound fertilizer : N-P₂O₅-K₂O=14-10-12%

試驗設計를 보면 (Table 1) 肥料施用時期를 3월 10일, 3월 20일, 3월 30일, 4월 9일, 4월 19

일 및 無施用(對照區) 등 6 처리로 하여 난괴법 4 반복으로 배치하였으며, 각 처리별로 單用肥料과 複合肥料을 ha당 각각 질소 70kg, 인산 100kg, 칼리 60kg 量으로 주었고, 單肥는 요소, 용과린, 염화칼리 비료를, 複肥는 N, P₂O₅, K₂O가 각각 14, 10, 12% 함유된 市販되고 있는 草地管理用 複肥를 사용하였다. 1차 수확은 放牧利用適期(4월 30일)에 2차 수확은 靑刈利用適期(6월 9일)에 각각 실시하였으며, 1차 수확후에는 無施用區를 포함한 전 시험포장에 ha당 질소 50kg과 칼리 50kg을 각각 요소와 염화칼리로 施用하였다.

봄철 목초의 초장, 生育상태, 건물수량, 일당건물 생산량, 조단백질함량(AOAC, 1980), 조단백질생산량 및 질소이용(회수)율 등을 조사하였으며, 매일 정오경에 시험포장내 지중(10cm) 온도 조사와 함께 水原測候所에서 측정된 氣象資料를 참고하여 적산온도, 지중온도, 일평균기온 및 강수량 등을 비교분석하였다.

III. 結果 및 考察

1. 이른 봄 追肥施用時期에 따른 牧草의 生育과 收量比較

이른 봄 追肥施用時期에 따른 放牧期(4월 30일) 牧草의 生育과 收량을 비교하여 보면 Table 2와 같다.

草丈을 보면 3월 10일~4월 9일 추비시용구는 30~32cm로 별 차이가 없었으나 4월 19일 시용구는 25cm로 4월 9일 이전 추비시용구에 비해 크게 유의감소하였으며, 無施用區는 21cm로 초장이 가장 짧았다.

이와같은 生育狀態를 달관(1: 生育불량, 5: 生育양호)으로 조사한 결과 3월 30일 시용구가 "5"로 가장 좋았고, 3월 10일구가 "4~5", 3월 20일과 4월 9일구가 "4"였으며, 4월 19일구는 "3"으로 불량한 경향이었고 無施用區는 "1"로 生育狀態가 가장 불량하였다.

乾物收量은 3월 10일과 3월 30일 시용구가 ha당 각각 2.09톤과 2.05톤으로 높았으며 (P<0.05), 다음이 3.20일구(1.78톤)와 4월 9일구(1.73톤)였고, 4월 19일 시용구는 1.39톤으로 追肥施用區中 가장 낮았고, 無施用區는 1.07톤으로 전처리구에서

Table 2. Effect of fertilizer application time in spring on growth and dry matter yield of grasses

| Application time of fertilizer | At 1st cut | | | | At 2nd cut | |
|--------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| | Grazing ¹⁾ | | | | Soiling ²⁾ | |
| | Grass ht. | Growth vigor ³⁾ (1-5) | DM yield | DM production per day | Grass ht. | DM yield |
| | cm | | MTha ⁻¹ | kg ha ⁻¹ d ⁻¹ | cm | MTha ⁻¹ |
| March 10 | 32 | 4-5 | 2.09 | 41.9 | 50 | 2.08 |
| " 20 | 30 | 4 | 1.78 | 35.6 | 51 | 2.18 |
| " 30 | 32 | 5 | 2.05 | 41.0 | 53 | 2.27 |
| April 9 | 31 | 4 | 1.73 | 34.6 | 54 | 2.26 |
| " 19 | 25 | 3 | 1.39 | 27.8 | 52 | 2.32 |
| Control | 21 | 1 | 1.07 | 21.3 | 46 | 1.85 |
| LSD, 0.05 | 2.4 | | 0.25 | | 4.4 | 0.26 |

1) Grazing : April 30 2) Soiling : June 9 3) Growth vigor : 1(worst) - 5(best)

收량은 가장 적었다(P<0.05).

