

유휴 논토양을 이용한 Reed Canarygrass의 잠재생산성에 관한 연구

I. 예취빈도에 따른 무기태 질소의 시비가 Reed canarygrass의 건물수량에 미치는 영향

이주삼 · 조익환* · 안종호 · 김성규**

The Potential Herbage Production of Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) using Uncultivated Rice Paddy.

I. The effect of mineral nitrogen fertilization according to cutting frequencies on dry matter yield in Reed canarygrass

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

Summary

The aim of this experiment was to investigate the effects of fertilizing mineral nitrogen on dry matter yield of Reed canarygrass and also to estimate proper levels of fertilizing nitrogen when uncultivated rice paddy rapidly increased these days, was used for the production of Reed canarygrass. The results are as follows.

1. Relative dry matter according to cutting frequency was appeared the highest at the 2nd cut for 3 and 4 cutting frequencies, and the 3rd cut for 5 cutting frequency. Those were 43.1, 34.0 and 34.1% respectively.
2. When using only phosphorous and potassium, the average dry matter per year and ha was between 9.0 and 12.0 tons(3, 4 and 5 cutting frequency) and the highest dry matter was shown at 5 cutting frequency.
3. In accordance to the increase in the fertilization of nitrogen, the yield of dry matter was increased and, when 30 kg/ha/cut of mineral nitrogen was added, the biggest increase rate per added nitrogen for dry matter yield per year compared to that of no fertilization of nitrogen was recorded and it was 2.7, 3.3, and 3.4 tons/ha for 3, 4 and 5 cutting frequencies respectively.
4. The efficiencies of mineral nitrogen on dry matter yield(DM kg/N kg) were the highest when 30kg nitrogen was applied particularly in 3, 4 and 5 cutting frequencies(29.7, 27.2, 22.8 DM kg/N kg). It recorded the highest of all the treatments. The efficiency was actually decreased in higher application of mineral nitrogen. The total nitrogen yield efficiency was the highest in 30kg(0.45kg and 0.48kg at 4 and 5 cutting frequency) and 60kg fertilization/ha/cut (0.46kg at 3 cutting frequency) and the decreased efficiencies appeared at fertilization of higher nitrogen.
5. Economical borders of mineral nitrogen fertilization were between 199.2 and 243.3kg/ha at 3 cutting frequency, between 253.4 and 295.9kg at 4 cutting frequency and between 302.2 and 361.3kg at 5 cutting frequency.
6. Under the condition of this experiment, the cutting frequency leading the potential production at maximum

연세대학교 문리대학(College of Liberal Arts & Sciences, Yonsei Univ., Wonju 220-701, Korea)

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

** 삼육대학교 낙농자원학과(Dept. of Dairy Resource Science, Samyook Univ., Seoul, 139-742, Korea)

이 논문은 1993년도 한국학술진흥재단의 공모과제연구비에 의하여 연구 되었음.

was 3 cutting frequency. At 3 cutting frequency, the efficiency of nitrogen utilization was higher and 15 or 16 tons of dry matter was obtained which is a level of economical border at fertilization between 200 and 240kg/ha. It was possible to obtain the maximal dry matter yield(17 tons/ha) at fertilization of lower level than 400kg/ha.

I. 서 론

최근 국민경제 규모의 확대는 식생활에 큰 변화를 초래하여 축산물의 수요는 급격히 증가되었으나, 안정적 육류공급을 위한 초식가축의 생산기반은 절대적으로 취약하여 근래에 들어서는 막대한 량의 외국산 조사료가 수입되고 있는 실정이다.

이와 같은 원인은 급격한 산업사회로의 전과과정에서 유발된 3D 기피현상과 농촌 노동력 부족에 의한 임금의 상승과 같은 사회적 요인에 의하여 이농율이 급증한 결과 값싸고 질적으로 양호한 조사료의 생산이 현실적으로 어려워졌기 때문이라고 생각된다.

한편으로 농촌 노동력 부족의 심각성은 유희농지의 증가현상으로 나타나, 1992년만 하더라도 약 85,000ha의 경작지가 유희지화되었고, 앞으로도 유희농지의 증가추세는 가속화될 것으로 전망되어 식량증산과 농지보전 및 환경보전 차원에서 유희농지의 활용방안의 수립은 시급한 문제라고 생각된다. 특히 유희농지중에서도 논토양은 점토성의 토양조건을 나타내기 때문에 작목의 선택폭은 밭토양에 비하여 극히 제한되어 있다.

그 동안 논토양에서는 벼재배 이후 보리나 호밀과 같은 맥류를 재배하는 것이 일반적 작부체계의 관행으로 인식되어 왔으나, 식생활 변화에 따른 맥류 소비의 감소, 경운과 파종 및 수확과정에서 재배경비가 많이 들고 노동력이 집중되어 작금의 농촌현실에 비추어 볼때 앞으로 논뒷그루를 이용한 맥류의 재배면적은 지금보다 훨씬 감소될 것으로 전망된다.

이와 같은 유희논토양을 효율적으로 이용하기 위해서는 재배경비와 노동력을 절감할 수 있고, 기계화작업이 쉬우며 습한 토양조건에서도 적응성이 뛰어난 다년생 목초의 도입이 바람직 하다고 생각된다.

