

# 유휴 논 토양에서 Reed canarygrass(*Phalaris arundinacea* L.) 에 대한 무기태 질소의 단기 시용 효과

이주삼 · 조익환\* · 안종호\*\*

## Short-Term Effect of Mineral Nitrogen Application on Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) in Uncultivated Rice Paddy

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

### Summary

A study was made to estimate the economic level(Necon.) of mineral nitrogen and a proper cutting frequency for the dry matter production of reed canarygrass(*Phalaris arundinacea* L.) in uncultivated rice paddy during the harvested years in 1993~1995.

Annual mineral nitrogen was applied at the levels of 0, 90, 180, 270 and 360 kg ha<sup>-1</sup> in 3 cuttings, 0, 120, 240, 360 and 480 kg ha<sup>-1</sup> in 4 cuttings, and 0, 150, 300, 450 and 600 kg ha<sup>-1</sup> in 5 cuttings, respectively.

The results were summarized as follows ;

1. The dry matter yields of all cutting frequencies in 1993 were significantly higher than in the other harvested years. Mean dry matter yield were 14.40, 13.88 and 15.98 tons ha<sup>-1</sup> in 3, 4 and 5 cuttings, respectively.
2. Significantly higher dry matter yields were obtained as 15.37 and 15.80 tons ha<sup>-1</sup> at the level of 120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup> in 3 and 4 cuttings, and 14.02~14.08 tons ha<sup>-1</sup> at levels of 90~120 kg ha<sup>-1</sup> in 5 cuttings, respectively.
3. Higher efficiencies of dry matter production in response to mineral nitrogen application were recorded as 29.7 kg at level of 90 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in 3 cuttings, 19.6 kg at level of 240 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in 4 cuttings, and 20.1 kg at level of 150 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in 5 cuttings, respectively.
4. Significantly higher dry matter yields appeared as 5.02 tons ha<sup>-1</sup> at 2nd cut in 3 cuttings, 3.94~4.37 tons ha<sup>-1</sup> at 2nd and 3rd cut in 4 cuttings, and 3.81~3.58 tons ha<sup>-1</sup> at 2nd and 3rd cut in 5 cuttings, respectively.
5. The highest values of relative dry matter yield were 40.4% for 2nd cut in 3 cuttings, 34.9% for 3rd cut in 4 cuttings, and 31.5% for 2nd cut in 5 cuttings, respectively.
6. The estimated marginal dry matter yields(Ymar.) were 13.8~14.7 tons ha<sup>-1</sup> at ranges of economic N level of 228.5~291.9 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in 3 cuttings, 13.8~14.2 tons ha<sup>-1</sup> at ranges of 293.5~335.7 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in 4 cuttings, and 12.2~12.8 tons ha<sup>-1</sup> at ranges of 237.5~302.5 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in 5 cuttings, respectively.
7. Maximun dry matter yields(Ymax.) were 17.0 tons at the level of limiting N(Nmax.) of 558.9 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in

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

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

\*\* 안성산업대학교 낙농학과(Dept. of Dairy Science, Anseong National University, Anseong 456-749, Korea)

3 cuttings, 16.1 ton at level of limiting N of 531.4 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in 4 cuttings, and 13.9 ton at level of limiting N of 546.3 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in 5 cuttings, respectively.

8. Economic N level in all cuts were in the ranges of 42.6~123.8 kg ha<sup>-1</sup> in 3 cuttings, 27.3~144.1 kg ha<sup>-1</sup> in 4 cuttings, and 9.3~159.4 kg ha<sup>-1</sup> in 5 cuttings, respectively.

9. The proper cutting frequency for dry matter production of reed canarygrass was 3 cuttings during the harvested years in 1993~1995, due mainly to the higher efficiency of N for the dry matter production.

## I. 서 론

1990년대에 들어와 우리나라는 급격하게 산업사회로 발전해 온 결과 농촌 노동력의 부족과 그에 따른 임금상승 등을 초래하여 최근 몇 년동안 매년 약 4~6만 ha 정도의 유희경작지가 증가되어 왔다(이 등, 1994; 이와 조, 1994; 조 등, 1996; Lee 등, 1996).

1997년말 현재 우리나라의 식량(곡류) 자급도는 25% 미만에 불과하고, 초식가축의 조사료원이 절대적으로 부족한 상황에서 전혀 예상치 못한 국가적인 경제위기를 맞고 있다. 이상과 같은 상황에서 가장 우려되는 것이 식량자원의 확보라고 생각된다. 따라서 앞으로는 지금까지와 같은 유희경작지의 확대추세를 감소시키면서, 그동안 방치되어 왔던 유희경작지를 환경보존과 농지보전 그리고 식량자원의 확보라는 국가적인 차원에서 그 활용방안이 적극적으로 검토되어야 할 때라고 생각된다.

특히 유희경작지 중에서 논 토양을 조사료의 생산기반으로 활용하기 위해서는 점토비율이 높은 논토양의 특성을 이용한 2모작의 청예용 맥류재배가 가능하지만, 농작업이 번거롭고 영농비가 많이 든다는 문제점이 있다. 그러나 유희 논 토양과 같이 배수불량한 토양조건에서도 생육이 가능한 다년생 목초를 도입할 경우, 조성후의 농작업이 단순하여 영농비가 저렴하고 연간 3회 이상 예취가 가능하여 토지이용효율을 높일 수 있고, 단위면적당 건물수량도 많이 얻을 수 있어 맥류 재배보다는 훨씬 경제성이 높다고 생각된다(이 등 1994; 조 등, 1996; Lee 등, 1996).

