

유휴논토양에서 Reed Canarygrass의 최대 양분수량을 얻기 위한 질소시비와 예취관리

이 주 삼 · 조 익 환* · 안 종 호**

Harvest Management and Nitrogen Fertilization Level to Maximize Nutrient Yields of Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) in Uncultivated Rice Paddy

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

Summary

The effects of cutting frequency and nitrogen fertilization on feed values of reed canarygrass were investigated in uncultivated rice paddy and the attempt was made to estimate the economical and efficient levels of nitrogen fertilization for the increased production of nutrients in reed canarygrass.

The results are summarized as follows;

1. Crude protein(CP) content was higher at 1st cut of all treatments(12.5% in 3 cutting frequency; 19.7% in 4 cutting frequency; 22.5% in 5 cutting frequency). However, Total Digestible Nutrients(TDN) and Relative Feed Value(RFV) in 3 and 4 cutting frequencies were higher at 3rd cut(63.5%, 126.8) and 4th cut(65.7%, 146.4) respectively in which the contents of Neutral Detergent Fiber(NDF) and Acid Detergent Fiber(ADF) were lowest. In 5 cutting frequency, 1st cut showed the highest TDN and RFV as 70.5% and 232.4 respectively.
2. The level of nitrogen fertilization affected CP content of reed canarygrass. Nitrogen fertilization of 120kg/ha/cut showed high CP contents of 11.4, 14.7 and 16.5% in 3, 4 and 5 cutting frequency respectively. In 3 and 4 cutting frequency, TDN and RFV were highest with nitrogen fertilization of 90kg/ha/cut where NDF and ADF were lowest, however those in 5 cutting frequency were highest with nitrogen fertilization of 30kg/ha/cut.
3. The yields of CP varied according to the number of cutting frequency and those were 0.45~0.65 in 3 cutting frequency, 0.35~0.50 in 4 cutting frequency, and 0.19~0.67tons/ha in 5 cutting frequency respectively and TDN was 2.09~3.60, 1.64~2.77 and 0.73~2.96tons/ha respectively.
4. The ratios between the yields of CP and TDN were 5.48, 4.60 and 4.34 in 3, 4 and 5 cutting frequency respectively and it indicates lower ratio in result of higher number of cutting frequency.

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

* 대구대학교 축산학과(Dept. of Animal Science, Taegu Univ., Taegu 712-714, Korea)

** 안성산업대학교 낙농학과(Dept. of Dairy Science, Anseung Natl. Univ., 465-749, Korea)

5. Higher nitrogen fertilization increased the yields of CP and TDN. The yields of CP were higher in 5 cutting frequency as 1.55~2.62ton/ha than of 3(1.20~1.91ton/ha) and 4 cutting frequency(1.35~2.23ton/ha). The yields of TDN were 6.31~9.93, 5.99~9.99 and 7.16~10.57ton/ha in 3, 4 and 5 cutting frequency respectively.
6. The levels of nitrogen fertilization for high production efficiency of crude protein(kg CPY/kg N) was estimated as 113.4~302.5kg/ha and it resulted in 1.44~2.09ton/ha of CP yields. The levels of nitrogen fertilization for high production efficiency of dry matter was 199.2~361.3kg/ha in which nitrogen were fertilized below 400kg/ha and it resulted in 1.64~2.17ton/ha of CP yields.
7. The levels of nitrogen fertilization for high production efficiency of total digestible nutrients(kg TDNY/kg N) were 149.9~294.1kg/ha in 3 and 4 cutting frequency and it resulted in 8.66~8.89ton/ha of TDN yields. With the levels of nitrogen fertilization for high production efficiency of dry matter of 199.2~361.3kg/ha, TDN yields were high as 8.77~9.94ton/ha.

I. 서 론

최근 우리나라 낙농농가의 경영규모는 다두사육의 형태로 급속히 발전되고 있으나, 조사료 생산을 위한 경지면적이 절대적으로 협소하여 배합사료 위주의 사양형태는 갈수록 심화되고 있다. 따라서 부족되는 조사료의 확보를 위하여 막대한 양의 외국산 가공 조사료를 수입하거나 볏짚과 같은 저질 조사료를 이용하고 있는 실정이다. 그러나 한편으로는 유희경작지가 매년 증가되고 있어, 1995년도만 하여도 4만 7천ha의 경지가 유희지화 되었고(농림부, 1996), 앞으로도 유희지의 면적은 계속적으로 확대될 것으로 전망되어 식량증산과 농지보전 및 환경보호 차원에서 유희지의 활용을 위한 정부차원의 절실한 대책이 필요하다고 생각된다.

이상과 같은 상황에서 고려될 수 있는 조사료의 생산방안으로는 적극적인 산지개발을 통한 초지면적의 확대와 논 뒷그루를 이용한 청예작물의 재배로 단위면적당 수량을 높이는 일이다. 그러나 초지조성을 위한 관련법규가 많고 허가절차가 까다로워 초지면적의 확대를 위한 농민의 자발적인 참여를 기대하기 어려울 뿐만 아니라, 사육대상 가축의 경제성이 낮아서 초지면적의 확대는 현실적으로 어려운 문제라고 생각된다. 또한 논 뒷그루를 이용한 청예작물의 재배에는 넓은 면적이 요구되며, 경운과

예취 및 시비관리를 위한 노력과 경비가 많이 들고, 현재와 같이 노동력이 부족하고 인건비가 비싼 농촌 현실에서는 논뒷그루를 이용한 조사료 증산은 매우 어렵다고 판단된다. 이와 같은 조사료 생산의 어려움을 극복하기 위한 방법의 하나로 유희지중에서도 논토양과 같이 배수불량한 토양조건을 이용하여 영년생 목초를 재배할 경우, 청예작물의 재배에서 요구되는 노력과 경비를 절감할 수 있고 지속적인 조사료의 생산이 가능하므로(이 등, 1994b; Lee 등, 1996), 불량환경에 대한 적응성이 높은 초종을 도입하여 단위면적당 조사료의 생산성을 높이는 것이 중요하다고 생각된다. 유희 논토양과 같이 배수불량한 토양조건에서 적응성이 높고(Klapp, 1983), 건물생산성과 사료가치 및 영속성이 높은 초종으로 reed canarygrass를 들 수 있다(이 등, 1993; 이 등, 1994b; Lee 등, 1996).

