

유휴 논토양에서 Reed canarygrass의 생산성에 대한 예취빈도와 질소시비 효과

조익환 · 이주삼*

Effect of Cutting Frequency and Nitrogen Fertilization on Productivity of Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.)

Ikhwan Jo and Jusam Lee*

Summary

In this study, the optimum cutting frequency and level of mineral nitrogen fertilization were investigated for the production of Reed canarygrass in uncultivated rice paddy.

The results are summarized as follows;

1. Higher relative dry matter yields were recorded in 2nd cut of plots with 3 and 5 cutting frequencies, and 3rd cut of plot with 4 cutting frequency, respectively.
2. With no nitrogen fertilization, mean dry matter yields per year were 6.2~7.6 tons/ha and the highest yield appeared in plot with 4 cutting frequency.
3. The increased fertilization of mineral nitrogen resulted in the increased dry matter yield. Significantly higher dry matter yields than that of no nitrogen fertilization were recorded in fertilization of 90 kg nitrogen per year in 3 cutting frequency, 240 kg in 4 cutting frequency and 150 kg in 5 cutting frequency respectively.
4. Efficiency of dry matter production with nitrogen fertilization(kg DM/kg N) was higher in 30kg N/ha/cut in 3 and 5 cutting frequency, 60kg N/ha/cut in 4 cutting frequency respectively. In each cutting frequency, the higher efficiency of dry matter production appeared in 1st cut in 3 cutting frequency, and 2nd cut in 4 and 5 cutting frequency respectively.
5. Economic N level(kg/ha) was 179.5~242.3kg/ha in 3 cutting frequency, and 189.6~241.6kg/ha and 167.0~253.2kg/ha in 4 and 5 cutting frequency respectively, and marginal dry matter yields were 11.4~12.3 tons/ha, 11.2~11.8 tons/ha and 8.3~9.1 tons/ha in 3, 4 and 5 cutting frequency respectively.
6. The limiting N fertilization level to the highest dry matter were estimated to be 569.9kg/ha, 492.4kg/ha and 654.1kg/ha in 3, 4 and 5 cutting frequency respectively.

이 논문은 1997년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문임.

대구대학교 축산학과(Dept. of Animal Science, Taegu University, Kyongsan 712-714, Korea)

* 연세대학교 생물자원공학과(Dept. of Biological Resources & Technology, Yonsei University, Wonju 220-701, Korea)

I. 서 론

근래에 UR 협상과 WTO 체제의 출범으로 무한경쟁시대가 도래하여 농업에 대한 위기감이 고조되면서 영농의욕의 상실로 인한 이농율의 증가와 함께 경작지의 유희화가 급속히 진행되어 식량공급의 불안감이 크게 일고 있는데, 향후 10년동안 전체 경작지의 약 1/4인 50~60만 ha의 경지가 유희지화 될 것으로 추정된다(이 등, 1994, 이와 조, 1994).

이러한 유희 농토양을 이용하기 위한 방안의 하나로 식량증산과 농지보전의 차원에서 조사료를 값싸게 대량으로 생산하기 위하여 불량환경조건에 적응성이 뛰어나고 건물생산성이 높은 Reed canarygrass와 같은 영년생목초의 도입이 필요하다고 생각된다(Frame과 Morrison, 1991; Kalton 등, 1989; 이 등, 1993).

한편 목초나 사료작물은 경엽을 수확물로 하기 때문에 양분요구량이 많고, 多肥에 대한 저항력도 높아서 많은 시비량을 필요로 하지만 일반적으로 축산농가에서는 초지 또는 사료작물의 생산을 주로 화학비료(특히 질소)에 의존하고 있다. 그 결과 토양이

산성화되고, 호질소성 잡초의 증가 및 식물체에서의 질산태 질소의 집적과 토양에서의 용탈 등 비경제적인 시비관리가 이루어져온 것이 사실이다(Jo, 1989; Schechtner, 1979).