유희 논 토양에서 화분과 목초를 재배하여 건물수량을 높이기 위해서는 적절한 무기태 질소의 시비가 절대적으로 필요하지만 최대 건물수량을 얻을 수 있는 한계 시비수준에서 연간 시비량이 결정될 경우, 염기간의 불균형과 염해를 초래하여 식물체의 생육을 저해하고, 토양의 산성화를 초래하여 토양물리성

을 악화시키고, 호질소성 잡초의 증대와 질소의 용탈에 의한 지하수와 하천의 부영양화에 기여하여 환경오염원으로 작용할 잠재위험성이 높다(Schechtner, 1979; Jo, 1989). 특히 다년생 목초의 건물생산은 예취빈도와 질소시비 수준에 따라서 양과 질적으로 잠재생산성에 큰 차이가 있고(이 등, 1994, 이 등, 1995; Allison 등, 1992; Lee 등, 1996), 재배년도의 기상조건에 따라서도 그 변이의 폭이 크므로(Herlihy와 O'Keefe, 1987), 유희 논 토양에서 화분과 목초의 건물수량을 높이기 위해서는 토양과 식물의 생육에 미치는 부작용을 최소화 시키면서 장기적으로 안정된 건물수량을 얻을 수 있는 재배방법이 요구되며, 이를 위해서는 재배년도의 기상조건에 따른 건물수량의 변화와 그에 따른 질소 이용효율을 검토하여 적정 예취빈도와 경제적 질소시비 수준의 추정하고 재배조건에 따른 시비방법의 개선이 필요하다고 생각된다.

일반적으로 화분과 목초의 건물수량을 증대시키기 위한 무기태 질소의 한계 시비수준은 ha 당 300~400 kg으로 추정되고 있지만(Lee, 1982; 李와 阿部, 1983), 초지에서서의 지나친 무기태 질소의 시용은 고온 건조한 생육조건에서 암모니아태 질소의 휘산량이 많아져 질소 이용효율이 낮아지고(Schechtner, 1979; Black 등, 1987; Long과 Gracey, 1990), 개체밀도의 감소를 초래하여 나지(裸地)를 증가시키며(佐藤 등, 1972), 호질소성 잡초를 증가시켜 식생균형이 파괴되고(이 등, 1995), 식물체내의 질산태 질소의 집적량을 증가시켜 가축에게 질산태 질소 중독을 일으킬 위험이 있어(Gomm, 1979), 화분과 목초를 재배하는 초지에서 무기태 질소의 안전시용량은 ha당 약 300 kg 전후로 추정된다(Lee, 1982; 李와 阿部, 1984).

따라서 본 실험에서는 유희 논 토양에서 재배년도와 예취빈도를 달리했을 때, 단기(3년간)의 무기

태 질소의 시비가 reed canarygrass의 건물수량에 미치는 영향을 조사하여, 유희 논 토양을 안정된 조사료의 생산기반으로 활용하기 위한 적정 예취빈도와 경제적 시비수준을 추정하고 질소 이용효율이 높은 시비방법을 규명하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 실험은 1993년 3월부터 1995년 11월까지 3년간 경기도 남양주군 삼패동 미금농장의 논 토양에 조성된 reed canarygrass(var. Venture)의 영년채초지에서 수행되었다.

실험구 면적은 처리당  $2\text{m} \times 2\text{m} = 4\text{m}^2$ 로 하였으며, 실험구 배치는 주구(主區)에 연간 예취회수를 각각 3, 4, 5회로 한 3수준의 예취빈도를, 세구(細區)에는 무기태 질소(요소)를 예취시마다 ha당 0, 30, 60, 90 및 120 kg을 사용한 5수준의 질소 시비구를 설정하여 3반복의 분할구 시험법으로 배치하였다. 또한 인산은 연간  $200\text{ kg ha}^{-1}$ , 칼리는  $240\text{ kg ha}^{-1}$ 을 매년 4월 초에 밀거름으로 시비하였다.

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

조사는 예취빈도별로 각 예취번초를 예취할 때, 처리구 면적의 식물체를 지상 5cm 높이에서 예취하여 단위면적당 생초수량을 측정한 후, 이중 일부(약 500g)을 취하여 건조기내에서  $80^\circ\text{C}$ , 48시간 건조한 후 건물수량을 구하였다. 무기태 질소의 시용수준에 대한 건물수량의 반응은 비선형 회귀곡선( $Y = a \pm bx \pm cx^2 \pm dx^3$ )으로 나타내어, 예취빈도별로 건물 생산효율이 높은 경제적 시용수준(economic N level)과 여기에서 얻어지는 한계수량(Ymar.) 그리고 최대 건물수량(Ymax.)을 나타내는 한계시용수준(Nmax.)을 추정하였다.

실험년도(1993~1995년)의 기상조건을 월 평균기온과 강수량 그리고 1961년부터 1990년까지 30년간의 월 평균기온과 강수량으로 나타낸 것이 표 1이다.

1993년의 월 평균기온은 지난 30년간의 평균기온과 큰 차이가 없었으나, 5월부터 7월까지의 강수량은 30년간의 평균 월 강수량보다  $43.7\text{ mm} \sim 64.4\text{ mm}$ 가 많았고, 3~4월 그리고 8~10월에는 적었다. 1994년은 4월부터 10월까지의 월 평균기온이 30년간의 월 평균기온보다 높았는데, 특히 7월에는  $28.5^\circ\text{C}$ , 8월에는  $27.6^\circ\text{C}$ 로 30년 평균기온보다 각각 3.9와 2.1 $^\circ\text{C}$ 가 높았다. 월 강수량은 3~4월, 6~9월에는 적었으나, 10월에는 많았는데, 특히 7월의 강수량은 30년 평균 강수량보다  $229.6\text{ mm}$ 가 적어서 건조하였다. 1995년은 월 평균기온에서 30년간의 평균기온과 큰 차이는 없었지만, 월 강수량은 4~6월에는 적었고,

Table 1. Monthly meteorological data during the years in 1993~1995 and the averages for 30 years.

	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
Mean temperature ( $^\circ\text{C}$ )								
1993	5.8	10.6	18.2	21.3	23.3	23.2	21.2	13.4
1994	4.0	15.2	17.9	22.8	28.5	27.6	21.0	15.2
1995	6.0	11.3	17.1	21.6	24.5	26.0	20.0	15.5
1961~1990	4.5	11.8	17.4	21.5	24.6	25.4	20.6	14.3
Precipitation (mm)								
1993	29.2	85.5	135.7	198.2	424.4	197.8	56.1	15.4
1994	31.7	44.9	152.4	85.0	139.5	232.7	60.7	214.5
1995	60.6	44.4	60.6	70.7	436.1	786.6	47.2	39.3
1961~1990	46.7	93.7	92.0	133.8	369.1	293.9	168.9	49.4

7~8월에는 많았는데, 특히 8월의 강수량은 30년간 평균보다 무려 492.7mm가 많은 집중 호우의 경향을 나타내었다.