그러나 유희논토양을 조사료의 생산기반으로 이용할 경우, 단위면적당 목초의 1차 생산력을 높여야 하고, 조사료의 품질을 높혀 2차 생산력을 증대시키는 일이므로, 이를 위한 합리적인 예취관리와 적절한 질소의 시비가 필요하다고 생각된다. 단위면적당의 건물수량을 높이기 위해 질소를 지나치게 시비할 경우, 토양의 이화학적 성질이 변화되며(昌中, 1983), 개체밀도가 감소되어 종구성이 단순화되고(佐藤 등, 1972), 식물체내에 질산태 질소가 과다하

게 집적되며(Gomm, 1979), 토양으로 부터의 양분용탈에 의하여 환경을 오염시킬 위험성이 크다(Schechtner, 1979). 특히 소화율이 낮고, 기호성이 낮은 결점을 갖고 있는 reed canarygrass의 사료가치의 향상을 위하여 경제적인 예취빈도와 시비관리가 무엇보다 중요하다고 생각된다(Marten과 Jordan, 1974; Frame과 Morrison, 1991).

이상의 관점에서 본 실험에서는 유희논토양에서 예취관리와 질소시비수준을 달리 했을 때, reed canarygrass의 사료가치의 변화에 미치는 영향을 조사하여, reed canarygrass의 양분수량을 최대로 얻을 수 있는 적정 예취빈도와 경제적 질소시비수준을 추정하려고 하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 前報(이 등, 1994b)에서 얻어진 건물수량의 결과를 이용하여 사료가치를 분석하였다. 실험

내용으로서 주구(主區)에는 연간 예취회수를 3, 4, 5회로 한 3수준의 예취빈도를, 세구(細區)에는 예취시마다 0, 30, 60, 90 및 120kg/ha의 질소(요소)를 시비한 5수준의 질소시비구를 설정하여 3반복의 분할구 시험으로 배치하였으며, 실험구 면적은 처리당 4m²(2m × 2m)으로 하였다. 인산과 칼리는 전 면적에 ha당 200kg과 240kg을 4월초에 밑거름으로 시비하였다.

예취는 3회 예취구에서 1번초는 5월 21일, 2번초는 8월 7일, 3번초는 10월 15일에 실시하였으며, 4회 예취구에서는 1번초를 5월 8일, 2번초를 7월 2일, 3번초를 8월 27일, 4번초를 10월 15일에 예취하였고, 5회 예취구에서는 1번초를 4월 30일, 2번초를 6월 11일, 3번초를 7월 30일, 4번초 9월 10일 그리고 5번초를 10월 15일에 각각 예취하였다.

1993년 실험기간과 지난 30년간의 월 평균 기온과 강수량을 나타낸 것이 표 1이다.

Table 1. Meteorological data during the growth period in 1993 and the averages for 30 years.

Growth period		Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
1993	Mean temperature(°C)	5.8	10.6	18.2	21.3	23.3	23.2	21.2	13.4
	Precipitation(mm)	29.2	85.5	135.7	198.2	424.4	197.8	56.1	15.4
1960~1990	Mean temperature(°C)	4.5	11.8	17.4	21.5	26.4	25.4	20.6	14.3
	Precipitation(mm)	46.7	93.7	92.0	133.8	369.1	293.9	168.9	49.4

실험기간중 월 평균 기온은 지난 30년간 평균에 비하여 8월에 1.8°C가 낮았으며, 강수량은 5월에 43.7mm가 많았고, 9월과 10월에는 각각 112.8mm와 34mm가 적었다.

조사는 예취빈도별로 각 예취시기에 단위면적당의 생초수량을 측정한후, 이중에서 약 500g을 취하여 80°C에서 48시간 건조한 후 단위면적당의 건물수량을 구하였고, 분쇄후 품질평가를 위한 분석시료로 사용하였다. 즉, 일반 조성분은 AOAC법(1980)으로, ADF와 NDF함량은 Georing과 Van Soest법(1970)으로 분석하였다. 또한 ADF와 NDF함량으로 부터 TDN(total digestible nutrients)과 RFV(relative feed value)는 Nahm(1992)과 Linn과 Martin(1989)의 계산식에 의하

여 다음과 같이 구하였다.

$$\text{즉, TDN} = 88.9 - (0.79 \times \text{ADF} \%)$$

$$\text{RFV} = (\text{DMD} \times \text{DMI}) / 1.29$$

$$\text{DMD(dry matter digestibility)} = 88.9 - (0.779 \times \text{ADF} \%)$$

$$\text{DMI(dry matter intake)} = 120 / \text{NDF} \%$$

또한 예취빈도별 질소시비수준에 대한 양분수량(nutrient yields)의 시비반응곡선을 이용하여 경제적 질소시비수준과 한계 질소시비수준을 추정하였다(Jo, 1989; 이 등, 1994b; Lee 등, 1996).

III. 결 과

1. 예취빈도가 reed canarygrass의 사료가치에 미치는 영향

예취빈도가 reed canarygrass의 사료가치에 미치는 영향을 나타낸 것이 표 2이다.

Table 2. Changes in herbage quality of reed canarygrass in different harvest managements.