따라서 본 연구에서는 점차적으로 확대되어 가는 유희 농토양에서 조사료를 생산할 목적으로 Reed canarygrass를 재배하였을 때, 예취빈도와 무기태 질소시비 수준에 따른 건물수량의 변화를 조사하므로 적정 질소시비 수준을 추정하여, 유희 농토양의 농지보전 효과와 더불어 안정된 조사료의 생산기반 확대 및 생산성의 향상에 기여할 수 있는 시비기술체계를 확립시키고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 경기도 미금시 삼패동 미금농장의 농토양에 조성된 Reed canarygrass(var. Venture)의 영년채초지에서 1995년 3월부터 11월까지 실시되었다.

시험기간 중 월 평균 기온과 강수량은 Table 1과 같다.

Table 1. Monthly meteorological data during the period of growth in 1995 and the average for 30 years.

		Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
1995	Mean temperature(°C)	6.0	11.3	17.1	21.6	24.5	26.0	20.0	15.5
	Precipitation(mm)	60.6	44.4	60.6	70.7	436.1	786.6	47.2	39.3
1961~1990	Mean temperature(°C)	4.5	11.8	17.4	21.5	24.6	25.4	20.6	14.3
	Precipitation(mm)	46.7	93.7	92.0	133.8	369.1	293.9	168.9	49.4

시험이 실시된 지역의 지난 30년 월 평균기온에 비해 1995년에는 3월에만 약 1.5°C 높았고 그 외에는 큰 차이가 없었으며, 월별 강수량은 예년보다 3~6월에 약 13.9~63.1mm가 감소되었으나 시험후 반부인 7~9월에는 26.6~492.7mm가 증가되었는데 특히 8월에 가장 큰 폭의 증가를 보이고 있다.

시험구 면적은 처리당 4m²(2m × 2m)로 하였고, 주구(主區)에는 연간 예취회수를 3, 4 및 5회로 한 3 수준의 예취빈도를, 세구(細區)에는 예취시마다 ha당 무기태 질소를 0, 30, 60, 90 및 120kg을 5 수준의

시용구를 설정하여 3반복의 분할구 시험법으로 배치하였다.

예취빈도별 예취시기는 3회 예취구에서 1번초를 5월 26일, 2번초를 8월 4일, 3번초를 10월 13일에 예취하였고, 4회 예취구에서는 1번초를 5월 12일, 2번초를 6월 30일, 3번초를 9월 2일, 4번초를 10월 13일로 하였으며 5회 예취구에서는 1번초를 5월 5일, 2번초를 6월 9일, 3번초를 7월 28일, 4번초를 9월 15일 그리고 5번초를 10월 13일에 각각 예취하였다.

조사는 예취빈도별로 각 예취시기에 단위면적당

의 생초수량을 측정한 후, 이들 중 일부(약 500g)를 건조기내에서 80℃, 48시간 건조 후 단위면적당의 건물수량을 산출하였다. 한편 질소시비에 의한 건물수량 변화를 비선형 회귀곡선($Y=a \pm bx \pm cx^2 \pm dx^3$)으로 나타내어 한계 질소시비수준(limiting N level)과 경제적 질소시비수준(economic N level)을 추정하였으며, 예취시기와 빈도별 무기태 질소의 이용효율을 건물생산효율(DM kg/kg N)로 나타내었다.

III. 결 과

1. 질소시비에 의한 건물수량의 변화

예취빈도와 질소시비가 Reed canarygrass의 건물수량에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 2이다.

1) 3회 예취구

1번초의 건물수량은 무기태 질소시비수준이 증가됨에 따라서 지속적인 증가를 보였는데, ha당 60kg/cut 이상의 질소시비수준에서 무질소구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다($p < 0.05$).

예취빈도별 평균 건물수량이 가장 높았던 2번초의 건물수량(4.23ton/ha)도 1번초와 같이 질소시비로 건물수량이 증가되었고, ha당 30kg/cut 이상의 질소시비수준부터 무질소시비구와 유의하게 높은 건물수량의 차이를 나타내었다($p < 0.05$).

3번초의 건물수량도 질소시비가 증가됨에 따라서 증가되었지만 120kg/ha/cut 이상의 질소시비수준에서 무질소시비구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다($p < 0.05$).

2) 4회 예취구

Table 2. Dry matter yield of Reed canarygrass at different N level and cutting frequency.

