

Reed Canarygrass 초지의 관리 및 이용에 관한 연구

IV. 질소시비수준이 'Palaton' reed canarygrass의 건물생산성과 사료가치에 미치는 영향

서 성 · 조무환 · 이효원*

Studies on the Management and Utilization of Reed Canarygrass

IV. Effect of nitrogen fertilization on the dry matter production, and nutritive value of 'Palaton' reed canarygrass

Sung Seo, Mu Hwan Jo and Hyo Won Lee*

Summary

This experiment was carried out to determine the effects of nitrogen (N) fertilization level (0, 70, 140, 280 and 420 kg/ha) on the grass growth, dry matter (DM) production, nutritive value, and botanical composition in reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) pasture. The cultivar used in this study was Palaton, and the grass was harvested at soiling-hay stage (3 times per year) in 1992 and 1993.

As the N level was increased, the plant height, DM production, and crude protein (CP) content were significantly increased ($P < 0.05$). When the N was applied at the levels of 0, 70, 140, 280, 420 kg, DM yields were 4,540, 5,316, 6,060, 7,923 and 9,960 kg/ha, and CP contents were 17.6, 17.4, 17.4, 18.4 and 19.8%, respectively.

However, as the N level was increased, DM percentage, total digestible nutrients, and relative feed value were decreased, while the contents of neutral detergent fiber and acid detergent fiber, and bareland were continuously increased, particularly in the plot of N 420 kg fertilization.

From the above results, it is suggested that reed canarygrass was one of the sensitive pasture grasses to N fertilizer, and the proper amount of N application was 280 kg/ha/yr for desirable production, nutritive value, and botanical composition in reed canarygrass pasture.

I. 서 론

기후와 토양 등이 불리한 환경조건에서 적응성과 생산성이 뛰어난 reed canarygrass 목초의 생산성을 높게 유지하고자 본 연구는 몇 가지 주요 품종의 생육 특성과 생산량을 비교하고 채초이용시 적정 예취높이와 수확시기 (예취빈도)를 구명한 바 있다.

그런데 목초의 생산량과 사료가치에는 일반적으로 예취관리 뿐만 아니라 시비관리가 크게 영향을 미친다. 특히 reed canarygrass는 토양중 질소성분의 흡수·이용 효율이 매우 높아 증수를 위해서는 질소시비가 필수적인데 (Sopper와 Kardos, 1973; Marten 등, 1979; Marten과 Hovin, 1980), 목초의 연중 균등생산과 이용기간 연장을 위해 질소비료는 분시가 바람직

축산기술연구소(Grassland and Forage Crops Div., National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

* 한국방송통신대학교(Dept. of Agronomy, Korea National Open University, Seoul 110-510, Korea)

하다 (Marten, 1985).

많은 연구자들은 연간 200 kg/ha 이상의 질소시비를 추천하고 있는데 (Rhykerd 등, 1969; Niehaus, 1971; Colyer 등, 1977) 건물생산량만을 고려한다면 이보다 더 많은 질소시비가 유리하다고 하며, 우리나라에서 시험한 서 (1992)는 연간 300 kg/ha의 질소시비수준까지 수량의 유의적인 증가를 보고한 바 있다.

따라서 우리나라에서도 reed canarygrass 목초의 생산성 증대를 위한 적정 질소시비수준 구명이 절실히 요망된다고 하겠다. 이러한 관점에서 본 시험은 몇 가지 질소시비 수준에 따른 reed canarygrass의 생산량, 질소이용효율, 사료가치 및 초지내 잡초발생 상태를 알아보고, 목초의 생육환경이 불리한 산지의 초지개발시 유망한 초종으로 인식되고 있는 reed canarygrass (김, 1992; 서, 1993)의 관리 및 이용에 관한 기초 자료를 얻고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 低 alkaloid reed canarygrass 인 Palaton을 공시품종으로 하여 연간 질소시비수준을 ha당 0, 70, 140, 280, 420kg의 5 수준을 두고 난피법 3반복으로 배치하여 1992년도와 '93년도 2개년에 걸쳐 축산기

술연구소 초지시험포에서 수행하였다. 시험포장은 1991년 8월 30일 ha당 20kg의 파종량으로 길뿌림 산파하였으며, 구당면적은 6 m² (2×3m)로 하였고, 조성비료로 질소, 인산, 칼리를 ha당 각각 80, 200, 70kg 사용하였다.

관리용 비료로 질소는 각 시비수준별로 이른 봄과 1, 2, 3차 예취후로 4회에 걸쳐 균등 분시하였으며, 인산은 100kg 전량을 이른 봄에, 그리고 칼리는 240kg을 질소비료와 동일일자로 4회 균등 분시하였다.