논토양과 같은 불량환경조건에서 적응성이 높은 초종으로는 Reed canarygrass가 있는데(Klapp, 1983), Reed canarygrass는 건물생산성과 사료가치 및 영속성이 높아서 토양보전능력이 뛰어난 초종이다(이 등, 1993).

이상과 같은 Reed canarygrass의 생육특성때문에 최근들어 그 재배가치가 높히 평가되고 있으나, 종자의 채취가 어렵고, 발아와 초기생육이 늦으며, 소화율이 낮고(Frame과 Morrison, 1991), alkaloid를 함유하고 있어 가축의 채식기호성이 낮은 결점을 가지고 있다(Marten과 Jordan, 1974). 그러나 최근들어 alkaloid 함량이 낮은 품종이 육종, 보급되어(Hovin과 Marten, 1983; Kalton등, 1989), 앞으로 여러가지 환경조건에서 Reed canarygrass의 재배기술이 확립될 경우 그 재배면적은 더욱 확대될 것으로 기대된다(이 등, 1993).

한편 화분과 목초의 건물생산을 위한 무기태 질소의 과다시비는 식생구성과 토양의 이화학적 성질의 변화에 영향을 미치며, 식물체에 의한 질산태 질소의 집적 및 양분의 용탈에 의한 환경 오염을 일으키는 등의 문제점을 갖고 있으나, 적절한 무기태 질소의 시비는 유희논토양에서 기대하는 조사료의 생산증대에 부응할 수 있고 환경오염을 감소시켜 경제적인 조사료의 생산에 크게 이바지할 수 있다고 생각된다.

목초는 예취후 재생산에 의하여 건물수량이 이루어 지므로 예취빈도에 따른 무기태 질소의 시비반응에 재배조건에 따라서 큰 차이를 나타낸다(Schechtner, 1979). 즉, 예취빈도에 따른 재생 기간과 양분수탈량의 차이는 조사료의 품질과 최종축산물의 생산에 미치는 영향이 크므로 경제적인 시비관리는 무엇보다도 중요하다고 생각된다.

이상의 관점에서 본 연구에서는 유희논토양을 이용하여 Reed canarygrass를 재배하였을 때, 예취빈도와 무기태 질소의 시비가 건물수량에 미치는 영향을 조사하여, Reed canarygrass의 잠재생산성을 최대한 발휘할 수 있는 예취빈도와 경제적 질소시비수준을 추정하고, 질소이용효율을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 경기도 미금시 삼패동 미금농장의 논토양에 조성된 Reed canarygrass(var. Venture)의 영년채

초지에서 실시되었다.

실험구 면적은 처리당 4m²(2m × 2m)로 하였고, 주구(主區)에는 연간 예취회수를 3, 4 및 5회로 한 3수준의 예취빈도를, 세구(細區)에는 예취시마다 ha당 질소(요소)를 성분량으로 0, 30, 60, 90 및 120kg을 시비한 5수준의 무기태 질소시비구를 설정하여 3반복의 분할구 시험법으로 배치하였다. 인산과 칼리는 전 실험구 면적에 ha당 200kg과 240kg을 밑거름으로 시비하였다.

조사는 예취빈도별로 각 예취시기에 단위면적당의 생초수량을 측정한 후, 이들 중 일부(약 500g)를 건조기내에서 80℃, 48시간 건조후 건물수량을 구하여 단위면적당의 건물수량을 산출하였다. 또한 건물수량의 일부는 분쇄하여 전 질소함량(AOAC, 1980)을 구

하였고, 단위면적당 전 질소량을 산출하였다.

한편 예취빈도별 질소시비수준에 따른 건물수량의 시비반응곡선을 응용하여 한계질소시비수준(limiting N level)과 경제적 질소시비수준(economic N level)을 추정하였으며, 질소이용효율은 건물생산효율(DM kg/kg N)과 전질소량(TN kg/kg N)으로 평가하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 예취빈도별 질소시비수준에 따른 건물수량

예취빈도별 질소시비수준에 따른 건물수량의 변화를 나타낸 것이 Table 1 이다.

Table 1. Effect of mineral nitrogen fertilization on dry matter yield of Reed canarygrass in different cutting systems.