### III. 결 과

1. 예취빈도별 무기태 질소의 시비수준에 따른 연간 건물수량의 변화

예취빈도별 무기태 질소의 시비수준에 따른 연간 건물수량의 변화를 나타낸 것이 표 2이다.

Table 2. Yearly changes of dry matter yield of reed canarygrass in different mineral N level and cutting frequency.

Cutting frequency	Mineral-N (ha cut <sup>-1</sup> )	Dry matter yield (ton ha <sup>-1</sup> )			
		1993	1994	1995	Mean
3 Cuttings	0 kg	10.46 <sup>c</sup>	7.39 <sup>d</sup>	6.93 <sup>c</sup>	8.26 <sup>c</sup>
	30 kg	13.14 <sup>b</sup>	10.25 <sup>c</sup>	9.41 <sup>b</sup>	10.93 <sup>d</sup>
	60 kg	15.27 <sup>a</sup>	12.38 <sup>b</sup>	11.70 <sup>a</sup>	13.12 <sup>c</sup>
	90 kg	16.23 <sup>a</sup>	14.35 <sup>ab</sup>	12.39 <sup>a</sup>	14.32 <sup>b</sup>
	120 kg	16.91 <sup>a</sup>	15.70 <sup>a</sup>	13.50 <sup>a</sup>	15.37 <sup>a</sup>
	Mean	14.40 <sup>a</sup>	12.01 <sup>b</sup>	10.79 <sup>c</sup>	
4 Cuttings	0 kg	9.91 <sup>c</sup>	8.45 <sup>c</sup>	7.61 <sup>b</sup>	8.66 <sup>d</sup>
	30 kg	13.18 <sup>b</sup>	9.96 <sup>c</sup>	9.73 <sup>b</sup>	10.95 <sup>c</sup>
	60 kg	14.68 <sup>ab</sup>	12.84 <sup>b</sup>	12.56 <sup>a</sup>	13.36 <sup>b</sup>
	90 kg	15.10 <sup>ab</sup>	14.19 <sup>ab</sup>	12.47 <sup>a</sup>	13.92 <sup>b</sup>
	120 kg	16.53 <sup>a</sup>	16.11 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	15.80 <sup>a</sup>
	Mean	13.88 <sup>a</sup>	12.31 <sup>b</sup>	11.42 <sup>b</sup>	
5 Cuttings	0 kg	12.00 <sup>b</sup>	7.53 <sup>b</sup>	6.24 <sup>c</sup>	8.59 <sup>c</sup>
	30 kg	15.41 <sup>a</sup>	10.91 <sup>a</sup>	8.49 <sup>b</sup>	11.61 <sup>b</sup>
	60 kg	16.20 <sup>a</sup>	11.54 <sup>a</sup>	9.02 <sup>ab</sup>	12.25 <sup>b</sup>
	90 kg	18.01 <sup>a</sup>	13.36 <sup>a</sup>	10.68 <sup>a</sup>	14.02 <sup>a</sup>
	120 kg	18.25 <sup>a</sup>	13.28 <sup>a</sup>	10.71 <sup>a</sup>	14.08 <sup>a</sup>
	Mean	15.98 <sup>a</sup>	11.32 <sup>b</sup>	9.03 <sup>c</sup>	

a-d Means within a column with different superscripts are significantly different(P < 0.05).

#### 1) 3회 예취구

시비수준별 연간 건물수량은 1993년의 60~120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup> 수준에서 15.27~16.91 ton ha<sup>-1</sup>, 1994년의 90~120 kg ha<sup>-1</sup> 수준에서 14.35~15.70 ton ha<sup>-1</sup> 그리고 1995년의 60~120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup>에서 11.70~13.50 ton ha<sup>-1</sup>을 나타내어 다른 시비수준보다 유의하게 많았다. 시비수준별 평균 건물수량은 120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup>의 수준에서 15.37 ton ha<sup>-1</sup>으로 다른 시비수준보다 유의하게 많았다. 또한 시비수준 평균 건물수

량은 1993년에 14.40 ton ha<sup>-1</sup>으로, 1994년과 1995년보다 유의하게 많았다.

#### 2) 4회 예취구

1993년과 1995년의 건물수량은 60~120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup> 수준에서 각각 14.68~16.53 ton ha<sup>-1</sup>과 12.56~14.75 ton ha<sup>-1</sup> 그리고 1994년은 90~120 kg ha<sup>-1</sup> 수준에서 14.19~16.11 ton ha<sup>-1</sup>을 나타내어 다른 시비수준보다 유의하게 많았다. 시비수준별 평균 건

물수량은 120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup>에서 유의하게 많은 15.80 ton ha<sup>-1</sup> 이었고, 시비수준 평균 건물수량은 1993년에 13.88 ton ha<sup>-1</sup>을 나타내어 다른 재배년도보다 유의하게 많았다.

### 3) 5회 예취구

1993년의 시비수준별 건물수량은 무시비구를 제외한 모든 시비구에서 15.41~18.25 ton ha<sup>-1</sup> 범위의 건물수량을 나타내어 시비수준간에는 유의한 차이가 인정되지 않았지만 무시비구의 12.0 ton ha<sup>-1</sup>보다 유의하게 많았다. 1994년의 모든 질소 시비구의 건물수량은 10.81~13.36 ton ha<sup>-1</sup>의 범위로 무시

비구의 7.53 ton ha<sup>-1</sup>보다 유의하게 많았다. 1995년은 60~120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup>의 수준에서 9.02~10.71 ton ha<sup>-1</sup>의 건물수량을 나타내어 다른 시비수준보다 유의하게 많았다. 또한 시비수준별 평균 건물수량은 90~120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup> 수준에서 14.02~14.08 ton ha<sup>-1</sup>의 범위를 나타내어 다른 시비수준보다 유의하게 많았고, 시비수준 평균 건물수량은 1993년의 15.98 ton ha<sup>-1</sup>으로 다른 재배년도보다 유의하게 많았다.

## 2. 건물생산효율

예취빈도별 무기태 질소의 시비수준에 따른 건물생산효율을 재배년도별로 나타낸 것이 표 3이다.

Table 3. Efficiency of dry matter production(kg DM kg<sup>-1</sup> N) to mineral nitrogen fertilization level in each cutting frequency.