Cutting frequency	N level (ha/cut)	Dry matter yield (t/ha)					Total
		1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	5th cut	
3 Cuttings	0 kg	1.54 ^b	2.84 ^d	2.55 ^b			6.93 ^c
	30 kg	2.42 ^b	3.62 ^c	3.37 ^{ab}			9.41 ^b
	60 kg	3.58 ^a	4.40 ^b	3.73 ^{ab}			11.70 ^a
	90 kg	3.86 ^a	5.08 ^a	3.45 ^{ab}			12.39 ^a
	120 kg	4.51 ^a	5.18 ^a	3.81 ^a			13.50 ^a
	Mean	3.18 ^b	4.23 ^a	3.38 ^b			
4 Cuttings	0 kg	0.89 ^b	2.19 ^c	3.35 ^c	1.18 ^b		7.61 ^b
	30 kg	1.45 ^b	2.85 ^{bc}	3.90 ^{bc}	1.53 ^{ab}		9.73 ^b
	60 kg	2.17 ^a	3.80 ^{ab}	4.91 ^a	1.68 ^{ab}		12.56 ^a
	90 kg	2.35 ^a	4.15 ^{ab}	4.34 ^{ab}	1.63 ^{ab}		12.47 ^a
	120 kg	2.72 ^a	4.99 ^a	5.13 ^a	1.91 ^a		14.75 ^a
	Mean	1.91 ^c	3.60 ^b	4.33 ^a	1.59 ^c		
5 Cuttings	0 kg	0.78 ^c	1.26 ^d	2.01 ^a	1.90 ^a	0.29 ^a	6.24 ^c
	30 kg	1.19 ^{bc}	2.16 ^c	2.17 ^a	2.58 ^a	0.39 ^a	8.49 ^b
	60 kg	1.74 ^{ab}	2.87 ^b	2.06 ^a	2.00 ^a	0.35 ^a	9.02 ^{ab}
	90 kg	1.89 ^{ab}	3.61 ^a	2.46 ^a	2.37 ^a	0.34 ^a	10.68 ^a
	120 kg	2.46 ^a	3.34 ^{ab}	2.49 ^a	2.19 ^a	0.23 ^a	10.71 ^a
	Mean	1.61 ^c	2.65 ^a	2.24 ^b	2.21 ^b	0.32 ^d	

Note. Means separated within a column by Multiple Range Test, 5% level.
The same letters show non-significant difference at the 5% level.

3번초에서 예취번호별 평균 건물수량이 가장 많았던 4회 예취구(4.33ton/ha)에서는 3회 예취구와 같이 모든 예취번호의 건물수량이 무기태 질소시비 수준의 증가로 지속적인 증가를 나타내었지만 1~3번초에서는 60kg/ha/cut, 4번초에서는 120kg/ha/cut 이상의 수준에서 비로소 무질소시비구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다($p < 0.05$).

3) 5회 예취구

5회 예취구에서는 예취번호별 평균 건물수량이 2번초에서 가장 높게 나타났고, 이들 예취번호와 1번초의 건물수량은 무기태 질소시비수준이 각각 30과 60kg/ha/cut 이상에서 무질소시비구 보다 유의하게 높았다($p < 0.05$). 그러나 3, 4 및 5번초에서는 무기태 질소시비구가 무비구와 건물수량에서 유의한 차이가 인정되지 않았다.

한편 2, 4 및 5번초에서는 무기태질소를 90kg/ha/cut 이상 시비시에 오히려 건물수량의 감소를 가져왔다.

4) 연간 건물수량

연간 건물수량은 3회, 4회 및 5회 예취구의 무질소시비구에서 6.24~7.61ton/ha을 나타내었는데, 4회 예취구에서 가장 많은 건물수량을 나타내었고 5회 예취구에서 가장 적었다. 무기태질소 시비구의 연간 건물수량이 6.93ton/ha을 나타내었던 3회 예취구에서는 무기태질소 시비수준이 증가됨에 따라서 연간 건물수량이 증가되었으나 예취번호별 ha당 30kg (90kg/ha/year)을 시비하였을 때, 무질소시비구 보다 유의한 연간 건물수량의 증가를 나타내었으며 ($p < 0.05$), 시비수준간 연간 건물수량의 차이도 가장 크게 나타났다(2.48ton DM/ha/year). 그러나 무기태 질소를 예취번호별 ha 당 60kg(180 kg/ha/cut) 이상으로 시비하였을 때에는 시비수준간에 유의한 증

가는 나타나지 않았다.