| Cutting frequency | N level (ha/cut) | Dry matter yield(ton/ha) | | | | | Total |
|-------------------|------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| | | 1st cut | 2nd cut | 3rd cut | 4th cut | 5th cut | |
| 3 Cuttings | 0 kg | 2.93 ^c | 4.64 ^b | 2.89 ^c | | | 10.46 ^c |
| | 30 kg | 3.20 ^c | 5.88 ^{ab} | 4.06 ^b | | | 13.14 ^b |
| | 60 kg | 3.86 ^b | 6.29 ^a | 5.12 ^a | | | 15.27 ^a |
| | 90 kg | 3.80 ^b | 7.24 ^a | 5.19 ^a | | | 16.23 ^a |
| | 120 kg | 4.58 ^a | 6.99 ^a | 5.34 ^a | | | 16.91 ^a |
| | \bar{x} | 3.67 ^c | 6.21 ^a | 4.52 ^b | | | |
| 4 Cuttings | 0 kg | 1.83 ^d | 3.08 ^d | 3.03 ^b | 1.97 ^b | | 9.91 ^c |
| | 30 kg | 2.33 ^c | 4.03 ^{cd} | 4.16 ^{ab} | 2.66 ^{ab} | | 13.18 ^b |
| | 60 kg | 2.59 ^{bc} | 4.76 ^{bc} | 4.67 ^a | 2.66 ^{ab} | | 14.68 ^{ab} |
| | 90 kg | 3.15 ^a | 5.04 ^{ab} | 4.08 ^{ab} | 2.47 ^{ab} | | 15.10 ^{ab} |
| | 120 kg | 2.94 ^{ab} | 6.33 ^a | 4.47 ^a | 2.79 ^a | | 16.53 _a |
| | \bar{x} | 2.57 ^b | 4.72 ^a | 4.08 ^a | 2.51 ^b | | |
| 5 Cuttings | 0 kg | 1.21 ^c | 2.88 ^c | 4.60 ^a | 2.48 ^b | 0.83 ^a | 12.00 ^b |
| | 30 kg | 1.40 ^{bc} | 4.33 ^{bc} | 5.58 ^a | 2.87 ^{ab} | 1.23 ^a | 15.41 ^a |
| | 60 kg | 1.45 ^{bc} | 5.47 ^{ab} | 5.22 ^a | 2.77 ^{ab} | 1.29 ^a | 16.20 ^a |
| | 90 kg | 1.63 ^{ab} | 6.12 ^a | 5.92 ^a | 3.20 ^a | 1.14 ^a | 18.01 ^a |
| | 120 kg | 1.77 ^a | 6.44 ^a | 5.89 ^a | 3.00 ^{ab} | 1.15 ^a | 18.25 ^a |
| | \bar{x} | 1.49 ^c | 5.05 ^a | 5.44 ^a | 2.86 ^b | 1.13 ^c | |

Mote. Moans seperation within a column by Multiple Range Test, 5% level.

The same letters show non-significant difference at the 5% level.

① 3회 예취구

1번초에서는 질소시비수준이 높아짐에 따라 건물수량은 120kg/ha 수준의 4.58ton/ha까지 직선적으로 증가하여 다른 시비수준의 건물수량보다 유의하게 많았다.

2번초의 건물수량은 90kg/ha 수준까지 증가하였으나 120kg/ha 수준에서는 저하하였으며, 60~120kg/ha의 시비수준에서는 건물수량의 유의한 차이가 인정되지 않았다.

3번초에서는 60~120kg/ha 수준까지 완만한 건물수량의 증가경향을 나타내었으나 시비수준간에는 유의차가 인정되지 않았다.

예취번호간 건물수량을 비교하면 1번초는 시비수준 평균 3.67ton/ha, 2번초는 6.21ton/ha 그리고 3번초는 4.52ton/ha를 나타내어, 2번초의 건물수량이 가장 많았고 다음으로는 3번초와 1번초의 순이었다.

② 4회 예취구

1번초에서는 90kg/ha 수준까지 건물수량이 증가하였으나 120kg/ha 수준에서는 감소하였고, 2번초에서는 120kg/ha 수준까지 직선적으로 증가한 반면에, 3번초에서는 30~120kg/ha 수준까지 건물수량의 차이가 인정되지 않았다. 또한 4번초에서는 120kg/ha 수준에서 다른 시비수준의 건물 수량보다 많은 2.79ton/ha를 나타내었으나 30~90kg/ha 수준간에서는 건물수량의 유의한 차이가 인정되지 않았다.

예취번호별 건물수량은 1번초가 시비수준 평균 2.57ton/ha, 2번초가 4.72ton/ha, 3번초가 4.08ton/ha 그리고 4번초가 2.51ton/ha를 나타내어, 2번초와 3번초의 건물수량이 1번초와 4번초의 건물수량보다 유의하게 많았다.

③ 5회 예취구

1번초의 건물수량은 120kg/ha 수준까지 증가하였는데, 특히 90kg/ha와 120kg/ha의 건물수량은 무시비구보다 유의하게 많았다.

2번초의 건물수량에서도 시비수준이 증가함에 따라서 120kg/ha까지 증가하였는데, 90kg과 120kg/ha 수준의 건물수량은 6ton/ha를 초과하여 무시비구보다 2배 이상의 건물수량을 나타내었다. 3번초의 건물수량은 시비수준간에 유의한 차이는 인정되지 않았으나, 무시비구의 건물수량은 4.6ton/ha를 나타내어 다른 예취번호의 무시비구보다 건물수량이 훨씬 많

았다. 4번초의 건물수량은 90kg/ha 수준까지 증가하였으나 120kg/ha 수준에서 감소되었는데, 90kg/ha 수준의 건물수량은 3.2ton/ha으로 무시비구의 2.48ton/ha 보다 유의하게 많았다. 5번초의 건물수량은 모든 시비수준간에 유의한 차이가 인정되지 않았다.

예취번호별 건물수량은 시비수준 평균 2번초의 5.05ton/ha과 3번초의 5.44ton/ha이 다른 예취번호보다 유의하게 많았고, 다음으로는 4번초의 2.86ton/ha, 그리고 1번초와 5번초는 1.49ton/ha과 1.13ton/ha의 건물수량을 나타내었다.