수확은 연간 3회 ('93년 6월 16일, 7월 23일, 10월 2일, '94년 5월 24일, 7월 9일, 9월 14일)로 낮으로 전구 예취하였으며, 매 수확시 초장과 생육상태 및 수량 등을 조사하였고 식생구성 비율은 달판에 의하였다. 목초의 조단백질, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), 가소화양분총량 (TDN), 상대사료가치 (RFV), Ca, P, K 및 Mg 함량은 NIR 분석 (NIR Systems Inc., 1990, ISI program)에 근거하였으며, hemicellulose 함량은 NDF와 ADF와의 차이로서 구하였다.

시험포장의 시험전 토양의 화학적 특성은 (표 1) 토양산도 5.2, 질소함량 0.19%, 유기물함량 3.2%로 우리나라의 일반토양과 비슷하였으며, 유효인산 함량은 235ppm으로 높은 편이었다.

Table 1. Chemical soil properties of the experimental field.

Soil depth	pH (1:5 H ₂ O)	T-N	OM	Avail. P ₂ O ₅	Exch. cation			
					Ca	Na	Mg	K
cm		%	%	ppm	mg/100g			
0~10	5.2	0.19	3.2	235	4.02	0.08	0.74	0.51

III. 결과 및 고찰

1. 질소시비수준별 생육과 수량

질소시비수준에 따른 'Palaton' reed canarygrass의 초장과 건물을 및 건물수량은 표 2에서 보는 바와 같다.

초장과 건물수량은 질소시비수준이 증가할수록 크게 증가하여 2년간 평균 초장은 질소 0, 70, 140, 280, 420kg구에서 각각 39, 42, 50, 61, 72cm로 길어졌고,

평균 건물수량은 각각 4,540, 5,316, 6,060, 7,923, 9,960 kg/ha으로 유의적으로 증가하였다 (P<0.05). 건물물은 질소시비 수준이 증가할수록 감소하여 질소 무시용구에서는 23.0%로 높았으나 질소 420kg 사용구에서는 19.7%로 현저한 건물물 감소를 보였다.

여기서 reed canarygrass 초지에 사용된 질소시비량과 건물수량과의 상관관계를 살펴보면 (그림 1), 질소수준이 높을수록 수량은 뚜렷한 직선 증가를 나타낼 수 있다 (r=0.8872***).

Table 2. Effect of nitrogen (N) fertilization on plant height and dry matter (DM) percentage, and DM yield of 'Palaton' reed canarygrass

N level kg/ha	Plant ht			DM percentage			DM yield		
	1992	1993	Mean	1992	1993	Mean	1992	1993	Mean
	cm			%			kg/ha		
0	27	51	39	24.5	21.5	23.0	3,095	5,985	4,540
70	32	52	42	21.8	20.2	21.0	4,156	6,477	5,316
140	41	59	50	20.6	20.3	20.5	5,531	6,590	6,060
280	51	70	61	19.5	20.4	19.9	7,328	8,517	7,923
420	62	82	72	19.1	20.4	19.7	9,700	10,220	9,960
LSD, 0.05							1,275	1,837	1,380
0.01							1,814	2,613	1,962

NS : not significant.

Dry matter yield, kg/ha

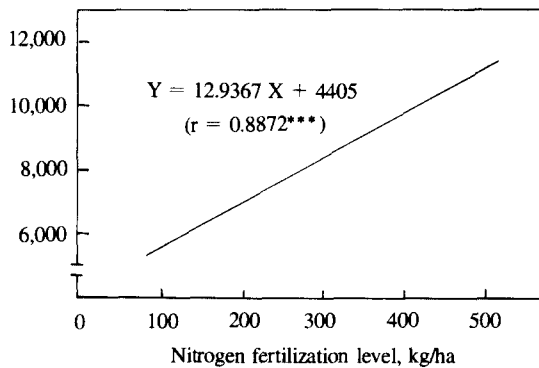


Fig. 1. The relationship between nitrogen fertilization level and dry matter production of 'Palaton' reed canarygrass

본 시험에서 질소시비수준이 높아질수록 reed canarygrass의 건물수량이 많아진 것은 국내외 여러 연구자들의 보고와 같은 결과로, 우리나라에서 시험한 서 (1992)는 연간 질소시비수준이 0, 100, 200, 300kg으로 높아짐에 따라 reed canarygrass의 건물수량은 각각 6.62, 9.87, 11.45, 12.89 톤/ha으로 유의적으로 증가하였다고 하였으며 ($P < 0.05$), 이는 예취빈도에 관계없이 같은 경향을 보였다고 하였다. Niehaus (1971)도 3품종 reed canarygrass에서 질소비료를 75, 150, 300, 600kg 시용하였을 때 건물수량은 각각 5.73, 8.26, 10.66, 11.71 톤으로 크게 증가 ($P < 0.05$) 하였음을 보고한 바 있다.

