

제주조의 질소분시 횟수에 따른 생육반응, 수량성 및 사료가치 변화

조남기 · 강영길 · 송창길 · 고통환 · 조영일*1)

Effects of Split Nitrogen Application on Growth Characters, Yield Potential and Feed Value in Jeju Italian Millet

Nam Ki Cho, Young Kil Kang, Chang Khil Song, Dong Hwan Ko, Young Il Cho*

ABSTRACT

This study was conducted at a volcanic ash soil in the Experimental Farm of Cheju national university from May 1, 2000 to August 25, 2000 to determine the optimum frequency of split N application for forage production of Jeju Italian millet (*Setaria italica* Beauvis). N rate was applied with 200kg N/ha, and frequencies of the split application were 1, 2, 3, 4 and 5 times. Days to heading was 87 days in the N applied plot all at once, was delayed to 93 days at the five times split-applied plot. Plant height was the greatest (143cm) at the four times split-applied plot, but above or below that was short. Leaf length, number of leaves and nodes were a similar tendency to plant height. SPAD (Soil Plant Analysis Development) reading values rose 34.3~36.2 as N was split-applied from one to five times. Fresh forage, dry matter, crude protein and TDN yield at the N split-applied to four times increased 33.08~51.50MT/ha, 9.94~13.36MT/ha, 0.93~1.70MT/ha and 5.06~7.28MT/ha, respectively, but at the five times split-applied plot decreased to 49.33MT/ha, 12.69MT/ha, 1.65MT/ha and 6.98 MT/ha, respectively. As the increasing of N split-applied, crude protein, crude fat, NFE and TDN content increased 9.4~13.0%, 1.5~1.9%, 44.5~45.5% and 50.9~55.0%, respectively, whereas crude fiber and crude ash content decreased 35.3~31.6% and 9.3~8.3, respectively.

(Key words : Jeju Italian millet, Split nitrogen application, Growth characters, Feed value)

I. 서 론

조(*Setaria italica* BEAUVOIS)는 척박한 토양조건에서도 흡비력이 매우 강한 특성 때문에 소비재배에도 적응하지만 다비재배에 대한 증수 효과가 매우 높은 작물로 알려져 있다(이,

1983). 우리 나라에서 종실수확을 목적으로 조를 재배할 때의 시비량은 질소 10~15kg/10a, 인산 및 칼리는 각각 5~8kg/10a로 하고, 인산과 칼리는 전량을 기비로, 질소 50%는 기비로 나머지 50%를 추비로 하는 것이 수량이 많다고 하였다(조, 1986). 최 등(1989)은 진주조를

제주대학교 아열대농업동물과학연구소(Dept of Plant Resources Science, College of Agric. & Life Sci., Cheju National University).

* 서울대학교(College of Agric. & Life Sci., Seoul National University).

Corresponding author : Nam Ki Cho, Dept of Plant Resources Science, College of Agric. & Life Sci., Cheju National University, Jeju, 697-756, Korea. (064)754-3315, chonamki@cheju.ac.kr

재배할 때에는 질소시비량을 10kg에서 60kg /10a까지 증가시킴에 따라 초장은 230cm에서 255cm로 길어지고 청예수량은 4.8MT/10a에서 9.1MT/10a로 증수되었으나, 30kg/10a 이상으로 질소시비량을 증가시킬수록 도복정도가 심한 것으로 보고하고 있다. 일반적으로 사료작물은 잎과 줄기를 생산목적으로 하기 때문에 식량작물에 비하여 사료작물은 많은 양의 비료가 요구되는 다비성으로 분시효과가 매우 현저한 것으로 알려지고 있다(Marten, 1985; Edwards 등, 1971). 박 등(1982)은 질소 1/3은 기비로 나머지 2/3는 2회로 나누어 추비로 하는 것이 좋다고 하였고, 청예피는 200kg/ha의 질소를 3회 분시에서(조 등, 2001), 사료용 유채, 양파 및 Sudangrass계 잡종은 240kg/ha의 질소비료를 4회 분시에서 수량이 가장 높았다고 조 등(1998, 2002)은 보고한 바 있으나 제주조를 사료작물로 이용하기 위한 시비관리에 관한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 제주지역에서 질소분시에 따른 제주조의 생육반응, 수량성 및 조성분을 분석하여 여름철 가축사료로 이용하기 위한 연구의 일환으로 수행하였던 결과를 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2000년 5월 1일부터 8월 25일까지 제주대학교 농업생명과학대학 부속농장(표고 278m)에서 제주조를 공시하여 수행되었다. 시험포의 토양은 농암갈색 화산회토였으며 표토(10cm)의 화학적 특성은 Table 1에서 보는 바와 같이 비옥도가 다소 낮은 편이었다. 재배기간 중의 기상조건은 Table 2에서 보는 바와 같다.