Cutting frequency	Mineral -N (ha yr <sup>-1</sup> )	kg DM kg <sup>-1</sup> N			
		1993	1994	1995	Mean
3 Cuttings	90 kg	29.7	31.8	28.5	29.7
	180 kg	26.7	27.7	26.6	27.0
	270 kg	21.3	25.8	20.2	22.4
	360 kg	17.9	23.1	18.3	19.8
	Mean	23.9	27.1	23.2	24.7
4 Cuttings	120 kg	27.2	12.6	17.7	19.1
	240 kg	19.9	18.3	20.6	19.6
	360 kg	14.4	16.0	13.5	14.6
	480 kg	13.8	16.0	14.6	14.9
	Mean	18.8	15.7	16.7	17.1
5 Cuttings	150 kg	22.8	22.5	15.0	20.1
	300 kg	14.0	13.4	9.3	12.2
	450 kg	13.4	13.0	9.9	12.1
	600 kg	10.4	9.6	7.5	9.2
	Mean	15.2	14.6	10.4	13.4

### 1) 3회 예취구

모든 재배년도에서 연간 시비수준이 높아 질수록 건물 생산효율은 저하되었다. 이를 시비수준별 평균 값으로 보면 90 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 29.7 kg, 180 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 27.0 kg, 270 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>에서 22.4 kg 그리고 360 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 19.8

kg을 나타내었다. 시비수준 평균 건물 생산효율은 1993년이 23.9 kg, 1994년이 27.1 kg, 1995년이 23.2 kg 이었다.

### 2) 4회 예취구

1993년에는 시비수준이 높아 질수록 건물 생

산효율이 저하되어 120 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 27.2 kg 이었으나, 480 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서는 13.8 kg으로 낮아졌다.

1994년과 1995년에는 240 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 각각 18.3kg와 20.6 kg으로 건물 생산효율이 가장 높았다. 시비수준별 평균 건물 생산효율은 120 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 19.1 kg, 240 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>에서 19.6 kg, 360 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 14.6 kg, 480 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 14.9 kg을 나타내어, 120kg과 240 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준간 그리고 360kg과 480 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준간에서 비슷한 건물 생산효율을 나타내었다. 시비수준 평균 건물 생산효율은 1993년이 18.8 kg, 1994년이 15.7 kg, 1995년이 16.7kg으로, 1993년의 건물 생산효율이 가장 높았다.

3) 5회 예취구

1993년에는 가장 낮은 시비수준인 150 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>에서 22.8 kg, 1994년에는 22.5 kg 그리고 1995년에는 15.0 kg을 나타내어, 1995년의 건물 생산효율이 가장 낮았다.

시비수준별 건물 생산효율은 150 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 20.1kg으로 가장 높았으나, 600 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>에서는 9.2kg에 불과하였다. 시비수준 평균 건물 생산효율은 1993년이 15.2 kg, 1994년이 14.6 kg, 1995년이 10.4 kg을 나타내어, 1993년의 건물 생산효율이 가장 높았다.

3. 예취빈도별 시비수준에 따른 예취번초의 평균 건물수량

예취빈도별 시비수준에 따른 예취번초의 평균 건물수량을 나타낸 것이 표 4이다.

Table 4. Dry matter yield of reed canarygrass at each cut in different mineral N level and cutting frequency.

Cutting frequency	Mineral - N (ha cut <sup>-1</sup> )	Dry matter yield (ton ha <sup>-1</sup> )					Total
		1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	5th cut	
3 Cuttings	0 kg	1.93 <sup>d</sup>	3.41 <sup>d</sup>	2.93 <sup>c</sup>			8.26 <sup>c</sup>
	30 kg	2.61 <sup>c</sup>	4.43 <sup>c</sup>	3.89 <sup>b</sup>			10.93 <sup>d</sup>
	60 kg	3.49 <sup>b</sup>	5.12 <sup>b</sup>	4.51 <sup>a</sup>			13.12 <sup>c</sup>
	90 kg	3.76 <sup>b</sup>	6.04 <sup>a</sup>	4.52 <sup>a</sup>			14.32 <sup>b</sup>
	120 kg	4.50 <sup>a</sup>	6.08 <sup>a</sup>	4.79 <sup>a</sup>			15.37 <sup>a</sup>
	Mean	3.26 <sup>c</sup>	5.02 <sup>a</sup>	4.13 <sup>b</sup>			
	*RY(%)	26.3	40.4	33.3			
4 Cuttings	0 kg	1.19 <sup>d</sup>	2.39 <sup>c</sup>	3.52 <sup>c</sup>	1.56 <sup>d</sup>		8.66 <sup>d</sup>
	30 kg	1.73 <sup>c</sup>	3.17 <sup>d</sup>	4.00 <sup>bc</sup>	2.05 <sup>cd</sup>		10.95 <sup>c</sup>
	60 kg	2.20 <sup>b</sup>	4.03 <sup>c</sup>	4.74 <sup>a</sup>	2.39 <sup>ab</sup>		13.36 <sup>b</sup>
	90 kg	2.45 <sup>ab</sup>	4.61 <sup>b</sup>	4.57 <sup>ab</sup>	2.28 <sup>bc</sup>		13.92 <sup>b</sup>
	120 kg	2.65 <sup>a</sup>	5.49 <sup>a</sup>	5.04 <sup>a</sup>	2.62 <sup>a</sup>		15.80 <sup>a</sup>
	Mean	2.04 <sup>b</sup>	3.94 <sup>a</sup>	4.37 <sup>a</sup>	2.18 <sup>b</sup>		
	*RY(%)	16.3	31.4	34.9	17.4		
5 Cuttings	0 kg	0.84 <sup>d</sup>	1.95 <sup>d</sup>	3.03 <sup>c</sup>	2.23 <sup>b</sup>	0.54 <sup>b</sup>	8.59 <sup>c</sup>
	30 kg	1.18 <sup>c</sup>	3.21 <sup>c</sup>	3.66 <sup>ab</sup>	2.73 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	11.61 <sup>b</sup>
	60 kg	1.50 <sup>b</sup>	4.16 <sup>b</sup>	3.40 <sup>bc</sup>	2.34 <sup>ab</sup>	0.85 <sup>a</sup>	12.25 <sup>bb</sup>
	90 kg	1.66 <sup>ab</sup>	4.84 <sup>a</sup>	3.90 <sup>a</sup>	2.74 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	14.02 <sup>a</sup>
	120 kg	1.89 <sup>a</sup>	4.90 <sup>a</sup>	3.91 <sup>a</sup>	2.56 <sup>ab</sup>	0.82 <sup>a</sup>	14.08 <sup>a</sup>
	Mean	1.41 <sup>c</sup>	3.81 <sup>a</sup>	3.58 <sup>a</sup>	2.52 <sup>b</sup>	0.79 <sup>d</sup>	
	*RY(%)	11.6	31.5	29.6	20.8	6.5	

\* RY(%) : relative yield of each cut to annual dry matter yield.

