

## 질소분시 횟수에 따른 제주조의 생육반응, 수량성 및 사료가치 변화

조남기, 강영길, 송창길, 전용철, 고동환, 고미라  
제주대학교 식물자원과학과

### Effects of Split Nitrogen Application on Yield Potential and Feed Value in Italian Millet cultivars

Nam Ki Cho, Kil Young Kang, Khi' Chang Song, Yong Chull Jeun, Dong Hwan Ko, Mi Ra Ko  
Dept of Plant Resources Science, Cheju National University

**ABSTRACT** : Three millet cultivars, 'Mo-inchajo', 'Nolanheulinjo' and 'Gaebalsili', were planted on 1 May in 2000 at Jeju to determine the optimum frequency of split nitrogen applications (divided from 1 to 5 times on 200kg/ha of nitrogen rate). The results obtained are summarized as follows: Days to heading on averaged cultivars was 88 days in one times plot of split nitrogen application, but was delayed at 91 days in 5 times of split nitrogen applications. Days to heading was the best rapid at 88 days in Nolanheulinjo of the cultivars and was the latest at 95 days in Mo-inchajo. Plant height on averaged cultivars was the longest at 149.3cm in 4 times of split application plot, but became shorter at 144.1cm in 5 times of that. Plant height by cultivar was the longest in Mo-inchajo (150.4cm), and was the shortest in Gaebalsili (136.4cm). Number of leaves and nodes, leaf length, and leaf width were the same tendency with plant height by split nitrogen applications. Leaf length was the longest in Mo-inchajo and leaf width was the widest in geom-eunjp. Fresh forage, dry matter, crude protein, and total digestible nutrient (TDN) yield increased to 54.33MT/ha,

14.33MT/ha, 1.94MT/ha, and 7.88MT/ha, respectively, at times plot of split nitrogen application, those at above or below plot of that decreased. Forage yield was the highest in Mo-inchajo of the cultivars, while was the lowest in Gaebalsili. Nitrogen uptake quantity increased to 310.7kg/ha in 4 times of split nitrogen application, but decreased to 278.6kg/ha in 5 times of that. Nitrogen use efficiency (NUE) was the highest at 62.9kg DM/kg N in one times plot of split nitrogen application, but at the above frequency of split nitrogen application made gradual decrease. And NUE decreased to 45.6kg DM/kg N in 5 times of split nitrogen application. Nitrogen uptake quantity by cultivar was the most in Mo-inchajo (270.7kg/ha) and NUE was the most in Gaebalsili (54.9kg DM/kg N). Crude protein, ether extract, and TDN contents made gradual increased as increasing of frequency of split nitrogen application, but crude ash and crude fiber contents made gradual decreased as increasing of that. Crude protein and TDN contents was the highest in Mo-inchajo and crude fiber content was the most in Gaebalsili.

### I. 서 론

조(*Setaria italica* BEAUVOIS)는 척박한 토양조건에서도 흡비력이 매우 강한 특성 때문에 소비재배에도 적응하지만 다비재배에 대한 증수효과가 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, 1983). 최 등(1989)은 진주조를 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 알려져 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 분사에서(조 등, 2001), 사료용 유채, 양마 및 Sudangrass계 잡종은 240kg/ha의 질소비료를 4회 분사에서 수량이 가장 높았다고 조 등(1998, 2002)은 보고한 바 있으나 조를 사료작물로 이용하기 위한 시비관리에 관한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 제주지역에서 질소분시에 따른 조품종의 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 모이차조, 노란호린조, 개발시리 3품종을 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-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=200-100-100kg/ha이었고 질소비료는 요소를 사용하여 Table 2에서 보는 바와 같이 분시하였다. 인산과 칼리는 용성인비와 염화칼리로 파종 직전에 전량을 기비로 사용하였다. 시험구 크기는 9m<sup>2</sup>였으며, 시험구는 난괴법으로 5처리 3반복으로 배치하였다. 시험포의 일반 관리는 일반 관례에 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 기타형질조사는 2000년 8월 25일에 시험구에서 초장이 중간인 20개체를 선정하여 초장, 엽장, 엽수, 마디수, 경직경 등을 측정하였다. 생초수량은 시험구의 가운데 부분 3.3m<sup>2</sup>(1.8×1.8m)의 식물체를 2cm 높이로 예취하여 생초중을 측정한 다음 약 500g의 시료를 취하여 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물율을 구한 후 건물수량을 산출하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA) 및 가용무질소물(NFE) 등의 사료가치는 1mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 표준사료분석법(축산기술연구소, 1996)에 준하여 분석하였고, 가스화양분함량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 다음 수식에 의하여 산출하였다.  