④ 예취번호별 연간건물수량

3회 예취구의 건물수량은 시비수준이 높아짐에 따라서 90kg/ha 수준까지는 직선적으로 증가하였으나 그 이상의 시비수준에서는 둔화되는 경향을 나타내었다. 시비수준별로는 360kg/ha 수준에서 16.9ton/ha으로 건물수량이 가장 많았으나, 180kg 과 270kg/ha 수준간에는 유의차가 인정되지 않았다. 또한 90kg/ha 수준에서는 13.1ton/ha, 무시비구에서는 10.5ton/ha의 건물수량을 나타내어 다른 시비수준보다 연간 건물수량이 유의하게 적었다.

4회 예취구의 연간 건물수량은 시비수준이 높아짐에 따라서 480kg/ha 수준까지 증가하여 16.5ton/ha를 나타내었으나, 240~480kg/ha 수준간의 건물수량은 유의차가 없었으며, 무시비구는 9.91ton/ha의 연간 건물수량을 나타내어 다른 질소시비수준보다 유의하게 적었다.

5회 예취구에서도 연간 건물수량은 시비수준이 높아짐에 따라서 증가되었는데, 150kg~600kg/ha 수준간의 연간 건물수량은 무시비구보다 유의하게 많았다. 특히, 450kg과 600kg/ha 수준의 연간 건물수량은 18.0ton/ha 이상이었다.

예취번호에 따른 무질소시비시에 연간 건물수량은 5회 > 3회 > 4회 예취구의 순으로 많았다.

2. 예취번호별 예취번호의 평균 상대수량

예취번호별 질소시비수준 평균 예취번호의 상대수량은 표 2와 같다.

3회 예취구에서는 1번초가 25.6%, 2번초가 43.3%, 3번초가 31.1%를 나타내어, 2번초의 상대수량이 가장 높았다. 4회 예취구의 1번초는 18.5%, 2번초는

34.0%, 3번초는 29.4%, 4번초는 18.1%를 나타내어 2번초 > 3번초 > 1번초 > 4번초의 순으로 상대수량이

높았으며, 5회 예취구에서도 2번초와 3번초의 상대수량이 가장 높았다.

Table 2. Mean relative dry matter yield(%) at each cut.

| | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 5th | Total |
|------------|------|------|------|------|-----|-------|
| 3 Cuttings | 25.6 | 43.3 | 31.1 | | | 100.0 |
| 4 Cuttings | 18.5 | 34.0 | 29.4 | 18.1 | | 100.0 |
| 5 Cuttings | 9.4 | 31.0 | 34.4 | 18.1 | 7.1 | 100.0 |

3. 예취빈도별 질소시비수준에 대한 건물수량의 반응

예취빈도별 질소시비수준에 대한 건물수량의 반응을 나타낸 것이 표 3이며, 이를 그림으로 나타낸 것이 그림 1, 2, 3이다.

경제적 한계수량(marginal DM yield)을 나타내는 질소이용효율(kg DM/kg N)의 범위는 3회 예취구에서 16~12kg, 4회 예취구에서 12~10kg, 5회 예취구에서 10~8kg으로, 예취빈도가 높아짐에 따라서 그 범위는 작아졌다.

경제적 시비수준(economic N level)의 범위는 3회 예취구에서 199.2~234.3kg/ha, 4회 예취구에서 253.4~295.9kg/ha, 그리고 5회 예취구에서 302.2~361.3kg/ha를 나타내어, 예취빈도가 높아짐에 따라서 경제적 시비수준도 높아졌으며, 이때 얻어지는 경제적 한계수량은 3회 예취구에서 15.4~16.0ton/ha, 4회 예취구에서 14.6~14.8ton/ha, 5회 예취구에서 16.8~17.2ton/ha을 나타내어, 5회 예취구에서 경제적한계수량이 가장 많았다.

또한 한계시비수준(limiting N level)은 3회 예취구에서 375.5kg/ha, 4회 예취구에서 508.6kg/ha, 그리고 5회 예취구에서 597.7kg/ha으로 추정되어 예취빈도

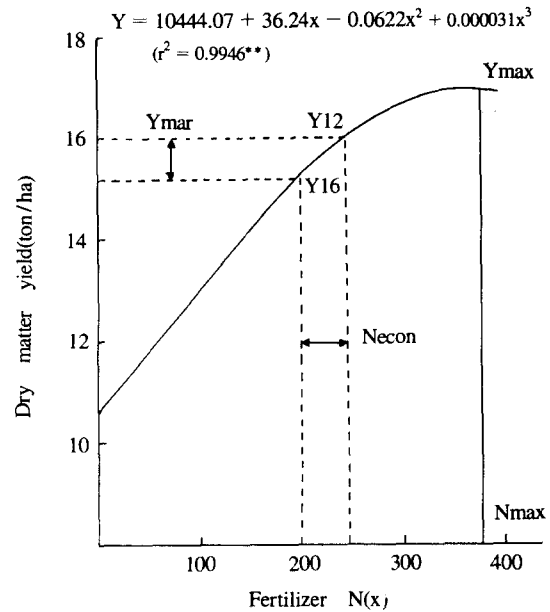


Fig. 1. Dry matter yield response of Reed canarygrass

sward to nitrogen fertilization levels in 3 cuttings.