\*<sup>d</sup> Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.05).

### 1) 3회 예취구

모든 예취번초에서 시비수준이 높아질수록 건물수량은 증가되었다. 즉, 1번초의  $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$  수준에서 4.50 ton, 2번초의  $90\sim 120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$  수준에서 6.04~6.08 ton 그리고 3번초의  $60\sim 120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$ 의 수준에서 4.51~4.79 ton  $\text{ha}^{-1}$ 의 범위를 나타내어 다른 시비수준보다 유의하게 많았다. 또한 시비수준 평균 건물수량은 1번초가  $3.26 \text{ ton ha}^{-1}$ 으로 상대수량은 26.3%였고, 2번초가  $5.02 \text{ ton ha}^{-1}$ 으로 40.4%였으며, 3번초는  $4.13 \text{ ton ha}^{-1}$ 으로 33.3%를 나타내어 2번초의 건물수량이 유의하게 많았다.

### 2) 4회 예취구

1번초는  $90\sim 120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$  수준에서 2.45~2.65 ton, 2번초는  $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$  수준에서 5.49 ton, 3번초는  $60\sim 120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$  수준에서 4.74~5.04 ton, 4번초는  $60\text{kg}$ 과  $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$  수준에서 각각 2.39 ton과  $2.62 \text{ ton ha}^{-1}$ 을 나타내어 다른 시비수준의 건물수량보다 유의하게 많았다. 시비수준 평균 건물수량은 1번초가 2.04 ton, 2번초가 3.94 ton, 3번초가 4.37 ton, 4번초가  $2.18 \text{ ton ha}^{-1}$ 으로 3번초가 가장 많았으나, 2번초와는 유의한 차이가 없었다. 또한 예취번초별 건물수량을 상대수량으로 나타내면, 1번초가 16.3%, 2번초가 31.4%, 3번초가 34.9% 그리고 4번초가 17.4%였다.

### 3) 5회 예취구

1번초와 2번초의 건물수량은  $90\sim 120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$  수준에서 각각 1.66~1.89 ton과 4.84~4.90 ton  $\text{ha}^{-1}$ 의 범위를 나타내어 유의하게 많았다. 3번초는  $30\text{kg}$ 과  $90\sim 120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$  수준에서 각각 3.66 ton과  $3.90\sim 3.91 \text{ ton ha}^{-1}$ 을 나타내어 유의하게 많았고, 4번초와 5번초의 건물수량은  $30\sim 120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$  수준에서 각각 2.34~2.74 ton과  $0.82\sim 0.89 \text{ ton ha}^{-1}$ 의 범위를 나타내어 무시용구보다 많았다.

또한 각 예취번초의 시용수준 평균 건물수량은 1번초가 1.41 ton, 2번초가 3.81 ton, 3번초가 3.58 ton, 4번초가 2.52 ton, 5번초가  $0.79 \text{ ton ha}^{-1}$ 으로, 2번초와 3번초의 건물수량이 유의하게 많았다.

또한 각 예취번초의 건물수량을 상대수량으로 나타내면 1번초가 11.6%, 2번초가 31.5%, 3번초가 29.6

%, 4번초가 20.8% 그리고 5번초가 6.5%로, 2번초가 가장 높았다.

## 4. 예취빈도별 무기태 질소의 경제적 시비수준, 한계건물수량, 한계시비수준 및 최대 건물수량의 연간차이

예취빈도별 무기태 질소의 경제적 시비수준, 한계건물수량, 한계시비수준 및 최대 건물수량의 연간차이를 나타낸 것이 표 5이다.

### 1) 3회 예취구

경제적 시비수준(Necon.)을 재배년도별로 보면, 1993년에는  $199.2\sim 234.3 \text{ kg}$ , 1994년에는  $306.9\sim 399.1 \text{ kg}$ , 1995년에는  $179.5\sim 242.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 으로, 재배년도에 따라서 차이가 컸고, 평균  $228.5\sim 291.9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 의 범위를 나타내었다.

한계수량(Ymar.)은 1993년에  $15.4\sim 16.0 \text{ ton}$ , 1994년에  $14.6\sim 15.9 \text{ ton}$ , 1995년에  $11.4\sim 12.3 \text{ ton ha}^{-1}$ 의 범위로 1993년의 한계수량이 가장 많았고 연 평균  $13.8\sim 14.7 \text{ ton ha}^{-1}$ 의 범위였다. 한계시비수준(Nmax.)은 1993년이  $375.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 으로 가장 낮았고 재배년도 평균은  $558.9 \text{ kg ha}^{-1}$ 였으며, 최대건물수량(Ymax.)은 1994년의  $18.1 \text{ ton ha}^{-1}$ 이 가장 많았으며 재배년도 평균은  $17 \text{ ton ha}^{-1}$ 이었다.

### 2) 4회 예취구

경제적 시비수준(Necon.)은 1995년에  $189.6\sim 241.6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 의 범위로 가장 낮았으나, 1994년에는  $436.5\sim 469.5 \text{ kg ha}^{-1}$ 의 범위를 나타내어 가장 높았고, 재배년도 평균은  $293.2\sim 335.7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 의 범위였다. 한계수량(Ymar.)은 1995년에 가장 낮아서  $11.2\sim 11.8 \text{ ton ha}^{-1}$  이었고, 재배년도 평균은  $13.8\sim 14.2 \text{ ton ha}^{-1}$ 의 범위였다. 또한 한계시비수준(Nmax.)은 재배년도간에  $492.4\sim 593.2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 의 범위로 평균  $531.4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  이었고, 최대건물수량(Ymax.)은 1993년에  $17.0 \text{ ton ha}^{-1}$ 으로 가장 많았으나 1995년에는  $14.7 \text{ ton ha}^{-1}$ 으로 가장 낮았고 재배년도 평균은  $16.1 \text{ ton ha}^{-1}$ 이었다.

