

放牧利用 混播草地에서 窒素肥料施用이 植生構成과 乾物生産에 미치는 影響

尹淳康, Andrea Dyckmans*, Ernst Zimmer*

Effects of Differentiated N Rates on Botanical Composition and Dry Matter Production of Herbage in White Clover(*Trifolium repens*) / Grasses Sward under Grazing Utilization.

Sun Gang Yun, Andrea Dyckmans*, and Ernst Zimmer*

Summary

The more N fertilizer, the more grass proportion (58 %, 240 kg N/ha) and the less white clover (*Trifolium repens*) (6 %, 240 kg N) under grazing utilization. The proportion of white clover was maintained about 27 % at 60 kg N/ha/yr and weed proportion was reached 33 %. Under the condition of differentiated N rates, the proportion of white clover was ranged from 10 to 36 % at 20 kg N/ha/cut which was allocated after every grazing and it probably dependent on differentiated N rates rather than total amounts of N applied annually.

53-74 % of total dry matter yield were concentrated at 1st and 2nd growth under grazing system and there were no great differences in dry matter yield at 3rd, 4th, and 5th growth in comparison with the variations of N rates. There was very significant relationship between the proportions of white clover and the amounts of N uptaken by herbage upto 180 kg N/ha. About 138 kg N/ha were uptaken by herbage without N fertilizer but only with white clover (31 %) as a substitute of N.

In the amounts of crude fiber and crude protein by differentiation of N fertilizer, there were no any great variations and liveweightgain during grazing periods was reached 1583 kg liveweight/ha.

I. 緒 論

다수 낙농 국가에서 空中 窒素利用率 향상을 위한 苜科牧草로 많이 선택되어 보급된 white clover(*Trifolium repens*)는 상당량의 空中窒素를 固定할 뿐 아니라 放牧型 草地에 적응성이 강한 장점을 갖고 있다^{1,2}. White clover에 의하여 固定된 窒素의 일부는 동반된 禾本科牧草에 利用되어지며, 刈取 또는 放牧 後 죽은 nodule 속에 질소는 土壤에 환원되어지고 있음이 밝혀져서 질소 공급원으로써의 white clover에 역할이 구체적으로 評價되어지고 있다

3,4,17. 그러나 混播 草地에서 苜科牧草의 植生構成은 주변 환경인자에 依存되며^{8, 12, 15} 이들 인자들의 強度에 따라 窒素固定도 顯著的 影響을 받게된다. 특히 無機窒素 肥料은 white clover의 nodulation을 장애하며 따라서 nodule 속에 nitrogenase의 活性을 減少시키는 結果를 招來한다¹⁸. 施用된 또는 無機化되어진 土壤 無機窒素와 苜科牧草에 의한 이들의 吸收 利用에 대한 연구는 미흡한 실정이지만 苜科牧草의 生育이 微弱하고 따라서 nodulation이 旺盛하지 못한 生育初期에 제한된 水準의 窒素 肥料 供給은 初期生育을 阻害하고 nodulation을 活

畜産試驗場(Livestock Exp. Sta. RDA, Suweon, 440-350, Korea)

*獨逸聯邦共和國 農業研究機構 草地研究所(Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung, FAL, Federal Republic of Germany.)

性화하게 하여 乾物收量 增加가 얻어졌음이 보고된 바 있다^{13,14}. 또한 Reid¹⁵는 질소비료 대체용으로 썬의 white clover에 장점을 究明하기 위한 試驗에서 21%의 窒素肥料 結晶효과를 white clover의 질소고정에 의하여 얻을 수 있었음을 보고하였다.

本 試驗은 放牧利用 混播草地에서 相異한 水準의 無機窒素施用이 苜科牧草 植生構成과 牧草生産에 미치는 影響을 이해하고 混播草地에서 적정 苜科牧草의 植生比率를 維持하는데 要求되는 窒素施用量을 추정하기 위하여 실시되었다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗圃場

本 試驗은 1989년 서울 연방농업 연구기구(FAL) 산하 草地 및 飼料作物 연구소의 試驗圃場에서 실시되었고 本 圃場은 1978년 造成된 양주시로써 播種된 草種은 meadow fescue (*Festuca pratensis*), perennial ryegrass (*Lolium perenne*), timothy (*Phleum pratense*), red fescue (*Festuca rubra*), Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*), brown bent (*Agrostis alba*), 그리고 white clover (*Trifolium repens*)로써 播種量은 各各 6.0, 4.0, 2.0, 1.5, 1.5, 1.0 및 6.0 kg/ha 였다. 本 圃場 모양의 理化學的 特性은 Table 1과 같다.