Note. Ymar : ranges of marginal dry matter yield

Necon : ranges of economic N levies

Y16 - 12 : dy / dx = 16 - 12 kg DM / kg N

Ymax : maximum dry matter yield

Nmax : limiting N level

Table 3. Economical border, economic N level, marginal dry matter yield, limiting N level and mazimum dry matter yield in each cutting.

| Cuttings | Economical border (kg DM/kg N) | Economic N level (Necon. kg/ha) | Marginal DM yield (Ymar. ton/ha) | Limiting N level (Namx. kg/ha) | Maximum DM yield (Ymax. ton/ha) |
|----------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 3 | dy/dx = 16~12 | 199.2~234.3 | 15.4~16.0 | 375.5 | 16.92 |
| 4 | dy/dx = 12~10 | 253.4~295.9 | 14.6~14.8 | 508.6 | 17.04 |
| 5 | dy/dx = 10~8 | 302.2~361.3 | 16.8~17.2 | 597.7 | 18.39 |

가 높아짐에 따라서 높아졌으며, 이때 얻어지는 최대 건물수량(maximum DM yield)은 3회 예취구에서 16.9ton/ha, 4회 예취구에서 17.0ton/ha, 그리고 5회

예취구에서 18.4ton/ha를 나타내어 예취빈도가 높아짐에 따라서 최대건물수량은 증가되었다.

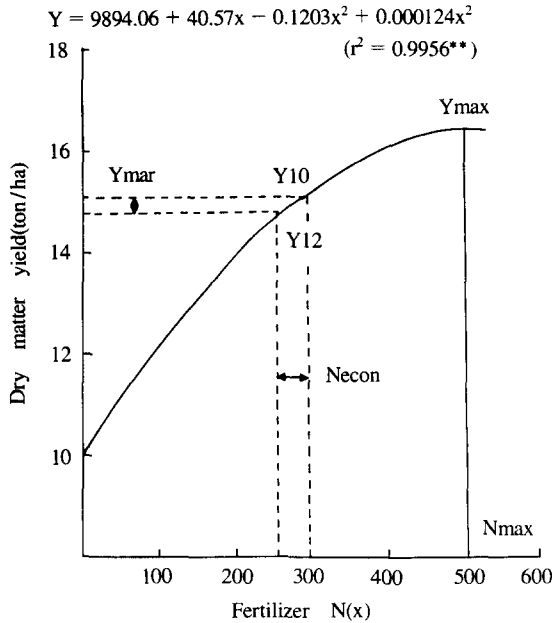


Fig. 2. Dry matter yield response of Reed canarygrass sward to nitrogen fertilization levels in 4 cuttings.
 Note. Ymar : ranges of marginal dry matter yield
 Necon : ranges of economic N levles
 Y12 - 10 : $dy / dx = 12 - 10 \text{ kg DM / kg N}$
 Ymax : maximum dry matter yield
 Nmax : limiting N level

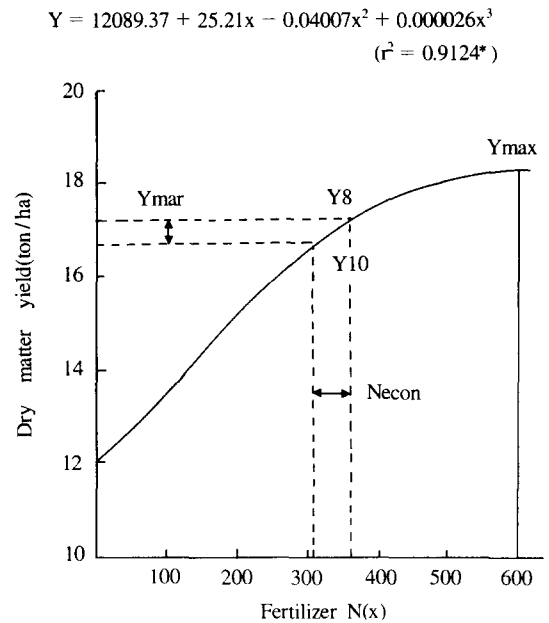


Fig. 3. Dry matter yield response of reed canarygrass sward to nitrogen fertilization levels in 5 cuttings.
 Note. Ymar : ranges of marginal dry matter yield
 Necon : ranges of economic N levles
 Y10 - 8 : $dy / dx = 10 - 8 \text{ kg DM / kg N}$
 Ymax : maximum dry matter yield
 Nmax : limiting N level

4. 질소이용효율

예취빈도별 시비수준에 따른 질소이용효율을 건물생산효율(kg DM/kg N)과 전질소량(kg TN/kg N)으로 나타낸 것이 표 4이다.

건물생산효율은 모든 예취구에서 질소시비수준이 증가됨에 따라서 저하하였다. 즉, 3회 예취구에서는 29.7~17.9kg, 4회 예취구에서는 27.2~13.8kg, 그리고 5회 예취구에서 22.8~10.4kg의 범위를 나타내었고, 시비수준 평균 3회 예취구에서는 23.9kg, 4회 예취구에서는 18.8kg, 5회 예취구에서는 15.2kg DM/kg N을 나타내어, 예취회수가 적을수록 건물생산효율은 높아졌다.