한편 무질소시비구에서 연간 건물수량이 가장 높게 기록된(7.61 ton/ha) 4회 예취구에서도 무기태 질소시비 수준이 높아짐에 따라서 연간 건물수량의 지속적인 증가를 나타내었지만 ha 당 연간 240kg (60kg/ha/cut)을 시비하였을 때, 무질소시비구 보다 유의한 증가를 나타내었다($p < 0.05$). 또한 시비수준간의 차이에서도 무기태 질소시비를 30kg/ha/cut에서 60kg/ha/cut으로 증시하였을 경우에 2.83ton DM/ha/year의 가장 큰 연간 건물수량 증가폭을 나타내었다.

5회 예취구에서는 질소 시비로 연간 건물수량의 증가가 지속되었으나 ha 당 연간 600kg(120kg/ha/cut)의 수준에서는 450kg(90 kg/ha/cut) 수준의 건물수량보다 단지 0.03 ton의 증가만을 보였다. 연간 건물수량은 무기태 질소수준을 연간 150kg/ha(30 kg/ha/cut) 이상으로 증시하였을 때, 무질소시비구 보다 유의하게 높은 건물수량의 차이를 나타내었으며 이 때에 시비수준간 연간 건물수량의 증가폭도 가장 크게 나타났다(2.25 ton DM/ha/year).

2. 예취번호별 예취번호의 평균 상대수량

예취번호별 예취번호의 상대수량은 Table 3과 같다.

3회 예취구에서는 1번초가 28.5%, 2번초가 38.2%, 3번초가 31.3%를 나타내어 2번초의 상대수량이 가장 높았다. 4회 예취구는 2와 3번초가 각각 31.5과 37.9%로 1(16.7%)과 4번초(13.9%) 보다 높은 상대수량을 나타내었으며, 5회 예취구에서도 4회 예취구와 마찬가지로 2와 3번초에서 각각 28.3과 24.8%의 상대수량을 나타내어 다른 예취번호보다 현저하게 높았다.

Table 3. Mean relative dry matter yield(%) at each cut.

Cuttings	1st	2nd	3rd	4th	5th	Total
3	28.5	38.2	31.3			100.0
4	16.7	31.5	37.9	13.9		100.0
5	17.8	28.3	24.8	24.5	3.6	100.0

3. 경제적 무기태 질소시비 수준

예취빈도별 무기태 질소시비 수준에 따른 건물 수량의 반응을 나타낸 것이 Table 4이다.

경제적 질소시비 수준(economic N level)은 3회 예취구에서 179.5~242.3kg/ha, 4회 예취구에서 189.6~241.6kg/ha 그리고 5회 예취구에서 167.0~253.2 kg/ha의 범위를 나타내어 예취빈도가 적은 3회 예취구에서 가장 적은 경제적 질소시비 수준을 나타내었으나, 이 때 얻어지는 경제적 한계수량은 각각 11.4~12.3ton/ha, 11.2~11.8ton/ha 및 8.3~9.1ton/ha을 나타내어 3회 예취구에서 경제적 한계수량이 가장 많았다.

또한 한계질소시비 수준(limiting N level)은 3회 예취구에서 569.9kg/ha, 4회 예취구에서 492.4kg/ha 그리고 5회 예취구에서 654.1kg/ha으로 추정되어 5회 예취구에서 가장 높았으며, 이 때 얻어지는 최대 건

물수량(maxium DM yield)은 각각 15.9 ton/ha, 14.7 ton/ha 및 10.8ton/ha을 나타내어 예취빈도가 높아짐에 따라 최대건물수량은 감소되었다.

4. 평균 건물생산 효율

예취빈도별 무기태 질소시비 수준에 따른 Reed canarygrass의 평균 건물생산 효율은 Table 5과 같다.