5월 1일에 휴폭을 15cm로 하여 15kg/ha에 해당하는 양의 종자를 조파하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O = 200-100-100kg/ha이었고 질소비료는 요소를 사용하여 Table 2에서 보는 바와 같이 분시하였다. 인산과 칼리는 용성인비와 염화칼리로 파종 직전에 전량을 기비로 사용하였다. 시험구 크기는 9m²였으며, 시험구는 난괴법으로 5처리 3반복으로 배치하였다. 시험포의 일반 관리는 일반관례에 준하였다. 형질조사는 三井(1988)의 청예사료작물 조사기준에 준하여 출수기까지의 일수와 엽록소 측정(SPAD-502, Soil Plant Analysis Development: SPAD, Section, Minolta Camera Co., Japan)은 포장에서 조사하였으며 기타 형질조사는 2000년 8월 25일에 시험구에서 초장이 중간인 20개체를 선정하

Table 1. Chemical properties of top soil(0~10cm) before the experiment

pH (1:5)	EC (dS/m)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation(cmol/kg)			
				Ca	Mg	K	Na
5.4	0.19	59.85	42.63	0.69	0.34	0.32	0.2

Table 2. Description of split N application to Jeju Italian millet

No. of N applications	N rate per application (kg/ha)	Timing of N application (days after sowing)
1	200.0	0(at sowing)
2	100.0	0 + 15
3	66.7	0 + 15 + 30
4	50.0	0 + 15 + 30 + 45
5	40.0	0 + 15 + 30 + 45 + 60

Table 3. Meteorological factor during season and 10-year(1991~2000) average

	Temperature(°C)						Precipitation		Hours of sunshine	
	Average		Maximum		Minimum		(mm)			
	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N
May	17.2	17.9	21.2	25.2	13.8	12.1	46.2	94.9	229.9	214.9
June	21.6	21.5	25.1	27.8	18.7	17.3	97.6	178.2	165.9	163.6
July	26.4	25.9	29.7	31.2	23.8	22.2	166.2	219.4	227.3	201.8
Aug.	28.0	26.7	30.9	31.1	25.0	23.1	169.6	289.9	241.7	193.7
Sept.	22.2	23.1	24.6	28.4	19.7	18.9	331.2	198.3	155.0	171.8

T : the testing period, N : the normal year(1991-2000).

여 초장, 엽장, 엽수, 마디수, 경직경 등을 측정하였다. 생초수량은 시험구의 가운데 부분 3.3 m²(1.8 × 1.8m)의 식물체를 2cm 높이로 예취하여 생초중을 측정한 다음 약 500g의 시료를 취하여 75°C 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물물을 구한 후 건물수량을 산출하였다. 조단백질(CP), 조지방(BE), 조섬유(CF), 조회분(CA) 및 가용무질소물(NFE) 등의 사료가치는 1mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 표준사료분석법(축산기술연구소, 1996)에 준하여 분석하였고, 가소화양분 함량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 다음 수식에 의하여 산출하였다.

$$TDN(\%) = -17,265 + 1,212CP(\%) + 2,464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.488CF(\%)$$

III. 결과 및 고찰

1. 생육반응

질소시비 횟수 차이에 따른 제주조의 출수일수, 초장, 경직경, 엽수, 마디수, 엽장, 엽폭, 개체당 무게 및 엽록소 측정치를 조사한 결과를 Table 4에 표시하였다.