2. 질소 kg당 건물증가 효율

질소시비수준에 따른 'Palaton' reed canarygrass의 질소 kg 증시당 건물증가 효율은 표 3에서 보는 바와 같다.

Table 3. Effect of nitrogen (N) fertilization on the efficiency of dry matter (DM) increment per N kg of 'Palaton' reed canarygrass.

N level kg/ha	DM increment		
	1992	1993	Mean
	kg/N kg/ha		
0	—	—	—
70	15.2	7.0	11.1
140	17.4	4.3	10.9
280	15.1	9.0	12.1
420	15.7	10.1	12.9
LSD, 0.05	NS	3.5	NS

NS : not significant.

질소시비수준이 높아질수록 건물증가량은 꾸준히 증가하는 경향으로 질소 kg당 평균 건물 증가량은 질소 70, 140, 280 및 420kg 시용구에서 각각 11.1, 10.9, 12.1 및 12.9 kg/ha이었다. 이와 관련하여 Robson 등 (1989)은 초지에서는 시용된 질소 kg당 건물생산량이 ha당 10kg은 되어야 한다고 보고한 바 있다.

따라서 reed canarygrass는 질소비료에 대한 반응도가 매우 크다는 것을 알 수 있으며 (Sopper와 Kardos, 1973; Marten 등, 1979; Marten과 Hovin, 1980; 서, 1992; 조, 1994), Colyer 등 (1977)은 reed canarygrass의 증수를 위해서는 질소시비가 필수적인데 그 적정 사용량은 질소비료 가격과 사초 가격 등에 따라 달라지지만 일반적으로 200 kg/ha의 질소시비가 경제적이라고 하였다.

다른 연구자들도 reed canarygrass의 최대 생산을 위해서는 200kg 이상의 질소시비가 바람직하며, 아울러 질소비료는 분시가 유리하다고 하였으며 (Bonin과 Tomlin, 1969; Rhykerd 등, 1969; Niehaus, 1971), Niehaus (1971)는 질소 600kg 시용구에서 질소이용 효율은 낮다고 평가하고 있다. 한편 우리나라에서 시험

한 서 (1992)도 reed canarygrass에서 건물 수량만을 고려한다면 ha당 300 kg이나 그 이상의 질소시비가 추천될 수 있다고 하여 본 시험의 결과를 잘 뒷받침해 주고 있다.

3. 질소시비수준별 사료가치

질소시비수준에 따른 'Palaton' reed canarygrass의 조단백질 (CP), NDF, ADF, TDN, 상대사료가치 (RFV) 등의 사료가치를 비교해보면 표 4와 같다.

CP 함량은 질소시비 수준이 증가할수록 크게 증가하여 ($P<0.05$) 질소무시용구는 17.6%였으나 질소 280kg 시용구는 18.4%, 질소 420kg구는 19.8%로 Barth 등 (1959)과 Niehaus (1971)의 연구결과와 같은 경향을 보였다.

Table 4. Effect of nitrogen (N) fertilization on the contents of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HC), total digestible nutrients(TDN), relative feed value (RFV), Ca, P, K and Mg of 'Palaton' reed canarygrass

N level kg/ha	At 3rd harvest									
	CP	NDF	ADF	HC	TDN	RFV	Ca	P	K	Mg
 % of dw. % of dw.				
0	17.6	42.5	26.9	15.6	72.4	149	1.73	0.52	3.06	0.49
70	17.4	42.3	27.5	14.8	71.7	148	1.69	0.50	2.64	0.42
140	17.4	43.8	29.1	14.7	69.9	141	1.72	0.50	2.77	0.41
280	18.4	45.2	29.8	15.4	69.2	135	1.58	0.49	2.91	0.38
420	19.8	45.7	29.8	15.9	69.1	134	1.88	0.53	2.71	0.45

The samples for chemical analysis were mixed within three replications.