$$TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.488CF(\%)$$

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

pH (1:5)	EC (dS/m)	Organic matter (g/kg)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (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

Month	Temperature(°C)						Precipitation (mm)		Hours of sunshine	
	Average		Maximum		Minimum		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)

### Ⅲ. 결 과

한 결과는 Table 4, 5, 6, 7에서 보는 바와 같다.

#### 1. 생육특성

질소분시 횟수에 따른 제주조 품종의 생육특성을 조사 (1) 출수일수 및 엽록소

Table 4. Days to heading and SPAD reading values of three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Days to heading				SPAD reading values			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
1(200kg/ha)	92	85	87	88	34.9	36.5	34.3	35.3
2(100kg/ha)	94	87	88	90	35.3	37.6	35.0	35.9
3(66.7kg/ha)	95	88	90	91	36.1	37.6	35.6	36.4
4(50kg/ha)	96	89	92	92	36.3	38.5	36.0	36.9
5(40kg/ha)	96	90	93	93	36.4	38.5	36.2	37.0
Mean	95	88	90	91	35.8	37.8	35.4	36.3
LSD	(1)0.5	(2)0.8	(3)NS	(4)NS	(1)0.8	(2)0.9	(3)NS	(4)NS

(1) Between cultivar means

(2) Between split N application means

(3) Between split N application means for the same cultivar

(4) Between cultivar means for the same or different split N application means

질소분시 횡수에 따른 품종별 출수일수는 노란호린조가 88일로 가장 빨랐으며, 개발시리 90일, 모인차조가 95일로 가장 늦었다. 파종 후 출수기까지 일수는 전량질소시비에서 88일, 5회 분시에서 93일로 질소분시 횡수가 많아짐에 따라 출수기까지 일수는 지연되는 경향이였다.

엽록소 측정치는 품종에서는 노란호린조가 37.8로 가장 높았으며, 모인차조 및 개발시리는 각각 35.8, 35.4로 낮은 경향이였다. 전량질소시비구에서 5회분시구까지 35.3에서 37.0으로 질소분시 횡수가 많아짐에 따라 증가하였다.

(2) 초장 및 경직경

Table 5. Plant height and stem diameter of three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Plant height(cm)				Stem diameter(cm)			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
1(200kg/ha)	142.1	132.7	127.8	134.2	0.52	0.54	0.54	0.53
2(100kg/ha)	149.3	140.1	132.6	140.7	0.63	0.60	0.59	0.61
3(66.7kg/ha)	153.0	144.6	139.6	145.7	0.64	0.66	0.66	0.65
4(50kg/ha)	157.2	147.6	143.2	149.3	0.66	0.68	0.77	0.70
5(40kg/ha)	150.5	142.8	139.0	144.1	0.62	0.58	0.80	0.67
Mean	150.4	141.6	136.4	142.8	0.61	0.61	0.67	0.63
LSD	(1)2.5	(2)2.1	(3)NS	(4)NS	(1)NS	(2)0.05	(3)0.09	(4)0.10

- (1) Between cultivar means
- (2) Between split N application means
- (3) Between split N application means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different split N application means

질소분시 횡수에 따른 초장은 모인차조가 150.4cm로 가장 길었으며, 노란호린조 141.6cm, 개발시리 136.4cm의 순이었다. 전량 질소시비구에서 134.2cm였던 것이 분시횡수가 많아짐에 따라 점차 길어져 4회분시에서 149.3cm로 가장 길었으나, 5회 분시에서는 144.1cm로 짧아졌다. 이와 같은 초장의 경향은 모든 품종이 분시횡

수가 많아짐에 따라 길어져 4회분시에서 가장 길었다. 경직경은 분시횡수가 많아짐에 따라 굵어지는 경향으로, 개발시리 5회분시에서 0.80cm로 가장 굵었으나, 품종간의 유의성은 인정되지 않았다.