모든 예취구에서 무기태 질소시비로 건물생산 효율이 23.2kg DM/kg N으로 가장 높게 나타났던 3회 예취구에서는 30kg/ha/cut의 질소시비에서 가장 높은 질소이용효율의 증가폭을 보이고 있지만 시비수준이 증가됨에 따라서 건물생산효율은 감소되었다. 한편 무기태 질소시비로 평균 건물생산효율이 16.7과 10.4kg DM/kg N을 기록한, 4회와 5회 예취구에서는 각각 60과 30kg/ha/cut의 무기태질소 시비시에 20.6과 15.3kg DM/kg N으로 가장 높은 건물생산효율을 나타내었다.

Table 4. Economical N border(kg DM/kg N), economic slurry-N level(kg/ha), marginal dry matter yield(DM ton/ha), limiting slurry-N level(kg/ha) and maximum dry matter yield(ton/ha) in each cutting.

Cuttings	Economical border (kg DM/kg N)	Economic N level (N _{con} , kg/ha)	Marginal DM yield (Y _{mar} , ton/ha)	Limiting N level (N _{max} , kg/ha)	Maximum DM yield (Y _{max} , ton/ha)
3	dy/dx=16~12	179.5~242.3	11.4~12.3	569.9	15.9
4	dy/dx=12~10	189.6~241.6	11.2~11.8	492.4	14.7
5	dy/dx=10~ 8	167.0~253.2	8.3~ 9.1	654.1	10.8

Table 5. Efficiencies of dry matter production(kg DM/kg N) to nitrogen fertilization levels in each cutting.

N level (ha/cut)	kg DM/kg N		
	3 cuttings	4 cuttings	5 cuttings
30 kg	28.5	17.7	15.0
60 kg	26.6	20.6	9.3
90 kg	20.2	13.5	9.9
120 kg	18.3	14.6	7.5
Mean	23.2	16.7	10.4

5. 질소시비 시기에 따른 평균 건물생산 효율

무기태 질소시비 시기에 따른 Reed canarygrass의 평균 건물생산 효율은 Table 6과 같다.

질소이용 효율인 건물생산 효율이 평균 23.2kg DM/kg N으로 가장 높았던 3회 예취구에서는 건물

생산 효율이 1번초에서 28.5kg DM/kg N으로 가장 높았고 4회와 5회 예취구에서는 2번초에서 각각 23.7과 25.1 kg DM/kg N으로 가장 높은 평균 질소이용 효율을 나타내었다. 한편 전 예취구의 최종 예취번초에서는 질소이용 효율이 현저하게 감소되었다.

Table 6. Mean efficiencies of dry matter production(kg DM/kg N) to nitrogen fertilization times at each cut.

Cuttings	1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	5th cut	Mean
3	28.5	24.1	16.9			23.2
4	17.9	23.7	17.4	7.8		16.7
5	14.0	25.1	3.8	8.0	1.1	10.4

IV. 고찰

불량환경조건 특히, 수분이 많은 토양조건인 유희논토양에 대한 적응성이 뛰어나고 연간 건물수량이 다른 목초에 비하여 높은 Reed canarygrass는 이용의 빈도나 질소시비 수준에 따라서 양과 질적으로 잠재생산성에 현저한 차이가 있음이 보고되어 왔다 (Allison 등, 1992; 이 등, 1993와 1994; Lee 등, 1996). 본 실험의 결과에서도 예취빈도가 연간 3~5회의 경우에 6.2~7.6 ton/ha의 연간 건물수량을 나타내었고 (Table 2), 예취빈도에 따른 무기태 질소시비로 Reed canarygrass의 잠재생산력을 증가시키는데 공헌하였다(이 등, 1994; 이와 조, 1994; Lee 등, 1996). 특히, 무기태 질소를 3회 예취구에서는 연간 90kg, 그리고 4회 예취구에서는 연간 120kg 및 5회 예취구에서는 150kg으로 증시하였을 때, 무질소 시비구에 비해 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다($p < 0.05$).