NDF와 ADF 함량은 질소시비수준이 증가할수록 다소 증가하였는데, 이는 질소증시시 목초의 생육촉진과 함께 목질화 현상 (lignification)이 빨리 진행되어 섬유소 함량이 증가하는 것으로 사료된다. 조섬유 함량의 증가에 따라 TDN과 RFV는 질소시비 수준이 증가할수록 감소하는 것으로 나타나 질소무시용구에서 TDN은 72.4%, RFV는 149였으나 질소 280kg 시용구에서는 TDN은 69.2%, RFV는 135로, 질소 420kg구에서는 TDN은 69.1%, RFV는 134로 낮아졌다.

이와 함께 Ca, P, K, Mg 등 목초의 무기성분 함량은 질소시비 수준에 따른 차이가 거의 없었으며, 이들의 절대함량은 모두 Fleischel (1973)이 제시한 식물체의 적정수준을 상회하고 있는 것으로 나타났다.

4. 질소시비수준별 초지식생

질소시비수준에 따른 'Palaton' reed canarygrass 초지의 나지율, 잡초율 및 목초율 등 초지식생을 살펴보면 표 5와 같다.

잡초발생 비율은 질소시비수준에 따른 영향을 별로 받지 않아 모두 6~8% 수준이었으나, 나지비율은 질소수준이 높아질수록 크게 증가하여 질소 0~140kg 시용구에서는 10% 내외였으나 질소 280kg 구에서는 18%로, 그리고 질소 420kg 구에서는 25%로 높아졌다. 이와 함께 reed canarygrass 목초비율은 질소수준이 증가할수록 감소하였는데 질소무시용구와 질소 140, 280kg 시용구에서는 83~84%로 높았으나

질소 280kg 구에서는 74%, 그리고 질소 420kg 구에서는 68%로 낮아져 질소중시가 초지의 생산성 측면에서 반드시 유리한 것이 아님을 알 수 있다.

Table 5. Effect of nitrogen (N) fertilization on the percentage of bareland, weeds, and 'Palaton' reed canarygrass (RCG)

N level kg/ha	Botanical composition		
	Bareland	Weeds	RCG
0	10	7	83
70	9	7	84
140	11	6	83
280	18	8	74
420	25	7	68

이상의 결과에서 보는 바와 같이 질소시비수준이 0에서 70, 140, 280, 420 kg/ha로 높아질수록 목초의 생육과 수량 및 조단백질 함량은 크게 증가하여 ($P < 0.05$), reed canarygrass는 질소시비에 대한 반응이 매우 높았으며 질소중시는 생산성 증대에 크게 유리하였다. 반면 질소시비수준이 증가할수록 목초의 NDF와 ADF 등 조섬유 함량은 높아지고 TDN과 상대사료가치 등은 낮아졌으며, 나지발생은 많아지고 목초비율은 낮아지는 등 생산성에서 불리한 측면도 많았는데, 이러한 현상은 특히 질소 420kg 시용구에서 뚜렷하였다.

아울러 본 시험에서는 분석되지 않았으나 reed canarygrass의 alkaloid 함량은 질소시비수준이 높아짐에 따라 높아진다는 보고 (Marten, 1973; Marten 등, 1974)로 미루어 보아서도 과도한 질소시비는 피해야 할 것이며, 또 최근 환경보전 측면에서도 농경지의 질소시비량을 감소시키려는 세계농업 추이에 따라 ha당 420kg의 질소시비는 토양 및 수질보존 차원에서 바람직하지 않을 것으로 생각된다.

결론적으로 reed canarygrass는 질소시비에 대한 반응이 매우 높은 목초였으며, reed canarygrass 단파초지에서 생산량과 사료가치 및 초지식생을 고려한 연간 적정 질소시비수준은 현재 우리나라 화본과위주 초지에서 추천하고 있는 ha당 280kg인 것으로 사료된다.

IV. 적 요

본 시험은 질소시비수준 (0, 70, 140, 280, 420 kg/ha)이 reed canarygrass 목초의 생육, 건물생산량, 사료가치 및 초지내 잡초발생에 미치는 영향을 구명하고자 'Palaton' 품종을 공시하여 1992~'93년 2개년간 수행하였다. 질소시비는 각 수준별로 연간 4회 균등분시 하였으며, 수확은 청예기~건초기를 기준하여 연간 3회로 하였다.

질소시비수준이 0, 70, 140, 280, 420 kg/ha으로 증가할수록 reed canarygrass의 초장과 건물수량 및 조단백질 함량은 유의적으로 증가하여 ($P < 0.05$), 평균 초장은 각각 39, 42, 50, 61, 72 cm로, 연간 건물수량은 각각 4,540, 5,316, 6,060, 7,923, 9,960 kg/ha으로, 그리고 조단백질 함량은 각각 17.6, 17.4, 17.4, 18.4, 19.8%로 높았졌다. 또 시용질소 kg당 건물증가율도 질소시비수준이 높아질수록 증가하는 경향이였다.