(3) 엽수 및 마디수

Table 6. Number of leaves and Number of nodes of three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	No. of leaves/plant				No. of nodes/plant			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
1(200kg/ha)	10.3	11.4	11.0	10.9	9.4	9.3	8.8	9.2
2(100kg/ha)	12.3	11.4	11.6	11.7	10.0	10.1	9.2	9.8
3(66.7kg/ha)	12.4	11.8	11.7	12.0	10.3	10.3	9.4	10.0
4(50kg/ha)	12.5	11.9	12.0	12.1	10.5	10.5	9.5	10.2
5(40kg/ha)	12.5	11.9	12.0	12.1	10.3	10.3	9.4	10.0
Mean	12.0	11.7	11.6	11.8	10.1	10.1	9.3	9.8
LSD	(1)NS	(2)0.2	(3)0.4	(4)0.5	(1)0.3	(2)0.2	(3)NS	(4)NS

- (1) Between cultivar means
- (2) Between split N application means
- (3) Between split N application means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different split N application means

엽수는 공시품종 모두 분시횟수가 많을수록 점차 증가하는 경향으로, 4회분시에서 모인차조, 노란호린조, 개발시리 각각 12.5, 11.9, 12.0개로 많은 편이었으나, 3회분시 이상에서는 유의성이 인정되지 않았다.

마디수는 모인차조와 노란호린조가 각각 10.1개로 많

았고, 개발시리는 9.3개로 적었다. 질소분시 횟수에 따른 마디수의 반응은 분시횟수가 많을수록 점차 증가하여 4회분시에서 10.2개로 많은 편이었다.

(4) 엽장 및 엽폭

Table 7. Leaf length and leaf width of three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Leaf length(cm)				Leaf width(cm)			
	Mo-incha jo	Nolanheulinjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheulinjo	Gaebalsili	Mean
1(200kg/ha)	40.4	35.1	36.5	37.3	2.5	2.5	2.6	2.6
2(100kg/ha)	43.7	39.1	37.7	40.2	2.8	3.0	3.0	3.0
3(66.7kg/ha)	45.7	41.5	39.8	42.3	3.0	3.4	3.2	3.2
4(50kg/ha)	46.3	43.5	42.3	44.0	3.1	3.5	3.5	3.4
5(40kg/ha)	45.3	40.0	42.1	42.5	3.0	3.4	3.6	3.3
Mean	44.3	39.8	39.7	41.3	2.9	3.2	3.2	3.1
LSD	(1)1.2	(2)0.1	(3)1.7	(4)1.9	(1)0.1	(2)0.2	(3)NS	(4)NS

- (1) Between cultivar means
- (2) Between split N application means
- (3) Between split N application means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different split N application means

질소분시에 따른 품종별 엽장은 공시품종 모두 분시횟수가 많아짐에 따라 길어져서 4회분시에서 모인차조, 노란호린조, 개발시리 각각 46.3, 43.5, 42.3cm로 가장 길었으나, 5회분시에서는 다시 짧아지는 경향을 보였다.

품종간 엽폭은 노란호린조와 개발시리가 3.2cm로 넓은 편이었으며, 모인차조는 2.9cm로 좁은 편이었다. 질소분시 횟수에 따른 엽폭은 엽장과 비슷한 경향을 보였는데, 전량질소소비구에서 2.6cm였던 것이 분시횟수가 많아짐에 따라 점차 넓어져서 4회분시에서 3.4cm로 가

장 넓었으나, 5회분시구와는 유의한 차이는 나타나지 않았다.

2. 수량성 변화

질소분시 횟수에 따른 생초, 건물, 단백질 및 TDN수량, 질소흡수량 및 질소이용효율을 조사한 결과는 Table 8, 9, 10에서 보는 바와 같다.