Cuttings	Cut	CP(%)	NDF(%)	ADF(%)	TDN(%)	RFV
3	1st	12.5 ^a	59.4 ^a	40.2 ^a	57.2 ^c	90.3 ^c
	2nd	10.6 ^b	54.7 ^b	38.9 ^b	58.2 ^b	99.6 ^b
	3rd	10.1 ^c	46.6 ^c	32.6 ^c	63.1 ^a	126.8 ^a
4	1st	19.7 ^a	53.6 ^b	31.4 ^c	64.1 ^b	111.8 ^b
	2nd	11.0 ^d	51.0 ^c	37.1 ^b	59.6 ^c	109.5 ^c
	3rd	11.8 ^c	56.8 ^a	41.3 ^a	56.3 ^d	92.9 ^d
	4th	13.9 ^b	42.0 ^d	29.3 ^d	65.7 ^a	146.4 ^a
5	1st	22.8 ^a	28.3 ^e	23.3 ^e	70.5 ^a	232.4 ^a
	2nd	10.6 ^c	57.7 ^b	39.7 ^b	57.6 ^d	95.5 ^d
	3rd	12.3 ^c	61.3 ^a	43.6 ^a	54.5 ^e	83.3 ^c
	4th	11.9 ^d	54.4 ^c	37.1 ^c	59.6 ^c	102.7 ^c
	5th	16.6 ^b	44.1 ^d	30.9 ^d	64.7 ^b	137.1 ^b

Note. Means separation within a column by Duncan's Multiple Range Test, 5% level.

CP: crude protein(%), NDF: neutral detergent fiber(%),
ADF: acid detergent fiber(%), TDN: total digestible nutrients(%),
RFV: relative feed value.

3회 예취구의 조단백질 함량(CP)은 1번초에서 12.5%를 나타내어 다른 예취빈초보다 2~2.5%가 높았고, NDF와 ADF 함량도 1번초에서 59.4%와 40.2%를 나타내어 2번초와 3번초보다 높았으나, TDN 함량은 1번초에서 57.2%, RFV는 90.3을 나타내어 다른 예취빈초보다 유의하게 낮았다.

4회 예취구의 조단백질 함량(CP)은 1번초에서 19.7%로 유의하게 높았고, 다음으로는 4번초가 13.9%를 나타내어 2번초와 3번초보다 유의하게 높았다. NDF와 ADF함량은 4번초에서 각각 42.0%와 29.3%를 나타내어 다른 예취빈초보다 유의하게 낮았다. 그러나 TDN함량과 RFV는 4번초에서 65.7%와 146.4로 다른 예취빈초보다 유의하게 높았다.

5회 예취구의 조단백질 함량(CP)도 1번초가 22.8%로 가장 높았고, 다음으로 5번초가 16.6%, 3번초가 12.3%, 4번초가 11.9% 그리고 2번초가 10.6%를 나타내었다. 그러나 NDF와 ADF함량은 3번초에서 61.3%

와 43.6%로 유의하게 높은 값을 나타내었으나, 1번초에서는 28.3%와 23.3%로 가장 낮은 값이었다. TDN과 RFV의 값은 1번초에서 70.5%와 232.4를 나타내어 유의하게 높았으나, 3번초는 54.5%와 83.3으로 다른 예취빈초에 비하여 유의하게 낮았다.

2. 질소시비수준이 reed canarygrass의 사료가치에 미치는 영향

질소시비수준이 reed canarygrass의 사료가치에 미치는 영향을 나타낸 것이 표 3이다.

3회 예취구의 120kg/ha/cut 수준에서 조단백질 함량은 11.4%로 유의하게 높았고, 30kg/ha/cut에서 가장 낮은 10.6%를 나타내었다. NDF함량은 30~60kg/ha/cut에서 54.4%와 53.9%를 나타내었으나 무시비구의 54.1%와는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 그러나 ADF함량은 무시비구에서 36.2%로 유의하게 낮았고 120kg/ha/cut에서 38.2%로 가장 높은 값을 나타

내었다. RFV는 90kg/ha/cut의 수준에서 106.0으로 가장 높았으나, 30~60kg/ha/cut수준에서는 102.6~102.8의 범위를 나타내어 가장 낮았다. TDN은 무시비구에서 가장 높은 60.3%를 나타내었고, 120kg/ha/cut에서는 58.8%로 가장 낮았으나 30kg/ha/cut과는 유의한 차이가 인정되지 않았다.

4회 예취구의 조단백질 함량은 120kg/ha/cut의 수

준에서 14.7%를 나타내어 다른 시비수준보다 유의하게 높았으나 30kg/ha/cut에서 가장 낮은 13.2%를 나타내었다. NDF와 ADF함량은 90kg/ha/cut수준에서 49.7%와 33.3%를 나타내어 무시비구와 다른 시비수준에 비하여 낮았다. TDN함량과 RFV는 90kg/ha/cut의 수준에서 62.6%와 118.0으로 가장 높은 값을 나타내었다.

Table 3. Effect of N fertilization levels on herbage quality of reed canarygrass in different harvest managements.