전질소량도 질소시비수준이 높아짐에 따라서 저하하는 경향을 나타내었으나 그 경향은 건물생산효율

보다 적었다. 즉, 3회 예취구에서는 60kg/ha 수준에서 전질소량이 가장 많은 0.46kg을 나타내었고, 시비수준간에는 0.46~0.33kg TN/kg N의 범위를 나타내었다. 4회 예취구의 시비수준간 전질소량은 0.45~0.33kg TN/kg N의 범위였으며, 5회 예취구에서는 0.48~0.35kg TN/kg N의 범위를 나타내었는데, 시비수준 평균 3회 예취구가 0.38kg, 4회 예취구가 0.37kg, 5회 예취구가 0.38kg TN/kg N을 나타내어 예취빈도간에는 전질소량의 차이가 인정되지 않았다.

IV. 고 찰

목초의 건물생산은 예취후의 재생산에 의한 결과이므로 예취빈도에 따라서 시비반응은 큰 차이를 나타내는데, 이는 예취후 재생기간의 장단(長短)과 시

Table 4. Efficiencies of dry matter production(kg DM / kg N) and total nitrogen yield (kg TN / kg N) to N fertilization levels in each cutting.

| | N level (ha/cut) | 3 Cuttings | 4 Cuttings | 5 Cuttings |
|------------|---------------------|------------|------------|------------|
| kg DM/kg N | 30 kg | 29.7 | 27.2 | 22.8 |
| | 60 kg | 26.7 | 19.9 | 14.0 |
| | 90 kg | 21.3 | 14.4 | 13.4 |
| | 120 kg | 17.9 | 13.8 | 10.4 |
| | × | 23.9 | 18.8 | 15.2 |
| kg TN/kg N | 30 kg | 0.38 | 0.45 | 0.48 |
| | 60 kg | 0.46 | 0.43 | 0.35 |
| | 90 kg | 0.36 | 0.35 | 0.35 |
| | 120 kg | 0.33 | 0.34 | 0.35 |
| | × | 0.38 | 0.39 | 0.38 |

비수준의 다소(多少)가 건물수량의 증가에 미치지 영향이 크기 때문이다. 따라서 화분과 목초의 잠재생산성을 평가할 경우에는 예취빈도별 질소시비수준에 대한 건물수량의 증가경향을 최대건물수량을 나타내는 한계시비수준(limiting N level)과 경제적 시비수준(economic N level) 및 질소이용효율로써 검토하여 잠재 생산성을 최대한으로 발휘할 수 있는 적정 예취빈도와 질소시비수준을 추정할 필요가 있다고 생각된다.

일반적으로 화분과 목초의 건물수량은 어느 질소시비수준까지는 증가하였다가 그 이상의 시비수준에서는 더 이상 증가하지 않는데, 최대건물수량은 연간 300~400kg N/ha의 범위에서 얻을 수 있다(李와 阿部 1984). 그러나 예취빈도가 높아질수록 최대건물수량을 나타내는 한계시비수준은 높아지지만 건물생산효율이 저하되는 경향을 나타낸다(Reid, 1978, 1986).

예취빈도별 연간 건물수량은 3회 예취구에서 시비수준간에 10.5~16.9ton/ha, 4회 예취구에서 9.9~16.5ton, 5회 예취구에서 12.0~18.3ton/ha을 나타내어, 예취빈도가 높은 5회 예취구에서 연간 건물수량이 많았는데(표 1), 이와 같은 결과는 연간 질소시비량이 많은 조건에서 2번초와 3번초의 상대수량이 65.4%로 절대적으로 높았기 때문이라고 생각된다.

일반적으로 Reed canarygrass의 적정 예취회수는 연간 3~4회 정도로 볼 수 있는데, Allison등(1992)은

Reed canarygrass 초지에서 연간 3회 예취시 4년 평균 건물수량은 질소 224kg/ha 수준에서 12.8ton/ha이었고, 448kg/ha 수준에서는 15.0ton/ha을 이었다고 하였다. 이 등(1993)은 밭토양에서 연간 3회 예취시 질소 240kg/ha을 시비하였을 때, 품종간에는 19.2~21.8ton/ha을 생산하였다고 하였다. 또한 徐와 金(1992)은 연간 4회 예취시 질소 280kg/ha 수준에서 11.5ton~12.3ton/ha의 건물수량을 얻었다고 보고하여, 예취빈도와 질소시비수준에 따라서 건물수량은 차이가 인정되었지만 4회 예취시보다 3회 예취에서 건물수량이 많았다.

Reed canarygrass에서 최대건물수량을 나타내는 질소시비수준은 연간 440kg/ha로 추정되고 있으나 질산태 질소의 집적위험이 크며(Gomm등, 1979), 224kg/ha 수준에서 질소이용효율이 가장 높고(Hanson등, 1978), 예취빈도가 높아짐에 따라서 경제적 시비수준의 범위도 높아진다(Mott, 1975; 曷와 Schechtner, 1990). 이상과 같은 조건을 고려할 때, 본 실험에서 최대건물수량을 나타내는 한계시비수준이 375.5kg/ha, 경제적 시비수준의 범위가 199.2~234.3kg/ha를 나타낸 3회 예취구가 채초지에서의 적정 예취빈도라고 생각된다. 徐와 陸(1992)도 예취빈도에 따른 저장탄수화물의 변화경향으로 볼 때 Reed canarygrass 채초지에서의 예취회수는 연간 3회가 적당하다고 하였다.