### 3) 5회 예취구

Table 5. Economical border, economic N level, marginal dry matter yield, limiting N level and maximum dry matter yield in each cutting frequency.

Year	Economical border (kg DM kg N <sup>-1</sup> )	Economic N level (Necon, kg ha <sup>-1</sup> )	Marginal DM yield (Ymar, ton ha <sup>-1</sup> )	Limiting N level (Nmax, kg ha <sup>-1</sup> )	Maxium DM yield (Ymax, ton ha <sup>-1</sup> )
3 Cuttings					
1993	dy/dx = 16~12	199.2~234.3	15.4~16.0	375.5	16.9
1994	dy/dx = 16~12	306.9~399.1	14.6~15.9	731.3	18.1
1995	dy/dx = 16~12	179.5~242.3	11.4~12.3	569.9	15.9
Mean	dy/dx = 16~12	228.5~291.9	13.8~14.7	558.9	17.0
4 Cuttings					
1993	dy/dx = 12~10	253.4~295.9	14.6~14.8	508.6	17.0
1994	dy/dx = 12~10	436.5~469.5	15.5~15.9	593.2	16.5
1995	dy/dx = 12~10	189.6~241.6	11.2~11.8	492.4	14.7
Mean	dy/dx = 12~10	293.2~335.7	13.8~14.2	531.4	16.1
5 Cuttings					
1993	dy/dx = 10~ 8	302.2~361.3	16.8~17.2	597.7	18.4
1994	dy/dx = 10~ 8	243.3~293.0	11.6~12.1	387.2	12.7
1995	dy/dx = 10~ 8	167.0~253.2	8.3~ 9.1	654.1	10.6
Mean	dy/dx = 10~ 8	237.5~302.5	12.2~12.8	546.3	13.9

경제적 시비수준(Necon.)은 1995년에 167.0~253.2 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>의 범위를 나타내어 다른 재배년도보다 낮았고, 한계수량(Ymar.)은 8.3~9.1 ton ha<sup>-1</sup>이었으나, 1993년의 한계수량보다 약 1/2에 불과하였다. 1995년의 한계시비수준(Nmax.)은 654.1 kg ha<sup>-1</sup>으로 가장 높았지만 최대건물수량(Ymax.)은 10.6 ton ha<sup>-1</sup>으로 가장 적었다. 재배년도의 평균 경제적 시비수준은 237.5~302.5 kg ha<sup>-1</sup>의 범위였고,

한계수량은 12.2~12.8 ton ha<sup>-1</sup>의 범위였다. 또한 한계시비수준은 평균 546.3 kg ha<sup>-1</sup>으로 최대 건물수량은 13.9 ton ha<sup>-1</sup>이었다.

#### 5. 예취빈도별 예취번초의 경제적 시비수준

예취빈도별 예취번초의 경제적 시비수준을 나타낸 것이 표 6이다.

Table 6. Economic N level at each cut in different cutting frequencies.

Economical border (kg DM/kg N)	Economic N level (N econ, kg ha <sup>-1</sup> )				
	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	4th Cut	5th Cut
3 Cuttings dy/dx = 16~12	102.5~123.8	89.2~ 95.8	42.6~ 51.3		
4 Cuttings dy/dx = 12~10	59.6~ 73.9	137.8~144.1	110.7~119.0	27.3~31.7	
5 Cuttings dy/dx = 10~ 8	136.1~159.4	94.5~ 97.6	108.8~115.2	12.7~18.5	9.3~17.3



3회 예취구에서는 1번초가 102.5~123.8 kg, 2번초가 89.2~95.8 kg, 3번초가 42.6~51.3 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>로 예취가 진행될 수록 경제적 시비수준의 범위가 낮아졌다.

4회 예취구에서는 1번초와 4번초가 각각 59.6~73.9 kg, 27.3~31.7 kg ha<sup>-1</sup>으로 낮았으나, 2번초와 3번초에서는 각각 137.8~144.1 kg과 110.7~119.0 kg ha<sup>-1</sup>의 범위를 나타내어 예취번초에 따라서 차이가 컸다. 또한 5회 예취구에서도 예취번초에 따라서 경제적 시비수준의 차이가 컸는데, 1번초가 136.1~159.4 kg, 3번초가 108.8~115.2 kg, 2번초가 94.5~97.6 kg, 4번초가 12.7~18.5 kg 그리고 5번초가 9.3~17.3 kg ha<sup>-1</sup>의 순으로 경제적 시비수준의 범위가 높았다.

#### IV. 고찰

화분과 목초의 건물생산은 토양수분이 충분히 공급되고 생육에 적당한 기온과 충분한 일사량 조건에서 일정수준 이상의 무기태 질소의 시비는 엽면적을 확대하고 잎의 건물 생산효율을 높혀 건물수량을 증가시키지만(李와 楠谷, 1981ab), 한계시비수준 이상의 조건에서는 건물수량이 저하된다(Lee, 1982; 李와 阿部, 1984). 따라서 재배년도에 있어서의 건물수량의 변화는 기상조건에 따른 질소 이용효율과 밀접한 관련성이 인정되므로(Herlihy와 O'Keeffe, 1987; Long과 Gracey, 1990), 양호한 식생유지를 통한 건물생산의 증대를 위해서는 재배년도의 기상조건에 알맞는 예취빈도와 경제적 시비수준의 추정이 필요하다고 생각된다.

예취빈도별 시비수준에 따른 건물수량의 변화는 재배년도간에 큰 차이가 인정되었는데, 1993년의 모든 예취빈도에서 평균 건물수량은 유의하게 많아서 3회 예취구에서 14.40 ton, 4회 예취구에서 13.88 ton, 5회 예취구에서 15.98 ton ha<sup>-1</sup>을 나타내었다(표 2).