(1) 생초 및 건물수량

Table 8. Fresh forage yield and dry matter yield of three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Fresh forage yield(MT/ha)				Dry matter yield(MT/ha)			
	Mo-incha jo	Nolanheulinjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheulinjo	Gaebalsili	Mean
1(200kg/ha)	40.33	33.55	33.08	35.66	10.54	10.23	9.94	10.24
2(100kg/ha)	46.35	45.58	39.20	43.71	13.28	11.51	10.86	11.88
3(66.7kg/ha)	55.55	50.12	49.52	51.73	13.20	12.66	12.97	12.94
4(50kg/ha)	59.78	51.70	51.50	54.33	15.82	13.82	13.36	14.33
5(40kg/ha)	53.90	47.90	49.33	50.38	13.01	12.31	12.69	12.67
Mean	51.18	45.77	44.53	47.16	13.17	12.10	11.96	12.41
LSD	(1)0.51	(2)0.94	(3)1.64	(4)1.55	(1)0.49	(2)0.31	(3)0.53	(4)0.67

- (1) Between cultivar means
- (2) Between split N application means
- (3) Between split N application means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different split N application means

질소분시 횡수에 따른 제주조의 생초수량은 공시품종 모두 분시횡수가 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 4회 분시구에서 모인차조, 노란호린조, 개발시리 각각 59.78, 51.70, 51.50MT/ha로 가장 증수하였으나, 5회 분시에서는 감수되는 경향을 보였다.

비슷한 결과를 보여 4회분시구에서 모인차조, 노란호린조, 개발시리 각각 15.82, 13.82, 13.36MT/ha로 가장 증수되었으나, 이보다 분시횡수가 적거나 많을 경우 감수되는 경향으로 개발시리 전량질소시비구에서 9.94MT/ha로 가장 수량이 감수되었다.

건물수량도 질소분시 횡수에 따른 생초수량의 변화와

(2) 단백질 및 TDN 수량

Table 9. Crude protein yield and total digestible nutrients(TDN) yield of three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Crude protein yield (MT/ha)				TDN yield (MT/ha)			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
1(200kg/ha)	1.12	1.02	0.93	1.02	5.44	5.27	5.06	5.26
2(100kg/ha)	1.60	1.36	1.19	1.39	7.07	6.10	5.71	6.29
3(66.7kg/ha)	1.70	1.63	1.51	1.61	7.19	6.85	6.92	6.98
4(50kg/ha)	2.20	1.93	1.70	1.94	8.77	7.59	7.29	7.88
5(40kg/ha)	1.84	1.73	1.65	1.74	7.25	6.80	6.98	7.01
Mean	1.69	1.53	1.40	1.54	7.14	6.52	6.39	6.68
LSD	(1)0.09	(2)0.04	(3)0.08	(4)0.11	(1)0.28	(2)0.17	(3)0.30	(4)0.39

- (1) Between cultivar means
- (2) Between split N application means
- (3) Between split N application means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different split N application means

단백질수량은 생초수량 반응과 비슷한 경향이였다. 즉 4회 분시에서 공시품종 모두 단백질수량은 2.20, 1.93, 1.70MT/ha로 증수되었으나, 그 이상의 분시구와 그 이하의 분시구에서는 감수되어 개발시리 전량질소시비구에서 0.93MT/ha로 단백질수량은 가장 감수되었다.

TDN 수량도 질소분시 횡수에 따른 단백질수량의 반응과 같은 경향으로 4회분시에서 모인차조, 노란호린조, 개발시리 각각 8.77, 7.59, 7.29MT/ha로 가장 높았다.

(3) 질소흡수량 및 질소이용효율

Table 10. N uptake and nitrogen use efficiency(NUE) of three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	N uptake(kg/ha)				NUE(kg DM/kg N)			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
1(200kg/ha)	178.3	162.6	149.5	163.5	59.2	62.9	66.5	62.9
2(100kg/ha)	255.7	218.0	191.1	221.6	51.9	52.8	56.8	53.9
3(66.7kg/ha)	272.4	260.5	241.4	258.1	48.5	48.6	53.7	50.3
4(50kg/ha)	352.0	308.0	272.1	310.7	45.0	44.9	49.1	46.3
5(40kg/ha)	295.0	277.0	263.9	278.6	44.1	44.4	48.1	45.6
Mean	270.7	245.2	223.6	246.5	49.7	50.7	54.9	51.8
LSD	(1)14.6	(2)7.2	(3)2.4	(4)18.1	(1)0.9	(2)0.9	(3)1.5	(4)1.6