Cuttings	N level(ha/cut)	CP(%)	NDF(%)	ADF(%)	TDN(%)	RFV
3	0 kg	11.2 ^b	54.1 ^a	36.2 ^c	60.3 ^a	104.4 ^{ab}
	30 kg	10.6 ^c	53.9 ^{ab}	37.7 ^{ab}	59.1 ^{bc}	102.8 ^b
	60 kg	11.1 ^c	54.4 ^a	37.1 ^b	59.6 ^b	102.6 ^b
	90 kg	11.0 ^d	52.6 ^c	37.1 ^b	59.6 ^b	106.0 ^a
	120 kg	11.4 ^a	52.8 ^{bc}	38.2 ^a	58.8 ^c	104.3 ^{ab}
4	0 kg	14.1 ^c	50.6 ^{ab}	35.1 ^{ab}	62.2 ^{bc}	113.3 ^b
	30 kg	13.2 ^c	51.6 ^a	35.2 ^{ab}	61.1 ^{bc}	110.7 ^c
	60 kg	14.0 ^d	51.0 ^{ab}	35.8 ^a	60.6 ^c	111.3 ^a
	90 kg	14.5 ^b	49.7 ^b	33.3 ^c	62.6 ^a	118.0 ^a
	120 kg	14.7 ^a	51.4 ^a	34.5 ^b	61.7 ^b	112.4 ^b
5	0 kg	14.2 ^d	48.2 ^c	34.3 ^c	61.8 ^a	120.1 ^a
	30 kg	14.0 ^c	48.4 ^c	34.6 ^{bc}	61.6 ^{ab}	119.1 ^a
	60 kg	14.6 ^c	50.3 ^a	34.6 ^{bc}	61.6 ^{ab}	114.7 ^b
	90 kg	15.0 ^b	49.0 ^{bc}	35.6 ^a	60.8 ^c	116.1 ^{ab}
	120 kg	16.5 ^a	50.0 ^{ab}	35.3 ^{ab}	61.0 ^{bc}	114.3 ^b

Note. Mean separation within a column by Duncan's Multiple Range Test, 5% level.

5회 예취구에서의 조단백질 함량은 120kg/ha/cut 수준에서 가장 높은 16.5%를 나타내었고, 30kg/ha/cut 수준의 NDF와 ADF함량은 각각 48.4%와 34.6%를 나타내어 무시비구와는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 그러나 TDN함량과 RFV의 값은 무시비구와 30kg/ha/cut 수준에서 61.6~61.8%와 119.1~120.1을 나타내어 다른 시비수준보다 유의하게 높았다.

3. 예취빈도에 따른 조단백질수량, 가소화양분수량 및 조단백질수량과 가소화양분수량의 비율

예취빈도에 따른 조단백질수량, 가소화양분수량 및 조단백질수량과 가소화양분수량의 비율을 나타낸 것이 표 4 이다.

3회 예취구의 조단백질수량(CPY)과 가소화양분수량(TDNY)은 2번초에서 각각 0.65ton/ha과 3.60ton/ha을 나타내어 다른 예취빈초보다 유의하게 많았다. 4회 예취구의 조단백질수량은 1번초가 0.50ton/ha, 가소화양분수량은 2번초에서 2.77ton/ha으로 유의하게 많았다. 5회 예취구의 조단백질수량과 가소화양분수량은 3번초에서 각각 0.67ton/ha과 2.96ton/ha을

나타내어 다른 예취번초보다 유의하게 많았고 다음으로는 2번초, 4번초, 1번초의 순이었다.

또한 가소화양분수량과 조단백질수량의 비율(T/C)은 3회 예취구에서 평균 5.48(4.54~6.36), 4회 예취

구에서 4.60(3.28~5.65), 5회 예취구에서 4.34(3.09~5.33)를 나타내어 예취빈도가 높아짐에 따라서 저하되었다.

Table 4. Changes in crude protein yield(CPY), total digestible nutrient yields(TDNY) and ratio of crude protein to total digestible nutrient yields(T/C) of reed canarygrass in different harvest managements.

Cuttings	Cut	CPY(ton/ha)	TDNY(ton/ha)	Ratio of T/C
3	1st	0.46 ^b	2.09 ^c	4.54
	2nd	0.65 ^a	3.60 ^a	5.54
	3rd	0.45 ^c	2.86 ^b	6.36
4	1st	0.50 ^a	1.64 ^c	3.28
	2nd	0.49 ^b	2.77 ^a	5.65
	3rd	0.48 ^c	2.29 ^b	4.77
	4th	0.35 ^d	1.65 ^c	4.71
5	1st	0.34 ^c	1.05 ^d	3.09
	2nd	0.54 ^b	2.88 ^b	5.33
	3rd	0.67 ^a	2.96 ^a	4.42
	4th	0.34 ^c	1.70 ^c	5.00
	5th	0.19 ^d	0.73 ^c	3.84

Note. Means separation within a column by Duncan's Multiple Range Test, 5% level.

4. 질소시비수준에 따른 조단백질수량, 가소화양분수량 및 조단백질수량과 가소화양분수량의 비율

질소시비수준에 따른 조단백질수량, 가소화양분수량 및 조단백질수량과 가소화양분수량의 비율 나타낸 것이 표 5 이다.

모든 예취구에서 질소시비수준이 높아짐에 따라서 조단백질수량(CPY)과 가소화양분수량(TDNY)이 유의하게 증가되었다. 즉, 3회 3예취구에서 조단백질수량과 가소화양분수량은 120kg/ha/cut에서 각각 1.91ton/ha과 9.93ton/ha으로 가장 많았으나, 무시비구에서 가장 낮았다. 4회 예취구에서도 120kg/ha/cut 수준의 조단백질수량과 가소화양분수량은 각각 2.23ton/ha과 9.99ton/ha을 나타내어 다른 질소시비수준보다 유의하게 많았다. 5회 예취구의 조단백질수

량과 가소화양분수량은 3회와 4회 예취구보다 모든 질소시비수준에서 증가되었는데, 120kg/ha/cut 수준에서 조단백질수량은 2.62ton/ha, 그리고 가소화양분수량은 10.57ton/ha으로 다른 시비수준보다 유의하게 많았다.

또한 가소화양분수량과 조단백질수량의 비율(T/C)은 질소시비수준에 따라서 일정한 경향은 인정되지 않았지만, 3회 예취구에서 5.20~5.83, 4회 예취구에서는 4.44~4.75 그리고 5회 예취구에서는 4.03~4.86의 범위를 나타내어 예취빈도가 높아짐에 따라서 낮아졌다.