Table 1. Physical-chemical properties of soil.

| T-N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | O.M. | pH(KCl) | Sand | Silt | Clay |
|-------|-------------------------------|------------------|------|---------|------|------|------|
| --- | ppm | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| % | | % | | | | % | |
| 0.095 | 233 | 225 | 3.48 | 5.61 | 62.6 | 33.1 | 4.3 |

2. 施肥量 및 施肥方法

窒素肥料 (calcium ammonium nitrate, CAN; N 26%)를 0, 60, 120, 180, 240 kg N/ha 水準으로 하였으며 施用量은 Table 2와 같고 施肥方法은 牧草生育時期에 따라 差等分施하였다. 인산과 가리는 각각 50 kg과 100 kg/ha을 牧草生育 初期에 全量施用하였다.

3. 收量測定, 放牧 및 分析

6 개의 窒素肥料 處理區 (169 m²)로 構成된 各 放

牧區 (1,014 m²)는 4 反復 (4,056 m²)으로 조사되었다. 乾物收量은 放牧 前에 各 處理區로 부터 10m² 면적을 刈取하여 조사하였다. 刈取된 生草중 一部를 105°C에서 24시간 건조 후 乾物收量을 測定하였고 一部는 65°C에서 48시간 건조 후 分쇄하여 (<1mm) 分析用 試料로 利用하였다. 刈取 후 餘분의 牧草는 6두의 育成牛로 5~7일 放牧하였으며 放牧 前後에는 家畜의 體重을 測定하여 增加된 體重을 조사하였다. 放牧 直後 그리고 翌晨 牧草生育이 부진할 때는 방목을 中止하지 않았으며 다른 粗飼料를 供給하였다. 放牧 後 배설된 가축분은 곧 바로 제거되었고 Table 2와 같이 窒素肥料은 分施되었다. 粗蛋白質 含量은 Kjeldahl法¹⁶, 粗纖維含

Table 2. The levels and the allocations of nitrogen fertilizer.

| Levels of N fertilizer (kg N/ha) | Allocations of N fertilizer (kg N/ha after every grazing) | | | | | |
|----------------------------------|---|----|----|----|----|----|
| 0 N | — | | | | | |
| 60 N | 20* | 0 | 20 | 0 | 20 | 20 |
| 120 N | 30* | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 180 N | 45* | 45 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 240 N | 60* | 60 | 40 | 40 | 40 | 40 |

* before the beginning of herbage growth.

量은 변형된 Weender法¹⁷에 따라 分析되었다.

4. 灌 水

한발에 의한 苜科牧草 窒素固定力의 피해¹⁸를 줄이기 위하여 試驗圃場에 tensiometer를 土壤 30cm 깊이에 설치하였고 토양수분장력이 30cm bar 이상 될 때는 관수되었다.

5. 氣象概況

試驗 수행년도의 氣象은 牧草生育이 시작된(T.S. 200)⁹ 3月 부터 4月 까지는 강우량이 충분하였으나 하절기 동안에는 건조한 기온이 지속되는 日數가 많았고, 따라서 灌水日數도 많았다.

III. 結果 및 考察

1. 植生構成과 窒素施用量

라나 分施量 60kg 水準에서는 1.5-12% 범위에 達하였다. 이로써 混播草地에서 white clover 構成比率는 연간 窒素施用量보다 分施되는 窒素量에 더욱 影響을 받는다고 生覺되어진다.

2. 乾物收量과 牧草植生構成 比率

1次와 2次 乾物收量이 연간 총건물수량의 53-74%로 큰 비중을 차지하였고(Fig. 3) 3, 4, 5次收量은 窒素肥料 水準에 따라 큰 차이가 없었다.

연간 乾物收量(Fig. 4)은 ON, PK區에서 4.33, 4.70 t DM/ha로써 240 N 區에 比較할 때 48, 53%에 達하였다. 또한 60 N 區에서는 64%에 해당되는 5.71 t DM/ha 이었는데 이때의 white clover 構成比率(27%)을 감안할 때 相當量의 窒素가 60 kg N/ha 施用 하에서도 white clover의 窒素固定에 의하여 固定, 供給되어 乾物生産에 기여한 것으로 生覺되어진다.

120 N과 180 N과의 乾物收量 差異는 0.2 t DM/ha에 불과하였고 240 N 區에서는 8.90 t DM/ha에 達하였다. 그러나 240 N 區에서의 white clover 構成比率이 6%에 불과하였고 禾本科牧草 比率이 58%였음을 고려할 때 乾物生産에 關여한 窒素分의 相當量이 施用된 窒素肥料로부터 유래된 것으로 生覺되어진다.