목초의 계절생산성은 생육기간동안의 기상조건과 예취 후의 재생기간에 의하여 결정된다고 할 수 있다. 본 시험의 조건에서는 시험기간의 후반부인 7~9월에 강수량이 예년에 비해 훨씬 많았고(Table 1), 재생기간도 길었으며, Reed canarygrass가 더위에 강한 생육 특성때문에 연간 건물수량의 계절적 분포가 모든 예취구에서 2~3번초에서 가장 높은 상대수량을 나타내었다(Table 3). 이상과 같은 결과는 이

등(1994)의 결과와 일치한다.

일반적으로 건물생산을 위한 질소이용 효율은 건물생산 효율(kg DM/kg N)로 평가되는데, 본 시험에서는 평균 질소이용 효율이 3회, 4회 및 5회 예취구에서 각각 23.2, 16.7 및 10.4 kg으로 나타났으며, 각 예취구에서는 무기태질소를 각각 30, 60 및 30kg/ha/cut 시비시에 각각 28.5, 20.6 및 15.0kg로 가장 높은 건물을 생산하여 예취횟수가 증가됨에 따라 질소이용 효율이 저하된다는 보고와 거의 일치하고 있다 (李와 阿部, 1984).

한편 무기태 질소의 시비시기는 계절적 이용효율 및 양분유실 등과 밀접하게 관련하기 때문에 질소의 최적 시비시기를 이른 봄과 여름철이라고 보고하고 있는데(이 등, 1994), 본 시험에서도 시비시기에 따른 평균 건물생산 효율(kg DM/kg N)은 3회 예취구의 1번초, 4회와 5회 예취구의 2번초에서 각각 28.5, 23.7 및 25.1kg의 가장 높은 건물생산 효율을 나타내어 이들 시기와 거의 일치하고 있다(Table 6).

본 시험에서는 예취빈도에 관계없이 무기태 질소 시비 수준의 증가에 따라서 연간 건물수량이 증가하였지만, 5회 예취구에서 무기태 질소수준을 450kg에서 600kg으로 증시하였을 때, 0.03 ton/h의 연간 건물수량 증가만을 기록하였다(Table 2). 이는 무기태 질소의 과다시비 수준으로 수량정체는 물론 토양에서의 염기간 불균형과 양분 유실, 식물체내에 질산태

질소의 축적 및 호질소성 잡초의 증가에 따른 목초의 품질저하를 가져올 수 있음을 시사하고 있어 (Schechtner, 1979), 예취빈도에 따른 경제적이고 합리적인 적정 시용수준의 추정이 요구된다. 따라서 예취빈도에 따른 경제적 질소시비 수준 추정방법 (Jo, 1989)에 의해 경제적 연간 질소시비수준을 추정 한 결과, 3회 예취구에서 179.5~242.3kg/ha, 4회 예취구에서 189.6~241.6kg/ha 그리고 5회 예취구에서 167.0~253.2kg/ha를 나타내었다(Table 4). 이상의 결과에서 예취빈도가 낮을수록 경제적 시비수준이 낮아짐을 나타내어 낮은 경제적 시비수준에서 높은 질소이용 효율을 얻을 수 있다는 이 등(1994)의 보고와 일치하고 있다.

V. 적 요

유휴 논토양에 Reed canarygrass를 재배하였을 때, 예취빈도와 무기태 질소시비 수준의 차이가 연간 건물수량에 미치는 영향을 조사하여, Reed canarygrass의 잠재생산성의 증대를 위한 경제적이고 합리적인 적정 예취빈도와 적정 시비수준을 추정하고자 하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 예취빈도별 연간 건물수량에 대한 예취빈도의 상대수량은 3회 예취구에서 2번초, 4회 예취구에서 3번초 및 5회 예취구에서는 2번초에서 각각 39.2, 37.9 및 29.3%를 나타내어, 다른 예취빈도에 비해 가장 높은 상대수량을 기록하였다.

2. 무질소시비구의 연간 건물수량은 예취빈도에 따라서 6.2~7.6 ton/ha의 범위를 나타내었으며, 4회 예취구에서 가장 많은 연간 건물수량을 나타내었다.