5. 질소시비수준에 대한 조단백질수량의 반응

예취빈도별 질소시비수준에 대한 조단백질수량의 반응을 조단백질 생산효율(kg CPY/kg N)과 질

소이용효율(kg DM/kg N)의 2가지 경제적 영역 (economical borders)으로 구분하여 나타낸 것이 표 6이다.

3회 예취구에서 조단백질 생산효율(kg CPY/kg N)이 높은 질소시비수준은 113.4kg이었고, 건물생산효율(kg DM/kg N)이 가장 높은 경제적 시비수준은 ha

당 199.2~234.3kg이었으며, 이 때 얻어지는 조단백질 수량은 각각 1.44ton/ha과 1.64~1.71ton/ha이었다. 또한 조단백질수량을 최대로 얻을 수 있는 한계 질소 시비수준은 각각 419.8kg/ha와 375.5kg/ha의 수준으로, 이 때의 최대 조단백질수량은 각각 1.92와 1.91ton/ha으로 추정되었다.

Table 5. Changes in crude protein yield(CPY), total digestible nutrients yields(TDNY) and ratio of crude protein to total digestible nutrient yields(T/C) of reed canarygrass in different N fertilization levels.

Cuttings	N level (ha/cut)	CPY(ton/ha)	TDNY(ton/ha)	Ratio of T/C
3	0 kg	1.20 ^e	6.31 ^e	5.26
	30 kg	1.33 ^d	7.76 ^d	5.83 ^b
	60 kg	1.67 ^c	9.09 ^c	5.44
	90 kg	1.72 ^b	9.70 ^b	5.64
	120 kg	1.91 ^a	9.93 ^a	5.20
4	0 kg	1.35 ^e	5.99 ^e	4.44
	30 kg	1.67 ^d	7.96 ^d	4.75
	60 kg	1.91 ^c	8.72 ^c	4.57
	90 kg	2.01 ^b	9.13 ^b	4.54
	120 kg	2.23 ^a	9.99 ^a	4.50
5	0 kg	1.55 ^e	7.16 ^e	4.62
	30 kg	1.89 ^d	9.06 ^d	4.79
	60 kg	2.07 ^c	10.05 ^c	4.86
	90 kg	2.31 ^b	10.37 ^b	4.49
	120 kg	2.62 ^a	10.57 ^a	4.03

Note. Means separation within a column by Duncan's Multiple Range Test, 5% level.

Table 6. Economic N level, marginal crude protein yield, limiting N level and maximum crude protein yield of reed canarygrass in different economical borders.

Cuttings	Economical border	Economic N level (kg/ha)	Marginal CP yield(ton/ha)	Limiting N level(kg/ha)	Maximum CP yield(ton/ha)
3	dy/dx = max.(kg CPY/kg N)	113.4	1.44	419.8	1.92
	dy/dx = 16~12(kg DM/kg N)	199.2~234.3	1.64~1.71	375.5	1.91
4	dy/dx = max.(kg CPY/kg N)	301.4	1.96	507.6	2.29
	dy/dx = 12~10(kg DM/kg N)	253.4~295.9	1.90~1.95	508.6	2.29
5	dy/dx = max.(kg CPY/kg N)	302.5	2.09	572.9	2.55
	dy/dx = 10~8(kg DM/kg N)	302.2~361.3	2.09~2.17	597.7	2.61

4회 예취구에서는 조단백질 생산효율(kg CPY/kg N)이 가장 높은 질소시비수준은 301.4kg였으나, 건물생산효율이 가장 높은 경제적 시비수준은 253~295.5kg/ha으로 낮았고, 이 때의 조단백질수량은 각각 1.96ton/ha과 1.90~1.95ton/ha으로 거의 같은 값을 나타내었다. 또한 한계시비수준은 507.6kg/ha으로 이 때의 최대 조단백질수량은 2.29ton/ha을 나타내었으며, 최대건물수량을 얻을 수 있는 한계 질소시비수준(508.6kg/ha)에서 최대 조단백질수량은 2.29ton/ha을 나타내어 차이가 인정되지 않았다.

5회 예취구에서 조단백질 생산효율이 가장 높은 질소시비수준은 302.5kg/ha으로 추정되었으며, 이 때의 조단백질수량은 2.09ton/ha이었고, 한계 질소시비

수준 572.9kg/ha에서 2.55ton/ha의 최대 조단백질수량을 얻을 수 있었다. 그러나 건물생산효율이 가장 높을 때의 질소시비수준은 302.2~361.3kg/ha의 범위였으며, 이 때의 조단백질수량은 2.09~2.17ton/ha의 범위였고, 한계질소시비수준 597.7kg/ha에서 2.61ton/ha의 최대 조단백질수량을 얻을 수 있었다.

6. 예취빈도별 질소시비수준에 대한 가소화양분수량의 반응

예취빈도별 질소시비수준에 대한 가소화양분수량의 반응을 가소화양분 생산효율(kg TDNY/kg N)과 건물생산효율(kg DM/kg N)로 구분하여 나타낸 것이 표 7 이다.

Table 7. Economic N level, marginal total digestible nutrients yield(TDNY), limiting N level and maximum total digestible nutrients yield(TDNY) of reed canarygrass in different economical borders.