파종 후 출수기까지 일수는 87일에서 93일로 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 출수기까지 일

수는 지연되는 경향이었다. 초장은 4회분시에서 143cm로 가장 길었으며, 4회보다 분시횟수가 적거나 많을 경우의 초장은 짧았다. 시비횟수가 엽장, 엽폭, 마디 수에 미치는 영향은 초장반응과 비슷한 경향이었다. 엽록소 측정치는 전량 질소시비에서 5회 분시구까지 34.3에서 36.2로 큰 변화가 없었으나 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 증가하였다. 이 시험에서 4회 분시에서 초장, 엽장 등 모든 형질이 가장 양호하였던 것으로 보아 질소 66.7kg/ha를 4회 분시가 제주조의 잎, 줄기 등의 생장에 필요한 질소비료를 적기에 공급하였기 때문이라고 생각되었다. 강우량이 많은 지역과 화산회 토양에서는 질소의 휘산이나 탈질 및 용탈 등에 의한 비료 유실량이 많기 때문에 같은 양의 질소비료를 나누어 여러 번 분시하는 것이 화분과 사료작물 등의 생육을 촉진시킬 수 있는 것으로 여러 연구자들에 의하여 보고되어 있다 (Edwards 등, 1971; Marten, 1985). 제주지역과 같이 강우량이 많고 비료 유실량이 많은 화산회 토양에서 조 등(2001)은 청예피는 질소 3회(66.7kg/ha), 귀리는 질소 4회 분시(60kg/ha)에서 초장, 엽장 및 엽폭 등 모든 형질이 우세한 것을 보고한 바 있다(조 등, 2001; 조 등, 1999).

2. 수량성변화

Table 4. Agronomic characters of Jeju Italian millet grown at five split N applications

No. of N applications	Days to heading	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	No. of leaves /plant	No. of nodes /plant	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	SPAD reading values
1	July 27(87)	128	0.5	11.0	8.8	36.5	2.6	34.3
2	July 28(88)	133	0.6	11.6	9.2	37.7	3.0	35.0
3	July 30(90)	140	0.7	11.7	9.4	39.8	3.2	35.6
4	Aug. 1(92)	143	0.8	12.0	9.5	42.3	3.5	36.0
5	Aug. 2(93)	139	0.8	12.0	9.4	42.1	3.6	36.2
LSD(5%)	1.03	5.93	0.07	0.34	0.21	1.45	0.21	1.45
C.V.(%)	0.61	2.31	5.42	1.55	1.22	1.93	3.47	2.17

질소분시 횟수에 따른 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량은 Table 5에 제시하였다.

질소분시 횟수에 따른 제주조의 생초수량은 전량시비구에서 33.08MT/ha였으나 분시 횟수가 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 4회 분시 구에서는 51.50MT/ha로 증수되었으나 5회 분시에서는 49.33MT/ha로 감수되었다. 시비횟수 증가에 따른 건물, 단백질 및 TDN 수량도 생초 수량 반응과 비슷한 경향이였다. 즉 4회 분시에서 건물수량은 13.36MT/ha, 단백질 수량은 1.70MT/ha, TDN 수량은 7.28MT/ha로 증수되었

으나 그 이상의 분시와 그 이하의 분시구에서는 감소되어 전량시비구에서 건물, 단백질 및 TDN 수량은 각각 12.69MT/ha, 1.65MT/ha, 6.98 MT/ha로 감수되었다. 이 시험에서 200kg/ha의 질소비료를 4회 분시구에서 생초, 건초 및 단백질 수량이 증수된 것으로 보이었고, 전량시비와 분시 횟수가 감소됨에 따라 수량성이 점차적으로 감수된 것은 질소가 사초생산에 기여가 적었던 것으로 생각되었다. 제주지역에서 질소를 분시함에 따라 사료작물의 수량을 증가시켰다는 보고가 있는데, 청에피는 3회분시