재배년도에 따른 건물수량의 변화를 기상조건과 관련시켜 보면(표 1과 2), 1993년은 5월부터 9월까지 월 평균 강수량이 30년 평균 강수량보다 거의 일정한 수준으로 많아서 단기적인 강수량의 증가에 의한 질소 이용효율의 향상이 건물수량을 증가시킬 수 있었던 양호한 기상조건이었다고 생각되며, 특히 예취

빈도가 높은 5회 예취구의 건물수량이 많았던 점이 주목된다. 즉, 1993년의 기상조건과 같이 단기적인 강수량의 증가는 무기태 질소의 시비 후 암모니아태 질소의 휘산을 직접적으로 감소시키고(van Burg 등, 1982; Black 등, 1987), 이에 따른 질소 이용효율의 향상이 건물수량을 유의하게 증가시켰기 때문이라고 생각되며(Herlihy와 O'Keeffe, 1987), 기상조건이 양호한 경우 예취빈도를 높히는 것이 건물생산에 유리하다는 것을 시사한다.

1994년에는 7월과 8월의 평균기온이 각각 28.5와 27.6℃로 높았고 강수량이 매우 부족한 전형적인 여름철 고온건조한 기상조건을 나타낸 결과, 건물수량은 3회 예취구에서 1993년의 84%, 4회 예취구에서 88.6%, 5회 예취구에서 70.7%에 불과하였다. 또한 1995년은 4월부터 6월까지 봄철 생육기간에 건조하였고 여름철에는 지나친 강수량을 나타내어 전 생육기간을 통하여 충분한 시비효과를 얻을 수 없었기 때문에, 3회 예취구의 건물수량은 1993년의 74%, 4회 예취구에서는 82.5%, 5회 예취구에서는 50.5%에 불과하였고(표 2), 5회 예취구의 5번초에서 상대수량이 6.5%에 불과하였던 것은 가을철 생육기간이 짧았던 것에 그 원인이 있었다고 생각된다. 1994년의 건물수량이 1993년보다 유의하게 적었던 것은 화분과 목초의 한계 생육적온인 23℃(이 등, 1995)를 훨씬 초과하는 여름철의 고온건조한 기상조건하에서 암모니아태 질소의 휘산으로 무기태 질소의 이용효율이 저하되어(Fenn과 Hossner, 1985; Sterens 등, 1989), 예취 후의 재생이 불량해졌기 때문이라고 생각된다. 따라서 낮은 강수량의 조건에서 예취빈도가 높은 경우, 조사료 생산을 위한 여름철 시비는 단기간의 기상예보를 고려하여 결정하는 것이 중요하다고 생각된다(Long과 Gracey, 1990). 이상과 같이 고온건조한 기상조건에서는 시비효과가 높은 2번초 이후의 만춘중심의 시비를 통하여 2번초의 상대수량을 높이고, 3번초 이후의 생육을 위한 질소의 잔효 효과를 높여주는 것도 건물수량을 증가시킬 수 있는 효율적인 시비방법(李, 1983)라고 생각된다. 1995년의 건물수량이 낮았던 원인은 봄철 생육기간의 건물생산을 위한 질소 이용효율이 낮아졌기 때문이며, 특히 7월 이후의 장기간의 강수량에 대한 무기태 질소의 건물 생산효율이 저하되기 때문이라고

추정된다(Herlihy와 O'Keeffe, 1987).

또한 가을철에는 기온의 저하와 단일조건에서의 일사량 부족에 의한 질소 이용효율의 저하가 건물수량의 증가를 둔화시키므로(Wolton 등, 1971; Lee, 1982), 모든 예취빈도에서 최종 예취번초의 상대수량이 낮았고(표 4), 특히 예취빈도가 높았던 5회 예취구의 5번초에서 평균 상대수량이 6.5%에 불과하여서(표 4), 가을철 생육기간에는 높은 시비수준에서의 동량 분시보다 낮은 수준의 시비량으로 건물 생산효율을 높이는 것이 건물 생산에 유리하다는 것을 시사한다(표 3).

연간 무기태 질소의 시비량에 대한 예취빈도별 건물 생산효율(kg DM kg<sup>-1</sup> N)은 3회 예취구가 평균 24.7kg으로 가장 높았고, 시비수준은 연간 90~270 kg ha<sup>-1</sup>의 범위에서 29.7~22.4kg을 나타내어, 예취빈도가 낮고 연간 300 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>의 수준 이하에서 22kg 이상의 높은 건물 생산효율을 나타내었다(표 3). 건물 생산효율은 연간 예취빈도가 낮아서 건물 생산을 위하여 시비된 무기태 질소를 장기간 흡수, 이용할 수 있는 시비량과 생육기간이 중요하므로(Lee, 1982; 李와 阿部, 1984), 예취빈도에 따른 각 예취번초의 생육기간을 고려하여 건물 생산효율이 높은 시비량을 추정할 필요가 있고, 과다사용에 의한 토양과 식물체로의 부작용을 감안하면 연간 300 kg ha<sup>-1</sup> 미만의 수준에서 연간 적정 시비량을 결정하는 것이 중요하다고 생각된다(Lee, 1982; 李와 阿部, 1984). 따라서 건물 생산효율이 높은 시비수준을 연간 300 kg ha<sup>-1</sup> 미만의 조건에서 결정할 경우(표 3), 3회 예취구의 경제적 시비수준은 228.5~291.9 kg ha<sup>-1</sup>의 범위로 낮았고, 13.8~14.7 ton ha<sup>-1</sup>의 높은 한계수량을 얻을 수 있어서(표 4), 유희 논 토양을 이용하여 reed canarygrass의 건물 수량을 지속적으로 얻기 위한 경제적 시비수준은 연간 약 230~290 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준이며 적정 예취빈도는 연간 3회라는 것을 의미한다.

## V. 적 요

유희 논 토양을 이용하여 reed canarygrass를 재배 하였을 때, 건물 수량에 미치는 무기태 질소의 단기 사용효과를 조사하여 건물 생산효율이 높은 경제적

시비수준과 적정 예취빈도를 추정하려고 하였다.

1. 모든 예취빈도에서 1993년의 건물 수량이 다른 재배년도보다 유의하게 많았다. 즉, 3회 예취구에서는 시비수준 평균 14.40 ton ha<sup>-1</sup>, 4회 예취구에서는 13.88 ton ha<sup>-1</sup>, 5회 예취구에서는 15.98 ton ha<sup>-1</sup>을 나타내었다.

2. 시비수준별 평균 건물 수량은 3회와 4회 예취구의 120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup> 수준에서 각각 15.37 ton ha<sup>-1</sup>과 15.80 ton ha<sup>-1</sup>, 5회 예취구에서 90~120 kg ha<sup>-1</sup> cut<sup>-1</sup> 수준에서 14.02~14.08 ton ha<sup>-1</sup>을 나타내어 다른 시비수준보다 유의하게 많았다.