여기서 3월 10일구의 收량이 높았던 것은 追肥施用後 곧 충분한 量의 降雨로 비료가 토양중에 쉽게 녹으면서 목초가 비교적 쉽게 비료성분을 흡수·이용할 수 있었던 것으로 풀이되며(Vetter 및 Fruchtenicht, 1972), 乾燥狀態가 계속되었다면 低温의 영향으로 목초의 비료이용율을 낮아져 충분한 收量期待는 어려웠을 것으로 생각된다(Jagtenberg, 1970; Wilkinson, 1984).

추비사용후 10일간 거의 비가 오지 않았던 3월 20일구와 3월 30일 시용구의 收량을 보면 각각 1.78톤과 2.05톤으로 3월30일 시용구가 유의적으로 높았는데(P<0.05), 이는 비료사용후 20일간의 氣象을 비교해 볼 때 (Table 3) 3월30일 추비사용구는 3월 20일 시용구에 비해 氣溫이 높을 뿐만 아니라 降水量도 많아 (降雨日數도 많았음) 목초뿌리가 비료를 흡수·이용할 수 있는 능력이 높는데

기인한 것으로 생각되며, 또한 추비사용후 20일간 0.8mm에 불과한 降水量을 보인 3월20일 시용구는 地表面의 乾燥로 인한 질소비료의 氣化로 그 효율이 저하한 데에도 원인이 있다고 추측된다.

3월 30일 이후 시용구인 4월 9일과 4월 19일 추비사용구는 각각 1.73톤과 1.39톤의 收량으로 氣溫이 높아졌음에도 불구하고 收량은 높지 못하였는데, 이는 수확시까지의 비료이용기간이 짧아 목초가 시용된 비료를 충분히 흡수·이용하지 못한데서 기인한 것으로 생각된다.

2차 수확시 목초의 生育과 收량은 無施用區에 비해서는 좋았으나(P<0.05), 추비사용시 기간에는 유의성있는 차이는 없었으며 다만 3월 30일, 4월 9일, 4월 19일 시용구에서 좋은 경향을 보였다. 여기서 이른 봄에 追肥施用을 하지 않았을 경우에는 1차 예취후 適量의 追肥施用에도 불구하고 生育과 수량은 가장 저조하여 이른 봄 無施肥의 영향

Table 3. Mean air temperature and rainfall during experimental period in 1988

| Application time of fertilizer | Mean air temp. | | Rainfall | | |
|--------------------------------------|------------------------|------|------------------------|------|------|
| | Days after application | | Days after application | | |
| | 0 | 10 | 3 | 10 | 20 |
| | °C | | mm | | |
| March 10 | 2.9 | 4.5 | 27.8 | 28.1 | 28.9 |
| " 20 | 4.3 | 6.0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| " 30 | 9.7 | 8.6 | 0.0 | 0.0 | 37.5 |
| April 9 | 7.1 | 10.3 | 0.3 | 37.5 | 42.5 |
| " 19 | 8.3 | 10.9 | 5.0 | 5.0 | 24.6 |

이 2차 수량에까지 미치는 것으로 나타났다($P < 0.05$).

따라서 牧草를 放牧期에 이용하고자 할 때의 이른 봄 追肥施用時期는 3월 30일 전후가 가장 좋은 것으로 판단되었다.

2. 이른 봄 追肥施用時期에 따른 牧草의 粗蛋白質含量과 窒素利用率比較

이른 봄 추비사용시기가 放牧期 牧草의 조단백질 함량, 조단백질생산량 및 질소이용율 등에 미치는 영향을 비교해 보면(Table 4), 粗蛋白質含量은 3월 20일, 3월 30일, 4월 9일, 4월 19일 추비사용구가 각각 19.3, 18.9, 20.3 및 18.4%로 유의차 없이 높은 함량을 보였으며, 3월 10일 시용구는 16.7%로 追肥施用區中 가장 낮았고, 無施用區는 14.6%로 전처리구에서 가장 낮았다($P < 0.05$).