Table 5. Fresh forage, dry matter, crude protein and total digestible nutrients(TDN) yield at five split N applications

No. of N applications	Fresh forage yield (MT/ha)	Dry matter Yield (MT/ha)	Crude protein Yield (MT/ha)	TDN Yield (MT/ha)
1	33.08	9.94	0.93	5.06
2	39.20	10.86	1.19	5.71
3	49.52	12.97	1.51	6.92
4	51.50	13.36	1.70	7.28
5	49.33	12.69	1.65	6.98
LSD(5%)	1.40	0.73	0.11	0.42
C.V.(%)	1.68	3.24	4.27	3.52

Table 6. Crude protein, ether extract, crude ash, crude fiber, nitrogen free extract(NFE) and total degestible nutrients(TDN) contents at five split N applications

No. of N applications	Crude protein(%)	Ether extract(%)	Crude ash(%)	Crude fiber(%)	NFE (%)	TDN (%)
1	9.4	1.5	9.3	35.3	44.5	50.9
2	11.0	1.7	8.8	33.9	44.6	52.6
3	11.6	1.7	8.7	33.2	44.8	53.4
4	12.7	1.8	8.4	32.0	45.0	54.5
5	13.0	1.9	8.3	31.6	45.2	55.0
LSD(5%)	0.45	0.10	0.26	0.22	0.56	0.34
C.V.(%)	2.08	3.09	1.56	0.35	0.67	0.34

(200kg/ha)에서 (조 등, 2001), 청예유채와 양마 및 Sudangrass계 잡종은 4회분시(240kg/ha)에서 (조 등, 1998; 1999; 2001) 사초수량이 증수되었다고 보고한 바 있다. 다른 지역에서도 Sudangrass에서 (Edwards 등, 1971), 수수에서(Johnson 및 Cummins, 1967), Reed canarygrass에서도 (Marten, 1985) 같은 양의 질소를 분시함에 따라 사초수량성이 증가되었다고 보고한 바 있다.

3. 사료가치 변화

질소분시 횟수에 따른 제주조의 조단백, 조지방, 조섬유, 조회분, 가용무질소물 및 TDN 함량 변화는 Table 6에서 보는 바와 같다.

조단백, 가용무질소물 및 TDN 함량은 전량 질소시비에서 각각 9.4%, 44.5%, 50.9%이었던 것이 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 점차적으로 증가되어 5회 분시에서 조단백질 함량은 13.0%, 가용무질소물은 45.2%, TDN 함량은 55.0%로 증가되었다. 이와는 반대로 조섬유 함량은 35.3%에서 31.6%로, 조회분 함량은 9.3%에서 8.3%로 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 감소되었다. 조지방 함량은 1.5%에서 1.9%의 범위로 큰 차이가 없었으나 5회 분시까지 시비 횟수가 많아질수록 미미하게 증가되는 경향을

보였다. 시비 횟수가 많을수록 단백질, 가용무질소물 등이 증가된 것은 질소비료의 연속적인 공급에 의하여 제주조의 영양생장기간이 연장되었을 뿐만 아니라 질소성분 축적량이 많아졌고 이와는 반대로 조섬유 함량 등이 낮아진 것은 영양생장기간이 단축되었기 때문이라고 생각되었다. 질소가 사료작물 생육에 미치는 생리작용은 단백질 합성에 중요한 역할을 하기 때문에 질소비료의 지속적인 공급은 세포 내용물질인 N 성분을 증가시키는 것으로 알려지고 있고(Songin, 1985), 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 단백질, 조지방 및 가용무질소물은 증가되나 조섬유 및 조회분 함량이 낮아진다는 보고가 다른 화분과 사료작물에서도 보고된 바 있다(Reneau 등, 1983; 조 등, 1998; 1999; 2000; 2001).

IV. 요 약

본 연구는 제주도 화산회토에서 제주조의 적정 질소시비 횟수를 구명하기 위하여 2000년 5월에 질소시비량을 200kg/ha으로 고정하고 15일 간격으로 1~5회 분시하여 제주조의 생육반응, 수량 및 사료가치를 분석하였다.