3. 모든 예취구는 질소시비 수준이 증가됨에 따라서 연간 건물수량이 증가하였으나 무기태질소를 3회와 5회예취구에서는 연간 90kg(30 kg/ha/cut)과 150kg(30 kg/ha/cut), 그리고 4회 예취구에서는 연간 240kg(60 kg/ha/cut)로 증시하였을 때, 무질소시비구에 비하여 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다 ($p < 0.05$). 한편 5회 예취구에서는 무기태 질소를 450kg(90 kg/ha/cut)에서 600kg(120 kg/ha/cut)으로 증시하였을 때 연간 건물수량이 단지 0.03 ton/ha만이

증가하였다.

4. 예취빈도별 무기태 질소시비 수준에 따른 건물 생산 효율(kg DM/kg N)은 3회와 5회 예취구의 30 kg/ha/cut 그리고 4회 예취구의 60 kg/ha/cut에서 각각 28.5, 15.0 및 20.6kg으로 가장 높았다. 시비시기에 따른 평균 건물생산 효율(kg DM/kg N)은 3회 예취구에서 1번초, 4회와 5회 예취구에서는 2번초에서 각각 28.5, 23.7 및 25.1kg의 가장 높은 건물을 생산 하였다.

5. 경제적 무기태 질소시비 수준은 3회 예취구에서 179.5~242.3 kg/ha, 4회 예취구에서 189.6~241.6 kg/ha 그리고 5회 예취구에서 167.0~253.2kg/ha이었으며, 이 때 얻어지는 경제적 한계수량은 3회, 4회 및 5회 예취구에서 각각 11.4~12.3 ton/ha, 11.2~11.8 ton/ha 및 8.3~9.1 ton/ha의 범위를 나타내었다.

6. 무기태 질소시비 수준에 따른 한계 질소시비 수준은 3회 예취구에서 569.9 kg/ha, 4회 예취구에서 492.4 kg/ha 그리고 5회 예취구에서 654.1 kg/ha으로 추정되어 5회 예취구에서 가장 높았다.

VI. 참고 문헌

- 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.
- Frame, J., and M.W. Morrison. 1991. Herbage productivity of prairie grass, reed canarygrass and phalaris. *Grass and Forage Sci.*, 46:417-425.
- Jo. I.H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Pflanzenbestnd des Grünlandes im österreichischen Alpenraum. *Diss. Univ. Bodenkultur, Wien.*
- Kalton, R.R., P. Richardson, and J. Schieds. 1989. Restriction of 'Venture' reed canarygrass. *Crop Sci.*, 29:1327-1328.
- Lee, J.S., J.H. Ahn, I.H. Jo, and D.A. Kim. 1996. Effects of cutting frequency and nitrogen fertilization on dry matter yield of reed

- canarygrass(*Phalaris arundinacea* L.) in uncultivated rice paddy.
6. Long, F.N.J., and H.I. Gracey. 1990. Herbage production and nitrogen recovery from slurry injection and fertilizer nitrogen application. *Grass and Forage Sci.*, 45:77-82.
 7. Schechtner, G. 1979. Auswirkungen von Düngung und Nutzung auf die botanische Zusammensetzung von Dauerwiesen und Dauerwiesenneuanlagen im Alpenraum. *Ber. Int. Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie fuer eine standortgemäÙe und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft."* Gumpenstein, 12 u. 13. 1979:259-336.
 8. 李柱三, 阿部二郎. 1984. 예취빈도와 질소시비 수준이 Orchardgrass 품종별 건물수량에 미치는 영향. *한축지* 26(4):412-417.
 9. 이주삼, 류수훈, 이경은. 1993. Reed canarygrass 품종의 건물 생산성 비교. *한잔지* 7(2·3):121-127.
 10. 이주삼, 조익환, 안종호, 김성규. 1994. 유티 농토 양을 이용한 Reed canarygrass의 잠재생산성에 관한 연구. I. 예취빈도에 따른 무기태 질소의 시비가 Reed canarygrass의 건물수량에 미치는 영향. *한초지*. 14(4):271-280.
 11. 이주삼, 조익환. 1994. 예취빈도가 다른 조건에서 무기태 질소와 액상구비의 시용이 Reed canarygrass의 건물수량과 질소이용 효율에 미치는 영향. *한국유기성폐기물자원화협회지*. 2(2):53-63.