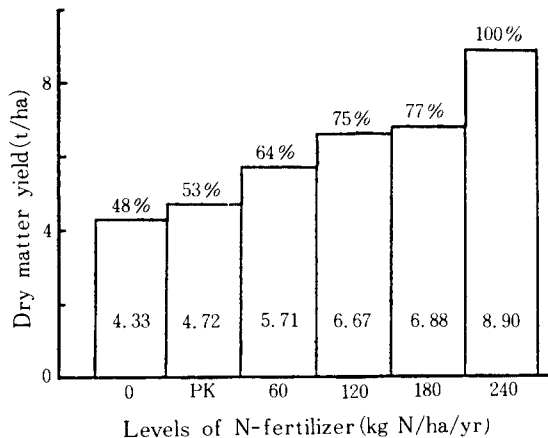


Fig. 4. Annual dry matter yields and relative yield indices (%) from mixture applied differentiated N-fert. rates under grazing system.

3. 窒素吸收量 및 牧草粗成分

各 窒素肥料 處理區에서 white clover 構成比率과 牧草中 窒素含量 사이에는 窒素施用量 180 kg/ha 내에서 高度의 유의 상관계수를 보였다(Fig. 5).

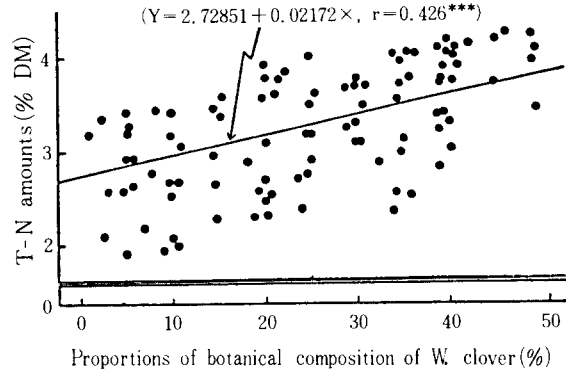


Fig. 5. Relationship between T-N content in herbage and the proportion of bot. composition of W. clover in mixed sward under the condition of grazing system (range of N-fertilizer: 0-180 kg N/ha).

豆科牧草는 生育에 有効性이 높은 生物學的 窒素(-2NH₃)를 固定, 利用할 뿐 아니라 土壤中 無機窒素를 吸收하여 vacuole 內에 NO₃-N를 蓄積하게

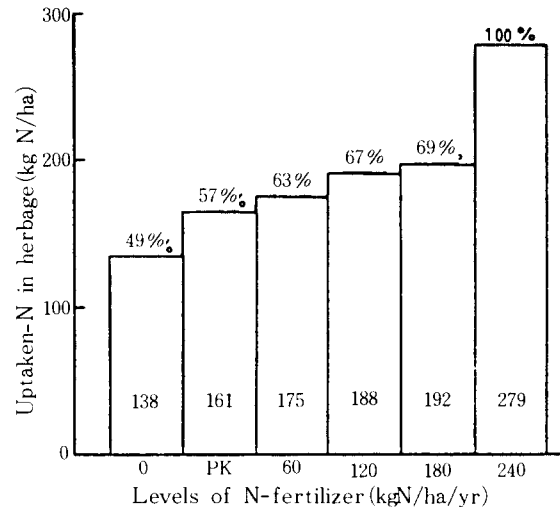


Fig. 6. Relative N yield indices (%) and the amounts of N uptake by herbage grown at differentiated N-fertilizer rates under grazing system.

Table 3. Crude fiber and nitrogen yields in herbage grazed under differentiated nitrogen fertilizer rates.

| N applied (kg N/ha/yr) | Crude fiber (% DM) | T-N in herbage (% DM) | Crude protein | | Apparent N recovery (%) |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|------------|-------------------------------|
| | | | (% DM) | (kg Cp/ha) | |
| 0 | 19.43 | 3.35 | 21.04 | 861.9 | - |
| P. K. | 18.23 | 3.59 | 22.44 | 988.7 | - |
| 60 | 19.30 | 3.32 | 20.89 | 1,062.9 | 62.5 |
| 120 | 19.74 | 3.08 | 19.23 | 1,114.8 | 41.7 |
| 180 | 19.72 | 3.06 | 19.13 | 1,168.8 | 30.1 |
| 240 | 20.24 | 3.40 | 21.24 | 1,719.0 | 59.1 |

된다. 따라서 苜科牧草 比率이 높을때는 牧草中에 全 窒素含量도 同時에 增加된다. 反面 窒素施用量이 많을때는 禾本科牧草의 生育이 乏弱되며, 이들은 施用된 窒素를 吸收, 利用하게 된다.