Cuttings	Economical border	Economic N level (kg/ha)	Marginal CP yield(ton/ha)	Limiting N level(kg/ha)	Maximum CP yield(ton/ha)
3	dy/dx = max.(kg TDNY/kg N)	149.9	8.66	340.1	9.95
	dy/dx = 16~12(kg DM/kg N)	199.2~234.3	9.21~9.53	375.5	9.90
4	dy/dx = max.(kg TDNY/kg N)	294.1	8.89	405.0	9.33
	dy/dx = 12~10(kg DM/kg N)	253.4~295.9	8.77~8.90	508.6	10.32
5	dy/dx = max.(kg TDNY/kg N)	460.0	10.19	653.7	10.76
	dy/dx = 10~8(kg DM/kg N)	302.2~361.3	9.75~9.94	597.7	10.55

가소화양분 생산효율(kg TDNY/kg N)이 가장 높은 질소시비수준은 3회, 4회 및 5회 예취구에서 각각 149.9, 294.1, 460.0kg/ha을 나타내어 예취빈도가 높아질 수록 질소시비수준은 증가되었고, 이 때 얻어지는 가소화양분수량은 각각 8.66, 8.89, 10.19ton/ha으로 추정되어 5회 예취구에서 가장 많았다. 또한 한계 질소시비수준은 3회 예취구에서 340.1kg/ha, 4회 예취구에서 405.0kg/ha, 5회 예취구에서 653.7kg/ha을 나타내었으며, 최대 가소화양분수량은 3회 예취구에서 9.95ton/ha, 4회 예취구에서 9.33ton/ha, 5회 예취구에서 10.76ton/ha으로 추정되어, 5회 예취구에서 가장 많은 가소화양분수량을 나타내었다.

또한 건물생산효율이 가장 높은 경제적 시비수준

에서 얻을 수 있는 가소화양분수량은 3회 예취구에서 9.21~9.53ton/ha, 4회 예취구에서 8.77~8.90ton/ha, 5회 예취구에서 9.75~9.94ton/ha의 범위를 나타내어 5회 예취구에서 가장 많았고, 한계 질소시비수준에서의 최대 가소화양분수량은 3회 예취구에서 9.90ton/ha, 4회 예취구에서 10.32ton/ha, 5회 예취구에서 10.55ton/ha을 나타내어, 5회 예취구에서 가장 많았다.

IV. 고 찰

초지에서 생산되는 목초는 가축에게 양적으로 또 만감을 주며 성장에 부족함이 없는 영양분을 공급하

기 위함이다. 그러나 목초의 양분함량은 생육기간 동안에 토양으로 부터 공급되는 양분함량중에서 인위적으로 공급되는 시비량에 크게 영향을 받으며, 예취빈도에 따른 재생기간과도 밀접한 관련성이 인정된다(Kading 등, 1993). 본 실험에서 예취빈도에 따른 조단백질 함량은 연간 예취회수가 감소됨에 따라서 크게 감소된 반면에 NDF와 ADF함량은 크게 증가하였는데(표 2), 이는 식물체의 생육단계가 진행될 수록 식물체부위중 세포벽 구성물질이 증가되었기 때문이라고 생각된다. 또한 모든 예취구의 1번초에서 가장 높은 조단백질 함량을 나타내었고, 예취시기별 NDF와 ADF함량은 3회와 4회 예취구에서 최종 예취시기 그리고 5회 예취구에서는 1번초에서 가장 낮았는데(표 2), 이는 1번초의 예취시기가 봄철에 해당하여 생육에 적당한 기온과 충분한 일사량의 조건에서 잎에 의한 건물생산효율이 높고(李와 楠谷, 1981), 토양으로 부터 질소 흡수가 잘 이루어져(李 등, 1979), 식물체내의 전질소함량이 증가되었기 때문이라고 생각된다. 또한 3회와 4회 예취구에서는 최종 예취시기인 가을에 NDF와 ADF함량이 낮아져 사료가치가 향상되었는데, 李 등(1994)도 가을 저온 조건하에서 tall fescue의 가소화양분총량과 소화율은 1번초보다 높았다고 보고하여 본 실험 결과와 일치한다.

일반적으로 조섬유함량이 높은 목초의 사료가치를 평가할 때에는 영양요인인 에너지 함량, 소화율 및 건물섭취량을 고려한 TDN함량이나 RFV(상대사료가치)지수가 폭 넓게 이용되고 있다(Linn과 Martin, 1989; Panciera 등, 1995). TDN함량과 RFV지수는 3회와 4회 예취구의 최종 예취빈초에서 각각 63.1%와 126.8, 65.7%와 146.4, 그리고 5회 예취구의 1번초에서 70.5%와 232.4를 나타내어, 각 예취구에서 가장 높은 값을 나타내었는데, 예취빈도가 높아질 수록 증가되는 경향이였다. 이와 같은 TDN과 RFV의 값을 미국의 건초 품질평가 기준치로 환산하면 1등급~최상품의 범위에 해당되는 사료가치를 나타낸다(Nahm, 1992).

일반적으로 높은 질소시비수준은 화분과 목초의 생육을 촉진하여 예취시기를 단축시킬 수 있으므로,

식물체내의 cellulose와 lignin함량 감소되지만(Reid 등, 1967), 예취시기가 같은 조건에서 무기태 질소를 시비할 경우, 식물체내의 섬유소 함량에 미치는 영향은 그다지 크지 않다(Whitehead, 1995). 그러나 본 실험에서는 무기태 질소시비로 인하여 조단백질 함량은 증가되었지만 NDF와 ADF함량은 3회와 4회 예취구의 90kg/ha/cut와 5회 예취구의 30kg/ha/cut의 수준에서 무시비구보다 낮았고, 다른 질소시비수준에서는 오히려 높았으며, TDN함량과 RFV의 값도 거의 비슷한 경향을 나타내었다(표 2). 이와 같은 결과는 질소시비가 예취빈도보다 목초의 영양가치나 품질에 미치는 영향이 적다는 것을 시사하는데(Whitehead, 1995), 이는 질소시비로 인한 건물수량의 증가가 세포벽 구성물질을 증가시키기 때문이라고 생각된다.