반면, 질소시비수준이 증가할수록 목초의 건물물은 점차 낮아졌으며, NDF와 ADF등 조섬유 함량은 증가하였고, TDN과 상대사료가치 (RFV)는 감소하였으며, 나지발생이 많아지고 목초비율은 낮아졌다. 한편, Ca, P, K, Mg 등 목초의 무기성분 함량은 질소시비수준에 따른 차이는 작았다.

이상의 결과로써 reed canarygrass는 질소시비에 대한 반응이 매우 높은 목초였으며, 질소중시가 건물과 조단백질 생산량 증대에 유리한 것은 사실이나 초지식생과 조섬유 함량 등을 고려할 때 연간 420 kg의 질소시용은 생산성 측면에서 불리하였다. 따라서 단파위주의 reed canarygrass 초지에서 목초의 생산량과 사료가치를 높이고 양호한 초생유지를 위한 적정 질소시비수준은 연간 ha당 280 kg인 것으로 생각된다.

V. 인용문헌

1. Barth, K.M., G.W. Vander Noot and J.L. Cason. 1959. A comparison of alfalfa hay with bromegrass and reed canarygrass hays at various levels of nitrogen fertilization. *J. of Nutrition* 68:383-391.
2. Bonin, S.G. and D.C. Tomlin. 1968. *Can. J. Plant Sci.* 48:511-517. *In Forages.* (4th ed.). Heath, M.E., R.F. Barnes and D.S. Metcalfe. Iowa State Univ., Ames. USA. pp. 212.

3. 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.
4. Fleischel, H. 1973. *Duengung und Tiergesundheit*. 3. Auflage. pp. 14-19.
5. Marten, G.C. 1973. Alkaloids in reed canarygrass. pp. 15-31. *In* Anti-quality components of forages (Matches, A.G. ed.). Spec. Publ. No. 4, Crop Sci. Soc. Amer., Madison, Wis., USA.
6. Marten, G.C. 1985. Reed canarygrass. *In* Forages (The science of grassland agriculture). (4th ed.). Heath, M.E., R.F. Barnes and D.S. Metcalfe. Iowa State Univ., Ames. USA.
7. Marten, G.C. and A.W. Hovin. 1980. Harvest schedule, persistence, yield, and quality interactions among four perennial grasses. *Agron. J.* 72:378-380.
8. Marten, G.C., A.B. Simons and J.R. Frelich. 1974. Alkaloids of reed canarygrass as influenced by nutrient supply. *Agron. J.* 66:363-368.
9. Marten, G.C., C.E. Clapp and W.E. Larson. 1979. Effects of municipal wastewater effluent and cutting management on persistence and yield of eight perennial forages. *Agron. J.* 71:650-658.
10. Niehaus, M.H. 1971. Effect of N fertilizer on yield, crude protein content, and *in vitro* dry matter disappearance in *Phalaris arundinacea* L. *Agron. J.* 63:793-794.
11. Rhykerd, C.L., C.H. Noller, K. L. Washburn, Jr. S.J. Donohue, K.L. Collins, L.H. Smith and M.W. Phillips. 1969. Purdue Univ. Agron. Guide AY-176. *In* Forages. (4th ed.). Heath, M.E., R.F. Barnes and D.S. Metcalfe. Iowa State Univ., Ames. USA. pp. 212.
12. Robson, M.J., A.J. Parsons and T.E. Williams. 1989. Herbage production : grass and legumes. *In* Grass : Its production and utilization (2nd ed.). Edited by Holmes W., Brit. Grassl. Soc. Pub.
13. Sopper, W.E. and L.T. Kardos. 1973. *In* Recycling treated municipal wastewater and sludge through forest and cropland. University Park : Penn State Univ. Press.
14. 김동암. 1992. 산지초지 개발과 리드 카나리그라스의 이용. 한국초지학회 창립 20주년 기념, 양축농민을 위한 초지개발과 조사료 생산기술 연찬회. 한국초지학회.
15. 서 성. 1993. 리드카나리그라스에 대한 재인식과 효율적인 관리·이용 방안 (상), (하). 월간 축산진흥 11월호 pp. 104-109, 12월호 pp. 95-99.
16. 서홍중. 1992. 예취빈도 및 질소시비수준이 Reed Canarygrass의 저장탄수화물과 생산성에 미치는 영향. 건국대 대학원 농학석사 학위논문.
17. 조무환. 1994. 리드 카나리그라스의 농업적 특성. 한초지 14(3):157-176.