조사료의 생산비를 절감하여 경제적으로 비교우위를 갖는 낙농경영을 위해서는 경제적이고 합리적인 질소시비수준의 결정이 우선되어야 한다고 생각되는데, 이는 질소비료의 가격과 유통사료로써 목초의 가격이라고 하는 두 가지 요인에 의하여 영향을 받는다. 즉, 질소비료의 가격이 상승하거나 목초의 가격이 저하할 때 경제적 질소시비수준은 낮아진다 (Colyer 등, 1977).

Morrison 등(1980)은 질소시비에 의한 건물생산효율(kg DM/kg N)이 10kg일 때 경제적 시비수준이라고 규정하고 있으나, 목초의 건물수량과 사료가치는 예취빈도와 질소시비수준에 따라서 크게 변화되어 경제적 시비수준에 영향을 미친다(조 등, 1994). Jo (1989)는 목초의 건물수량과 사료가치의 양요인을 고려하여 예취빈도별 건물생산효율(kg DM/kg N)이 3회 예취에서 12~16kg, 4회 예취구에서 10~12kg, 5회 예취구에서 8~10kg일 때 무기태 질소의 경제적 시비수준으로 결정하는 것이 바람직하다고 보고하였다. 본 실험의 결과(표 1)를 Jo(1989)의 방법에 적용한 결과, 3회, 4회 및 5회 예취구에서 각각 199.2~243.3kg/ha, 257.4~295.9kg/ha, 및 302.2~361.3kg/ha로 추정되어, 예취빈도가 높아질수록 경제적시비수준은 증가되었다. 이상과 같은 결과는 낮은 경제적 시비수준에서 높은 질소이용효율을 얻을 수 있다는 것을 나타내어, Reed canarygrass 채초지에서는 연간 3회 예취가 건물생산에 가장 유리하다는 것을 시사하고 있다.

일반적으로 건물생산을 위한 질소이용효율의 평가는 건물생산효율(kg DM/kg N)과 전질소량(kg TN/kg N)으로 할 수 있으며, 질소시비수준과 예취빈도가 높아짐에 따라서 질소이용효율은 낮아진다(李와 阿部 1984). 건물생산효율과 전질소량은 모든 예취구에서 예취시마다 30kg/ha의 질소를 증시할 때 가장 높은 값을 나타내었고 그 이상의 질소의 증시는 질소이용효율을 현저하게 감소시켰다(표 4). 특히 3회 예취구에서 건물생산효율이 높았던 것은 다른 예취구보다 재생기간이 길어서 시비수준이 높은 조건에서도 건물생산을 위한 질소의 이용이 효율적으로 이루어졌다는 것을 의미한다고 생각된다. 또한 모든 예취구에서 전질소량의 범위는 0.33~0.48kg의 범위를 나타내어(표 4), Hanson 등(1978)의 결과보다 평균 10% 높은 값이었는데, 예취빈도간에는 큰 차이가 인정되지

않았던 것은 재생기간이 짧은 조건에서 질소시비량이 절대적으로 많은 경우 식물체내에서 전질소량의 축적이 많아 진다는 것을 의미하여 사료가치면에서 볼 때 안전성의 문제가 제기될 수 있음을 시사하였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 논토양에서 재배되고 있는 Reed canarygrass 채초지에서 잠재 생산성을 최대한으로 발휘할 수 있는 예취빈도는 연간 3회로써, 건물생산효율이 높고, 경제적 시비수준 200~240kg/ha에서 15~16ton/ha 정도의 경제적 한계수량을 얻을 수 있고 400kg/ha 미만의 한계시비수준에서 17ton/ha의 최대건물수량을 얻을 수 있다는 것이 입증되었다.

V. 적 요

본 실험은 점차 확대되어 가는 유향 논토양에 Reed canarygrass를 재배하였을 때, 예취빈도와 무기태 질소시비가 건물수량에 미치는 영향을 조사하여, Reed canarygrass의 잠재생산성의 증대를 위한 경제적이고도 합리적인 예취빈도와 질소시비수준을 추정하고자 하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 예취빈도에 따른 예취번초의 상대수량은 3회와 4회 예취구에서 2번초, 5회 예취구에서는 3번초에서 연간 건물수량의 43.1, 34.0 및 34.1%를 나타내어, 다른 예취번초에 비하여 가장 높은 상대수량을 기록하였다.

2. 무시비구(인산과 칼리만을 시용)의 연간 건물수량은 예취빈도에 따라서 9.9~12.0ton/ha의 범위를 나타내었으며, 5회 예취구에서 가장 많은 연간 건물수량을 나타내었다.

3. 모든 예취구에서 질소시비수준이 증가함에 따라서 연간 건물수량은 증가하였으나, 무기태 질소를 예취빈도별 30kg/ha으로 증시하였을 때 무질소시비구에 비해 3회, 4회 및 5회 예취구에서 각각 2.7ton, 3.3ton 및 3.4ton/ha의 가장 큰 건물수량의 증가를 나타내었다($p < 0.05$).

4. 질소시비에 따른 건물생산효율(kg DM/kg N)은 3회, 4회 및 5회 예취구의 30kg/ha 수준에서 29.7kg, 27.2kg 및 22.8kg의 가장 높은 건물을 생산하였으나, 그 이상의 질소시비수준에서의 건물생산효율은 저하

되었다. 전질소량(kg TN/kg N)에 있어서도 예취빈도 별 30kg/ha(4회와 5회 예취구)와 60kg/ha 수준(3회 예취구)에서 각각 0.45kg, 0.48kg 및 0.46kg의 높은 전질소량을 나타내었으나 그 이상의 질소시비수준에서 전질소량은 저하되었다.