Table 4. Effect of fertilizer application time in spring on crude protein content, protein yield and N recovery of grasses, cut at the first time

| Application time of fertilizer | Grazing | | |
|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------|------------------|
| | Crude protein % | Protein yield kg/ha ⁻¹ | Recovery of N* % |
| March 10 | 16.7 | 349.2 | 44.5 |
| " 20 | 19.3 | 343.2 | 43.0 |
| " 30 | 18.9 | 384.7 | 52.5 |
| April 9 | 20.3 | 349.4 | 44.4 |
| " 19 | 18.4 | 255.8 | 23.1 |
| Control | 14.6 | 154.9 | — |
| LSD, 0.05 | 2.3 | 61.5 | |

$$\% \text{ recovery of N} = \frac{\text{N yield fer.} - \text{N yield unfer.}}{\text{Fertilizer N applied}} \times 100$$

粗蛋白質生産量은 3월 30일 추비사용구가 ha당 384.7kg으로 가장 많았으며 다음은 3월 10일, 3월 20일, 4월 9일 시용구로 343.2~349.4kg수준이었고, 4월 19일 시용구에서는 255.8kg으로 적었으며, 無施用區는 154.9kg으로 가장 적었다($P < 0.05$). 窒素利用率은 3월 30일 시용구가 52.5%로 가장 높았고, 다음은 3월 10일, 3월 20일, 4월 9일 시용구로 43.0~44.5% 수준이었으며, 4월 19일 시용구는 23.1%로 追肥施用區中 가장 낮았다.

따라서 放牧期에 목초의 조단백질함량과 조단백질 생산량 및 질소이용율을 현저하게 높여줄 수 있는 이른 봄 追肥施用時期는 3월 30일로 생각되었다.

3. 肥種에 따른 이른 봄 牧草의 生育과 收量比較

이른 봄 單用肥料과 複合肥料 施用에 따른 방목기 목초의 생육과 수량 및 조단백질 함량을 5추비 사용시기의 평균성적으로 살펴보면(Table 5), 방목

Table 5. Effect of fertilizer kind applied in spring on dry matter yield and crude protein content of grasses, cut at the first time.

| Kind of fertilizer | Grazing | | |
|--------------------|-------------|-----------------------------|-----------------|
| | Grass ht cm | DM yield MTha ⁻¹ | Crude protein % |
| Single | 29 | 1.80 | 18.6 |
| Compound | 31 | 1.81 | 18.8 |
| LSD, 0.05 | | NS | NS |

Mean of five application times,
NS : not significant

이용시 목초의 초장(29~31cm), 건물수량(1.80~1.81톤) 및 조단백질 함량(18.6~18.8%)은 單肥와 複肥 처리간 차이가 없었다.

4. 이른 봄 追肥施用時期에 따른 積算溫度와 地中溫度比較

1월부터 각 追肥施用時期인 3월 10일, 3월 20일, 3월 30일, 4월 9일, 4월 19일까지의 積算溫度(수원측후소 자료)를 보면(Table 6) 5.7, 51.7, 116.6, 199.8 및 304.0°C로 추비사용을 늦게할 수록 높았으며, 地中(10cm)溫度도 점차 높아졌다.

본 시험에서 이른 봄 목초의 生育을 촉진시키고, 收量과 粗蛋白質生産量 增大에 가장 유리하였던 追肥施用時期를 3월 30일로 볼 때(Table 2 및 Table 4 참조) 이 때의 積算溫度는 116.6°C, 地中溫度는 8.1(시험포장)~8.6°C(수원측후소)로 나타났다. 이러한 결과는 유럽 등지에서 이미 報告된 바 있는 積算溫度 200°C (Wilkinson, 1984; Davies 및 Morgan, 1988)에 비해 빠른 경향이었는데, 여기서는 이