출수기까지의 일수는 전량 시비구에서 87일이었으나 5회 분시에서 93일로 지연되었다. 초

장은 4회 분시구에서 143cm로 가장 컸으나 그 이상으로 분시 횟수가 많거나 적을 경우에는 짧았다. 엽장, 엽수 및 마디 수는 초장반응과 비슷한 경향이었고, 엽록소 측정치는 34.3에서 36.2로 분시 횟수가 많을수록 증가되었다.

질소시비 횟수가 1회에서 4회로 증가됨에 따라 생초수량은 33.8MT/ha에서 51.50MT/ha로, 건물수량은 9.94MT/ha에서 13.36MT/ha로, 단백질수량은 0.93MT/ha에서 1.70MT/ha로, TDN 수량은 5.06MT/ha에서 7.28MT/ha로 증가되었으나 5회 분시구에서 각각 49.33MT/ha, 12.69MT/ha, 1.65MT/ha, 6.98MT/ha로 감소되었다.

질소분시 횟수가 증가됨에 따라 단백질 함량은 9.4%에서 13.0%로, 조지방 함량은 1.5%에서 1.9%로, 가용무질소물은 44.5%에서 45.2%로, TDN 함량은 50.9%에서 55.0%로 증가되었으나 조섬유 함량은 35.3%에서 31.6%로, 조회분은 9.3%에서 8.3%로 감소되는 경향이였다.

V. 인 용 문 헌

1. 이홍석. 1983. 전작. 방송통신대학. pp.147-158.
2. 조남기, 박성준, 강영길, 송창길. 1998. 질소 분시에 따른 Sudangrass계 잡종의 생육, 수량 및 사료가치 변화. 제주대 아농연. 15:21-30.
3. 조남기, 송창길, 송승운, 조영일, 오은경. 2001b. 제주지역에서 질소분시에 따른 귀리의 생육특성, 사초술야 및 조성분 변화. 동물자원지 43(4): 553-560.
4. 조남기, 강영길, 부창분. 2001a. 질소분시가 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분 함량에 미치는 영향. 동물자원지 43(2):253-258.
5. 조남기, 강영길, 송창길, 조영일, 정재수, 고미라, 오은경. 2002. 제주지역에서 질소분시 횟수에 따른 양마의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화. 한초지. 22(1):9-14.
6. 조재영. 1983. 전작. 향문사. pp 158-197.
7. 최병한, 박근용, 박래경. 1989. 시비량이 진주조의 생산성 및 품질에 미치는 영향. 한작지. 34(4):396-399.
8. 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법. p.1-20.
9. 三井計夫. 1988. 飼料作物·草地. 養賢堂. pp 514-519.
10. Cho, N.K., C.S. Yu and E.I. Cho. 1999. Effects Splitting Nitrogen Application on the Growth, Yield and Chemical Composition of Rape, Journal of Env. Research. Cheju National Univ. Vol 7: 83-101.
11. Edwards, N.C., H.A. Fribourg and M.J. Montgomery. 1971. Cutting sorghum - sudangrass cultivar Sudax SX-11. Agron. J. 63:261-271.
12. Johnson, B.J. and D.G. Cummins. 1967. Influence of rate and time of nitrogen application on forage production of sorghum for silage. Georgia Agr. Res. 9:7-8.
13. Marten, G.C. 1985. Reed canarygrass. In Forages. The science of grassland agriculture. 4th ed. Health, M.E., R.F. Barnes and D.S. Metcalfe. Iowa State Univ. Ames. USA.
14. Reneacu, R.B., Jr. G.D. Jones and J.B. Friedricks. 1983. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. Agron J. 75:5-8.
15. Songin, W. 1985. The effect of nitrogen application on the content of nitrogen phosphorus, potassium and calcium in the dry matter of rye and winter rye grown as winter catch crop. Herb. Abst. 55(2):297.
16. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. Dissertation Utah State Univ., Logan, Utah, USA.