5. 경제적 시비수준의 범위는 3회 예취구에서 119.2~243.3kg/ha, 4회 예취구에서 253.4~295.4kg/ha 그리고 5회 예취구에서 302.2~361.2kg/ha의 범위였다.

6. 본 실험의 조건에서 논토양에서 재배되고 있는 Reed canarygrass의 잠재생산성을 최대한으로 발휘할 수 있는 예취빈도는 연간 3회로써, 질소이용효율이 높았고, 경제적 시비수준은 200~240kg/ha에서 15~16ton/ha 정도의 경제적 한계수량을 얻었고, 400kg/ha 미만의 한계시비수준에서 17ton/ha의 최대건물수량을 얻을 수 있었다.

VI. 인용문헌

- Allison, D.W., K. Guillard, M.M. Rafey, J.H. Grabber and W.M. Dest. 1992. Response of Reed canarygrass to nitrogen and potassium fertilization. *J. Prod. Agric.* 5(4):595-601.
- A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis(13 Ed). Association of official analytical chemist. Washington D.C.
- Colyer, D., F.L., Alt, J.A. Balasko, P.R. Henderlong, G.A. Jung and V. Thang, 1977. Economic optima and price sensitivity of N fertilization for six perennial grasses. *Agron. J.* 69:514-517.
- Frame, J. and M.W. Morrison. 1991. Herbage productivity of prairie grass, reed canarygrass and phalaris. *Grass and Forage Sci.*46:417-425.
- Gomm, F.B. 1979. Accumulation of NO_3 and NH_4 in reed canarygrass. *Agron. J.* 71:627-630.
- Hanson, C.L., J.F. Power and C.J. Erickson. 1978. Forage yield and fertilizer recovery by three irrigated perennial grasses as affected by N fertilization. *Agron. J.* 70:373-375.
- Hovin, A.W. and G.C. Marten. 1983. MN-76 low alkaloid reed canarygrass germplasm. *Crop Sci.* 23:1017-1018.
- Jo, I.H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdungung auf Ertrag und Pflanzenbestand des Grünlandes im österreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bodenkultur. Wien.
- Kalton, R.R., P. Richardson and J. Schieds. 1989. Restroration of 'Venture' reed canarygrass. *Crop Sci.* 29:1327-1328.
- Klappe, E. 1983. Taschenbuch der Graser. H. Auflage Verl. Paul Parrey. Berlin und Hamburg.
- Marten, G.C. and R.M. Jordan. 1974. Significance of palatability difference *Phalaris arundinacea* L., *Bromus inermis* L., *Dactylis glomerata* L., grazed by sheep. In Intl. Grassld Congr., Proc. 12:391-397.
- Morrison, J. 1980. The influence of climate and soil on the yield of grass and its response to fertilizer nitrogen. Proc. Int. Symp. Eur. Grassld Fed. on the role of nitrogen in intensive grassland production. Wageningen. pp. 51-57.
- Mott, N. 1975. Stickstoffdungung und Weidenutzung. *Feld und Wald.* 94(10):10.
- Reid, D. 1978. The effects of frequency of defoliation on the response of perennial ryegrass sward to a wide range of nitrogen application rates. *J. Agr. Sci.* 90:447-457.
- Reid, D. 1986. The effect of frequency of cutting and nitrogen application rates on the yields from perennial ryegrass plus white clover swards. *J. Agric. Sci., Camb.* 107:687-696.
- Schechtner, G. 1979. Auswirkungen von Dungung und Nutzung auf die botanische Zusammensetzung von Dauerwiesen und Dauerwiesenneuanlagen im Alpenraum. Ber. Int. Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortgemäße und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft." Gumpenstein, 12 u. 13. 9. 1978:259-336.
- 徐成, 金在圭. 1992. Reed canarygrass의 관리 및 이용에 관한 연구. I. Reed canarygrass 4품종의 생육특성, 건물수량 및 사료가치 비교. *한초지* 12(4):232-238.
- 徐興鍾, 陸完芳. 1992. 예취빈도 및 질소시비수준이 Reed canarygrass의 저장탄수화물에 미치는 영

- 향. 한초지 12(2):89-97.
19. 李柱三, 阿部二郎. 1984. 예취빈도와 질소시비수준이 Orchardgrass 품종별 건물수량에 미치는 영향. 한축지 26(4):412-417.
20. 이주삼, 류수훈, 이경은. 1993. Reed canarygrass 품종의 건물생산성 비교. 한잔지 7(2, 3):121-127.
21. 曹益煥, Schechtner, G. 1990. 무기태 질소의 시비가 초지의 수량과 식생구성에 미치는 영향. I. 초지의 수량과 경제적 무기태 질소시비 한계. 한초지 10(2):102-109.
22. 조익환, 이주삼, 안종호. 1994. 예취빈도에 따른 무기태 질소시비가 초지의 생산성에 미치는 영향. II. 예취빈도와 질소시비에 따른 Orchardgrass의 중요성분의 변화. 한초지 14(4):투고중.