Table 6. Accumulated-, and underground temperature at fertilizer application time in 1988

| Application time of fertilizer | Accumulated temp. °C | Soil temp. at 10 cm depth | | | |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------|---------|---------------------|---------|
| | | Suwon, CMO | | Expt. Field at 12 h | |
| | | 0 | 10 days | 0 | 10 days |
| March 10 | 5.7 | 3.2 | 4.7 | 3.0 | 4.0 |
| " 20 | 51.7 | 4.5 | 6.7 | 4.0 | 6.4 |
| " 30 | 116.6 | 8.6 | 9.4 | 8.1 | 9.6 |
| April 9 | 199.8 | 10.2 | 11.3 | 9.7 | 11.2 |
| " 19 | 304.0 | 10.2 | 12.1 | 10.8 | 12.3 |

용시기가 빠른 放牧利用時期를 고려한 것으로 放牧適期를 4월 하순경으로 볼 때 積算溫度 200°C는 4월 9일에 해당되어, 이 시기의 추비시용은 시용후 목초의 짧은 비료의 흡수·이용기간 등으로 미루어不利할 것으로 보이며 3월 30일 추비시용이 가장 바람직한 것으로 사료된다.

따라서 1988년도 수원지방에서 개략적으로 추정된 追肥施用適期는 積算溫度 100~125°C, 地中溫度 8~9°C 범위일 것이다. 여기서 수원축후소 기상자료의 地中溫度와 시험포장에서 매 정오경에 측정된 地中溫度와의 차이는 크지 않아 일반농가들이 지중온도로 이른 봄 追肥適期를 알아볼 경우 정오경에 地中 10cm 溫度를 측정함으로써 간이적으로 그 시기를 추정할 수 있을 것이다.

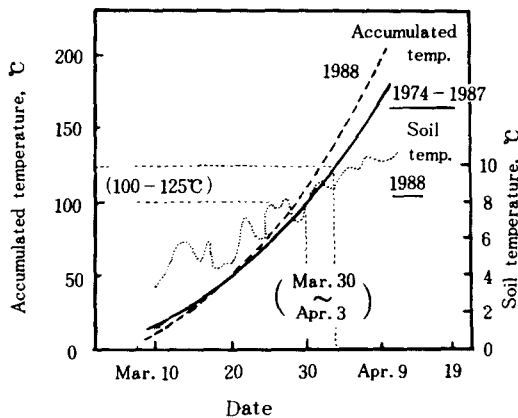


Fig. 1. Optimum application time of early spring fertilizer for grazing, Suwon

5. 水原地方에서 봄철 放牧利用時 이른 봄 追肥施用適期

水原地方에서 例年氣象을 기준으로 하여 分析한 이른 봄 追肥施用適期를 보면 (Fig. 1) 1988년도는 例年(1974~'87)에 비해 3월 하순경부터 기온이 약간 높은 경향으로, 積算溫度 100~125°C, 地中溫度 8~9°C를 기준한 追肥施用適期는 3월 30일~4월 3일까지로 나타났다.

따라서 이 시기보다 추비시용시기가 빠른 경우에는 목초의 뿌리가 비료를 흡수·이용할만큼 충분히 생육하지 못하였기 때문에 利用率은 떨어지는 것으로 보이며, 또한 이 시기보다 늦을 경우에는 봄철 放牧利用適期(4월 하순경)까지의 기간이 짧아 상대적으로 利用率은 떨어지는 것으로 생각된다.

또한 봄철 목초의 靑刈利用時에는 放牧利用時에 비해 수확시기가 늦어지기 때문에 靑刈利用에 따른 追肥施用適期는 다소 차이가 있을 것으로 생각되며, 이에 대한 연구도 계속 검토되어야 할 것이다.