牧草에 의하여 吸收된 窒素量(Fig. 6)은 ON 區에서 138 kg N/ha 였다. 그러나 원래 土壤中 全 窒素含量이 0.095% 로써 土壤無機化 作用에 의하여 供給될 수 있었던 窒素量은 牧草生育에 제한적인 양에 불과하였을 것을 감안할 때 이 양은 全적으로 white clover의 窒素固定에 의하여 供給되어진 것으로 生覺되어진다. 인산 가리만 施用된 P. K.區에서는 ON區에 비하여 23kg 많은 161kg N/ha 였고, 60N, 120N, 180N, 區에서는 施用된 窒素量에 비하여 吸收된 窒素量의 差가 적었다. 그러나 white clover의 植生比率과 ON區에서의 窒素吸收量에 비추어볼 때 60N 區에서의 窒素吸收量 175 kg N/h 중에는 상당량이 white clover 窒素固定에서 유래되어졌고 施用된 窒素効率(Table 3)도 높았던 것으로 생각되어진다.

牧草中에 粗蛋白質, 粗纖維含量(Table 3)은 窒素施用量別 差가 없었고 ON區와 240N 區에서의 粗蛋白質含量은 21%로써 240kg/ha 施用하에서의 粗蛋白質含量 增加效果는 없었다.

4. 家畜生體重

平均 體重 400kg (360-447kg)에 達하는 育成牛로 실시된 年 放牧期間은 88日이었고 牧草生育 상태를 고려하여 放牧 直後 그리고 生育이 弱한 時期에 放牧되지 않은 期間은 85日이었다. 放牧 前·後 測定된 家畜의 體重差異로부터 얻어진 家畜 生體重

增加는 1,583kg liveweight/ha (Table 4) 였다.

Table 4. Grazing days and liveweightgain.

| Grazing* period | Grazing days | No-Grazing** days | Liveweightgain (kg /liveweight/ha) |
|------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------|
| days/yr | | | |
| 173 (2. May- 23. Oct.) | 88 | 85 | 1,583 |

* From beginning of grazing to end of grazing in year.

** No grazing days for herbage regrowth either after grazing or during summer season.

IV. 摘 要

窒素施用量이 增加할수록 禾本科牧草 構成比率은 增加되었고 反面 white clover 構成比率은 減少되었으며, 60kg N區에서의 white clover 比率은 27%가 維持되었고 雜草比率은 33%에 達하였다.

差等分施된 窒素肥料 施用量別 white clover 比率은 分施量 20kg N/ha/cut 水準에서 10-36%에 해당되었고 苜科牧草比率은 연간 施用量보다 分施되는 窒素量에 依存되는 傾向을 보였다.

乾物收量은 연간 收量의 53-74%가 1.2次 放牧 時期에 轉중되어 있었고 60N 區에서는 240N 區에 比較할 때 64%에 해당되는 5.7t DM/ha의 乾物收量이 얻어졌다.

White clover 構成比率과 牧草中에 全 窒素含量間에는 窒素施用量 180kg/ha 내에서 高度의 유의 상관관계를 보였고 牧草에 의하여 吸收된 窒素量은 ON 區에서 138 kg N/ha에 達하였다.

窒素施用量別 粗織組, 粗蛋白質含量 差異는 매우 적었고, 放牧期間 동안 增加된 家畜生體重은 1,583 kg liveweight/ha였다.

V. 引用文獻

1. Bedford, J.L. 1983. *Agronomist* 3: 2-3.
2. Brock, J.L. 1973. *J. Agr. Res.* 16: 483-491.
3. Broadbent, F.E., T. Nakaschima., and G.Y. Chang. 1982. *Agron. J.* 74: 625-628.
4. Dyckmans, A. 1987. *Das Wirtschafteigene Futter* Band. 33: 147-161.
5. Frame, J., and Newbould, P. *Occational Symp.* No. 16.
6. Hagland, J.H. 1979. *N.E.J. Exp. Agr.* 7: 45-51.
7. Hagland, J.H., and J.L. Brack 1897. *Ecosystem of the world* 17B. pp. 187-196.
8. Halliday, J., and P.S. Dater. 1976. *J. Brit. Grassl. Soc.* 31: 25-29.
9. Jagtenberg, W.D. 1966. *Stikstoff No. 52*: 216-222.
10. Laws, W. 1981. *FAL, Institute Publication.*
11. Laws, W. 1984. *FAL, Institute Publication.*
12. Marriott, C.A. 1988. *Grass and Forage Sci.* 43: 253-262.
13. Morrison, J. 1981. *Br. Grassl. Soc. Winter Meeting.* 1. 1-1. 10.
14. Morrison, J. 1983. *Occa. Symp. Br. Grassl. Soc.* No. 14: 227-231.
15. Nutman, P.S. 1976. *IBP. Camb. Univ. Press* 7: 613-623.
16. Reid, D. 1983. *J. Agr. Sci. Camb.* 100: 211-237.
17. Simpson, J.R. 1976. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 16: 863-870.
18. Whitehead, D.C. et al. 1986. *Agri. Annual Report* 85-86.