화분과 목초는 경제적 부위인 줄기와 잎을 건물수량으로 수확하여 가축에게 급여하므로 건물수량의 증가와 질적인 향상을 목적으로 한 질소시비는 절대적으로 필요하다. 일반적으로 건물수량은 질소시비에 의하여 증가하지만, 어느 수준 이상에서는 건물수량의 증가가 둔화되거나 감소되는데, 그 경향은 연간 예취회수에 따라서 크게 변화된다(Morrison, 1980; 李와 阿部, 1984; Jo, 1989; 이 등, 1994b). 그러나 건초의 품질을 결정하는 조단백질수량은 최대 건물수량을 나타내는 한계 질소시비수준보다 높은 수준까지 증가하며(Lee 등, 1977; Reid, 1978), 특히 400kg/ha이상의 질소시비는 식물체내의 질산태 질소의 집적을 증가시켜 조사료의 안전성에 문제점을 야기시킬 수 있고(Gomm, 1979), 암모니아태 질소의 휘산 가능성이 커서 환경오염을 초래할 수 있으므로(Elsaßer와 Oswald, 1995), 예취빈도에 따른 경제적 질소시비수준의 범위와 안전성이 높다고 인정되는 질소시비수준내에서 적정시비수준이 추정되어야 한다고 생각된다.

또한 생육초기 질소시비에 의하여 조단백질 함량이 증가되지만, 생육의 진행에 따른 건물수량의 양적증가와 함께 가소화양분수량은 증가되므로(Lee 등, 1977), 질소시비에 의한 건물수량의 증가경향과 양분수량의 증가경향과는 차이가 인정된다. 따라서

예취빈도에 따른 양분수량의 시비반응곡선을 이용하여 경제적 질소시비수준과 한계 질소시비수준을 추정할 경우, 질소 1kg당 양분수량이 최대가 되는 질소시비수준($dy/dx = \max$)과 건물생산효율이 가장 경제적이라고 인정되는 범위($dy/dx=16\sim 12, 12\sim 10, 10\sim 8$)내에서의 양분수량이 추정되어야 한다고 생각된다.

질소시비에 의한 건물수량의 증대 한계성과 양분수량의 안전성을 고려할 때, 연간 400kg/ha미만의 질소시비수준이 적정하다고 판단된다(Holmes, 1968; Gomm, 1979; Lee, 1982; 李와 阿部, 1984). 본 실험의 결과 조단백질 생산효율(kg CPY/kg N)이 높은 질소시비수준은 모든 예취구에서 113.4~302.5kg/ha의 범위를 나타내었고, 건물생산효율(kg DM/kg N)이 높은 경제적 질소시비수준에서도 119.2~361.3kg/ha의 범위를 나타내어(표 6), 사료가치와 안전성이 높은 조단백질수량을 얻을 수 있었다고 생각된다.

또한 가소화양분 생산효율(kg TDNY/kg N)이 높은 질소시비수준은 3회와 4회 예취구에서 149.9~294.1kg/ha의 범위를 나타내었으나, 5회 예취구에서는 460kg/ha의 질소시비수준에서 가소화양분 생산효율이 높았다. 건물생산효율(kg DM/kg N)이 높은 질소시비수준은 199.2~361.3kg/ha의 범위를 나타내어, 가소화양분 생산효율(kg TDNY/kg N)면에서는 3회와 4회 예취구, 건물생산효율면에서는 모든 예취구에서 400kg/ha미만의 질소시비수준에 속하여 경제적이고 사료가치가 높은 가소화양분수량을 얻을 수 있었다고 생각된다.

조단백질수량과 가소화양분수량의 비율(T/C)은 예취빈도와 질소시비수준에 따라서 변화되지만, 예취빈도에 따른 차이가 컸고, 예취빈도가 낮아짐에 따라서 일정한 감소경향을 나타내었다(표 4, 5). 따라서 조사료의 조단백질수량과 가소화양분수량의 비율을 가축의 사양관리나 사료급여의 개선을 위한 유용한 방법의 하나로 적용할 수 있다고 생각된다.

V. 적 요

우리나라에서 점차적으로 확대되어 가고 있는 유

휴 논토양을 이용하여 reed canarygrass를 재배하였을 때, 예취빈도와 무기태 질소시비가 목초의 사료가치에 미치는 영향을 조사하여 reed canarygrass의 양분수량 증대를 위한 경제적이고도 합리적인 질소시비수준을 추정하고자 하였고, 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 모든 예취구의 1번초에서 조단백질 함량이 가장 높았는데, 3회 예취구에서는 12.5%, 4회 예취구에서는 19.7%, 5회 예취구에서 22.5%를 나타내었다. 그러나 3회와 4회 예취구의 TDN함량과 RFV는 NDF와 ADF함량이 가장 낮았던 3번초와 4번초에서 각각 63.5%와 126.8, 65.7%와 146.4를 나타내어 가장 높았으나, 5회 예취구에서는 1번초에서 각각 70.5%와 232.4로 가장 높은 TDN함량과 RFV 값을 나타내었다.

2. 질소시비수준별 조단백질 함량은 3회, 4회 및 5회 예취구의 120kg/ha/cut의 질소시비수준에서 각각 11.4, 14.7 및 16.5%로 가장 높았지만, 3회와 4회 예취구의 TDN함량과 RFV는 NDF와 ADF 함량이 낮았던 90kg/ha/cut의 질소시비수준에서 가장 높았고, 5회 예취구의 30kg/ha/cut의 수준에서 가장 높았다.

3. 예취빈도별 질소시비수준에 따른 조단백질수량은 3회 예취구에서 0.45~0.65, 4회 예취구에서 0.35~0.50, 그리고 5회 예취구에서 0.19~0.67ton/ha의 범위였으며, 가소화양분수량은 각각 32.09~3.60, 1.64~2.77, 0.73~2.96ton/ha의 범위를 나타내었다.

4. 조단백질수량과 가소화양분수량의 비율은 3회, 4회 그리고 5회 예취구에서 각각 5.48, 4.60, 4.34을 나타내어 예취빈도가 높아질 수록 낮아졌다.