3. 건물 생산효율은 3회 예취구의 90 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 29.7 kg, 4회 예취구의 240 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 19.6 kg, 5회 예취구의 150 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 수준에서 20.1 kg으로 가장 높았다.

4. 예취빈도별 예취번초의 평균 건물수량은 3회 예취구에서 2번초가 5.02 ton ha<sup>-1</sup>, 4회 예취구의 2번초와 3번초가 3.94~4.37 ton ha<sup>-1</sup>, 5회 예취구의 2번초와 3번초가 3.81~3.58 ton ha<sup>-1</sup>으로 다른 예취번초의 건물 수량보다 유의하게 많았다.

5. 상대수량은 3회 예취구의 2번초가 40.4%, 4회 예취구의 3번초가 34.9%, 5회 예취구의 2번초가 31.5%로 가장 높았다.

6. 재배년도 평균 경제적 시비수준은 3회 예취구에서 228.5~291.9 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>의 범위에서 13.8~14.7 ton ha<sup>-1</sup>의 한계수량을, 4회 예취구에서는 293.5~335.7 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>의 범위에서 13.8~14.2 ton ha<sup>-1</sup>의 한계수량을, 5회 예취구에서는 237.5~302.5 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>의 범위에서 12.2~12.8 ton ha<sup>-1</sup>의 한계수량을 얻을 수 있었다.

7. 한계시비 수준은 3회 예취구에서 558.9 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>, 4회 예취구에서 531.4 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>, 5회 예취구에서 546.3 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>이었으며, 이 때 얻어지는 최대 건물수량은 각각 18.4 ton, 12.7 ton, 10.6 ton ha<sup>-1</sup>이었다.

8. 예취빈도별 예취번초의 경제적 시비수준은 3회 예취구에서 42.6~123.8 kg ha<sup>-1</sup>, 4회 예취구에서 27.3~144.1 kg ha<sup>-1</sup>, 5회 예취구에서 9.3~159.4 kg ha<sup>-1</sup>의 범위를 나타내었다.

9. 유희 논 토양에서 무기태 질소를 단기간 시비하여 reed canarygrass의 건물수량을 얻기 위해서는

예취빈도는 연간 3회로 하고, 시비수준은 300 kg ha<sup>-1</sup> 미만으로 하는 것이 유리하다고 생각된다.

## VI. 인용 문헌

1. 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.
2. Black, A.S., R.R. Sherlock, and N.P. Smith. 1987. Effect of timing of simulated rainfall on ammonia volatilization from urea, applied to soil varying moisture content. *J. of Soil Sci.* 38:679-687.
3. Fenn, L.B., and L.R. Hossner. 1985. Ammonial volatilization from ammonium or ammonium-forming nitrogen fertilisers. *Advances in Soil Sci.* 1:123-169.
4. Herlihy, M., and W.F. O'Keeffe. 1987. Evaluation and model of temperature and rainfall effects on response to N source applied to grassland in spring. *Fertilizer Research* 13:255-267.
5. Jo, I.H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Pflanzenbestand des Grünlandes im österreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bodenkultur. Wien.
6. 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.
7. 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.
8. Long, F.N.J., and H.I. Gracey. 1990. Effect of fertilizer nitrogen source and cattle slurry on herbage production and nitrogen utilization. *Grass and Forages Sci.* 45:431-442.
9. Schechtner, G. 1979. Auswirkungen von Düngung 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, Gumpenstein.
10. Sterens, R.J., I.H. Gracey, D.J. Kilpatrick, M.S. Camlin, D.G. O'Neill and W. McLaughlin. 1989. Effective date of application and from of nitrogen on herbage production in spring. *J. Agric. Sci. Camb.* 112:329-337.
11. van Burg, P.J.J., K. Diliz, and W.H. Prins. 1982. Agriculturalvalue of various nitrogen fertilizers. Netherlands Nitrogen Technical Bulletin No. 13. Agricultural Bureau of the Netherlands Fertilizer Industry.
12. Wolton, K.M., J.S. Brockman, and P.G. Shaw. 1971. The effect of time and rate of N application and the productivity of grass swards in two environments. *J. Br. Grassld Soc.* 26:123-131.
13. 佐藤徳雄, 酒井 博, 藤原勝見, 川鍋祐夫. 1972. オ-チャ-ドグラス 草地の株の状態と収量におよぼす窒素施肥量の影響. *日草誌* 18(1):1-7.
14. 李柱三, 楠谷彰人. 1981a. 섬바디의 생태학적 연구. 제 2보. 건물생산에 미치는 질소의 영향과 생산성의 계절간 비교. *한국축산학회지* 23(6):441-448.
15. 李柱三, 楠谷彰人. 1981b. 섬바디의 생태학적 연구. 제 3보. 기상요인과 계절생산성과의 관계. *한국축산학회지* 23(6):449-453.
16. 李柱三. 1983. Orchardgrass 재생에 미치는 시비 질소의 영향. I. 晩春中心의 시비. *한국축산학회지* 25(2):101-105.
17. 李柱三, 阿部二郎. 1984. 예취빈도와 질소시비 수준이 orchardgrass 품종별 건물수량에 미치는 영향. *한국축산학회지* 26(4):412-417.
18. 이주삼, 조익환, 안중호, 김성규. 1994. 유향 농토양을 이용한 reed canarygrass의 잠재생산성에 관한 연구. I. 예취빈도에 따른 무기태 질소의 시비가 reed canarygrass의 건물수량에 미치는 영향. *한국초지학회지* 14(4):271-280.
19. 이주삼, 조익환. 1994. 예취빈도가 다른 조건에서 무기태 질소와 액상구비의 시용이 reed

- canarygrass의 건물수량과 질소 이용효율에 미치는 영향. 한국유기성자원화협의회 학회지 2(2): 53-63.
20. 이주삼, 김성준, 권진욱. 1995. 무기태 질소와 액상구비의 시용수준이 orchardgrass 초지의 건물수량과 식생구성에 미치는 영향. 한국초지학회지 15(1):43-51.
21. 조익환, 이주삼, 김성규, 안종호. 1996. 액상구비의 시용수준에 대한 reed canarygrass의 반응. 한국유기성자원화협의회학회지 4(1):33-42.