IV. 摘要

본 시험은 봄철 放牧利用草地에서 이른 봄 追肥施用時期가 목초의 生育과 粗蛋白質含量 및 收量에 미치는 영향을 究明하고자 追肥施用時期를 3월 10일, 3월 20일, 3월 30일, 4월 9일, 4월 19일 및 無施用 등 6 처리로 하고, 각각에 單用肥料과 複合肥料 施用區를 두었으며 1차는 放牧適期(4월 30일)에, 2차는 靑刈適期(6월 9일)에 각각 수확하였다.

追肥施用區의 목초의 生育과 收量은 無施用區에

비해 크게 양호하였으며, 이른 봄 追肥施用時期에 따른 목초의 草丈, 生育狀態, 乾物收量, 粗蛋白質含量, 粗蛋白質生産量 및 窒素利用率 등을 비교해 볼 때 그 効果는 3월 30일 추비시용구에서 가장 우수하였다.

再生收量에서는 처리간 큰 차이는 없었으나, 3월 30일, 4월 9일, 4월 19일 시용구에서 좋은 경향이었으며, 單肥와 複肥에 따른 목초의 生育과 收量 및 粗蛋白質含量은 처리간 차이가 없었다.

본 시험에서 이른 봄 追肥施用適期로 判定된 3월 30일자의 積算溫度는 116.6°C, 地中(10cm) 溫度는 8.1~8.6°C였으며, 水原地方에서 例年氣象을 기준으로 한 봄철 放牧利用草地의 이른 봄 追肥施用適期는 3.30~4.3일경(積算溫度 100~125°C, 地中溫度 8~9°C)으로 생각된다.

V. 引用文獻

1. AOAC, 1980. Official methods of analysis. 13th edition. Association of Official Analytical Chemists.
2. Davies, D.A., and T.E.H. Morgan. 1988. Variation in spring temperatures, grass production and response to nitrogen over twenty years in the uplands. *Grass and Forage Sci.* 43: 159-166.
3. Ernst, P., and E.G. Leoper. 1976. Temperatureentwicklung und Vegetationsbeginn auf dem Grünland. Sonderdruck Niedersachsen In feld: 9-11. In 李 및 尹, 1978.
4. Jagtenberg, W.D. 1970. Predicting the best time to apply nitrogen to grassland in spring. *J. Brit. Grassl Soc.* 25(4): 266-271.
5. Lemaire, G., and J. Salette. 1982. The effects of temperature and fertilizer nitrogen on the spring growth of tall fescue and cocksfoot. *Grass and Forage Sci.* 37: 191-198.
6. Mott, N. 1977. Stickstoffdüngung auf Grünland. *DLG - Mitteilung.* 92: 14-15.
7. Postmus, J. 1976. N-Düngung des Grünlands. 10. Frühjahrsdüngung an Hand der Temperatursumme. *Stickstof.* 7(82): 284-288. In 李 및 尹, 1978.
8. Thomas, H., and I.B. Norris. 1981. The influence of light and temperature during winter on growth and death in simulated swards of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Sci.* 36: 107-116.
9. Vetter, H. and K. Fruchtenicht. 1972. Besonderheiten der Harnstoff-düngung. *Kali-Briefe.* 11 Fachgeb. 8. 3. Folge. 9. In 李 및 尹, 1978.
10. Whitehead, D. C. 1975. Influence of light and temperature. *The Grassl Res. Inst. Rept. Hurley, Bull.* 48, 16: 67-72, 25: 108-119.
11. Wilkinson, J.M. 1984. Milk and meat from grass. *Granada Technical Books. London.* p. 16-20.
12. 金東岩 外 15人. 1987. 草地學總論. 제5장 초지의 기후환경, 제12장. 초지의 관리. 先進文化社, 서울
13. 徐成, 韓永春, 李種京, 朴文深. 1988. 牧草의 月別, 季節別 生産性에 關한 研究. I. Orchardgrass優占 混播草地에서 牧草의 生育과 季節 生産性. *韓畜誌* 30(2): 130~136
14. 李仁德, 尹益錫. 1978. Timothy 草地에 있어서 春季의 窒素施肥時期가 牧草收量에 미치는 影響. *韓畜誌*, 20(4): 383~389