5. 질소시비수준이 높아짐에 따라서 조단백질수량과 가소화양분수량은 증가되었다. 즉, 조단백질수량은 3회, 4회 5회 예취구에서 각각 1.20~1.91, 1.35~2.23, 1.55~2.62ton/ha으로 5회 예취구에서 가장 많았다. 또한 가소화양분수량은 3회, 4회, 5회 예취구에서 각각 6.31~9.93, 5.99~9.99, 7.16~10.57ton/ha의 범위를 나타내었다.

6. 조단백질 생산효율(kg CPY/kg N)이 높은 질소시비수준은 예취빈도에 따라서 113.4~302.5kg/ha의 범위로 추정되어 1.44~2.09ton/ha의 조단백질수량을

얻을 수 있었다. 또한 건물생산효율(kg DM/kg N)이 높은 질소시비수준은 199.2kg~361.3kg/ha의 범위로서, 400kg/ha미만의 질소시비수준을 나타내어 안전성이 높은 1.64~2.17ton/ha의 조단백질수량을 얻을 수 있었다.

7. 가스화양분 생산효율(kg TDNY/kg N)이 높은 질소시비수준은 3회와 4회 예취구에서 149.9~294.1kg/ha의 범위를 나타내어 8.66~8.89ton/ha의 가스화양분 수량을 얻을 수 있었으며, 건물생산효율(kg DM/kg N)이 높은 질소시비수준은 모든 예취구에서 199.2~361.3kg/ha의 범위를 나타내어 사료가치와 안전성이 높은 8.77~9.94ton/ha의 가스화양분수량을 얻을 수 있었다.

VI. 인용 문헌

1. A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis(13 ed.). Association of official analytical chemist. Washington D. C.
2. Elsaßer, M. und M. Oswald. 1995. Die Einbeziehung der Stickstofflieferung des Standortes bei der Berechnung der "ordnungsgemäßen" Düngung von Dauergrünland. Wirtschaftseig. Futter 41(1):43-60.
3. Frame, J. and M. W. Morrison. 1991. Herbage productivity of prairie grass, reed canarygrass and phalaris. Grass and Forage Sci. 46:417-425.
4. Goering. H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis ARS. USDA Agr. Handbook No.397.
5. Gomm, F.B. 1979. Accumulation of NO₃ and NH₄ in reed canarygrass. Agron. J. 71:627-630.
6. Holmes, W. 1968. The use of nitrogen in the management of pasture for cattle. Her. Abst. 38:265-277.
7. Jo, I.H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Pflanzenbestand des Grünlandes im österreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bodenkultur, Wien.
8. Kading. H., G. Schalit. und W. Leipnitz. 1993. Veränderungen der Gehalte an pflanzlichen Inhaltsstoffen durch extensive Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland. Wirtschaftseig. Futter 39(2): 157-167.
9. Klapp, E. 1983. Taschenbuch der Gräser. H. Auflage Verl. Paul Parrey. Berlin und Hamburg.
10. Lee, J., J. Abe and K. Gotoh. 1977. Effect of nitrogen fertilization on the crude protein and total carbohydrates yields of 6 orchardgrass varieties. Res. Bull. Hokkaido Univ. Farm, Japan, 20:23-31.
11. Lee, J.S. 1982. Effect of nitrogen fertilization levels on the dry matter and total nitrogen yields of orchardgrass varieties under hay-type management. Korean J. Anim. Sci. 24(4):361-369.
12. 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. AJAS 9(6):737-741.
13. Linn, J. and N. Martin. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.
14. 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.
15. 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.
16. Nahm, K. H. 1992. Practical guide to feed, forage & water analysis. Yoohan Pub. pp. 66-68, 265-269.
17. Panciera, M. T., L. B. Bruce, R. G. Gavlak and B. A. Tillman. 1995. Addition of livestock performance and economic factors to yield and quality analysis of forage management experiments. J. Prod. Agric. 8:101-106.

18. 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.
19. Reid, R. L., G. A. Jung and C. M. Kinsey. 1967. Nutritive value of nitrogen-fertilized orchardgrass pasture at different periods of the year. *Agron. J.* 59:519-525.
20. 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.
21. Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. *CAB International* pp. 264-284.
22. 昌中哲哉, 創島健次, 木村 或. 1983. 家畜糞尿施用土壤の土壤管理に関する研究. I. 化學性からみた草地飼料畑土壤の實態と問題點. 草地試驗場研究報告 25:48-59.
23. 佐藤徳雄, 酒井 博, 藤原勝見, 川鎬祐夫. 1972. オ-チャードグラス草地の株の状態と收量におよぼす窒素施肥量の影響. *日草誌* 18(1):1-7.
24. 李 柱 三, 高橋直秀, 後藤寛治. 1979. オ-チャードグラスの窒素利用効率に関する研究. 第1報1番草刈取前における施肥窒素の吸収過程について. *北海道大學農學部邦文紀要* 11(3):139-145.
25. 李柱三, 楠谷彰人. 1981. 섬바디의 생태학적 연구. 3보. 계절생산과 기상요인과의 관계. *한축지* 23(6):449-453.
26. 李柱三, 阿部二郎. 1984. 예취빈도와 질소시비수준이 orchardgrass 품종별 건물수량에 미치는 영향. *한축지* 26(4):412-417.
27. 이주삼, 류수훈, 이경은. 1993. Reed canarygrass 품종의 건물생산성 비교. *한잔지* 7(2, 3):412-417.
28. 李柱三, 韓星潤, 曹益煥. 1994a. Tall fescue 품종의 환경적응성. VII. 가소화양분총량과 건물소화율의 차이. *한초지* 14(3):201-205.
29. 이주삼, 조익환, 안종호, 김성규. 1994b. 유휴는 토양을 이용한 reed canarygrass의 잠재생산성에 관한 연구. I. 예취빈도에 따른 무기태 질소의 시비가 reed canarygrass의 건물수량에 미치는 영향. *한초지* 14(4):271-280.