- (1) Between cultivar means
- (2) Between split N application means
- (3) Between split N application means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different split N application means

질소분시에 따른 질소흡수량은 분시횡수가 많아짐에 따라 점차 증가하여 4회 분시구에서 310.7kg/ha으로 가장 높았고, 5회 분시구에서는 시비횡수 증가에 따른 질소흡량의 증가보다는 건물수량 감소로 인하여 인하여 278.6kg/ha로 감소되었다. 품종중에서 질소흡수량이 가장 높은 품종은 모인차조로 270.7kg/ha였고, 노란호린조 245.2kg/ha, 개발시리 223.6kg/ha의 순이었다.

질소이용효율은 1회 분시구에서 62.9kg DM/kg N로 가장 높았으나, 분시횡수가 증가함에 따라 점차 감소하여 5회 분시구에서는 45.6kg DM/kg N으로 감소되었다.

질소이용효율이 가장 높은 품종은 개발시리로 54.9kg DM/kg N이었고, 모인차조와 노란호린조는 낮은편으로 두 품종간의 유의성은 나타나지 않았다.

3. 사료가치 변화

질소분시 횡수에 따른 제주조 품종의 조단백, 조지방, 조회분, 조섬유, 가용무질소물 및 TDN 함량을 조사한 결과는 Table 11, 12, 13에서 보는 바와 같다.

(1) 조단백질 및 조지방 함량

Table 11. Crude protein and Ether extract contents of forage for three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Crude protein(%)				Ether extract(%)			
	Mo-incha jo	Nolanheulinjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheulinjo	Gaebalsili	Mean
1(200kg/ha)	10.6	9.9	9.4	10.0	1.5	1.5	1.5	1.5
2(100kg/ha)	12.0	11.8	11.0	11.6	1.7	1.6	1.7	1.6
3(66.7kg/ha)	12.9	12.9	11.6	12.5	1.7	1.7	1.7	1.7
4(50kg/ha)	13.9	13.9	12.7	13.5	1.8	1.8	1.8	1.8
5(40kg/ha)	14.2	14.1	13.0	13.7	1.9	1.8	1.9	1.9
Mean	12.7	12.5	11.6	12.3	1.7	1.7	1.7	1.7
LSD	(1)0.3	(2)0.2	(3)0.3	(4)0.4	(1)NS	(2)0.1	(3)NS	(4)NS

- (1) Between cultivar means
- (2) Between split N application means
- (3) Between split N application means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different split N application means

조단백질 함량은 공시품종 모두 질소분시 횡수가 많아짐에 따라 점차적으로 증가하여 5회분시구에서 모인차조, 노란호린조, 개발시리 각각 14.2, 14.1, 13.0%로 가장 증수하였다.

질소분시 횡수에 따른 조지방함량은 질소분시 횡수가 많아짐에 따라 점차적으로 증가하여 5회분시구에서 1.9%로 가장 높았으며, 품종간의 유의성은 인정되지 않았다.

(2) 조회분 및 조섬유 함량

Table 12. Crude ash and Crude fiber contents of forge for three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Crude ash(%)				Crude fiber(%)			
	Mo-incha jo	Nolanheulinjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheulinjo	Gaebalsili	Mean
1(200kg/ha)	8.9	8.8	9.3	9.0	35.3	35.0	35.3	35.2
2(100kg/ha)	8.6	8.6	8.8	8.7	33.9	33.9	33.9	33.9
3(66.7kg/ha)	8.4	8.3	8.7	8.5	32.2	33.0	33.2	32.8
4(50kg/ha)	8.3	8.2	8.4	8.3	31.3	32.4	32.0	31.9
5(40kg/ha)	8.2	8.2	8.3	8.3	31.2	32.1	31.6	31.6
Mean	8.5	8.4	8.7	8.5	32.8	33.3	33.2	33.1
LSD	(1)0.2	(2)0.1	(3)NS	(4)NS	(1)0.4	(2)0.2	(3)0.4	(4)0.5

- (1) Between cultivar means
- (2) Between split N application means
- (3) Between split N application means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different split N application means

품종별 조희분 함량은 개발시리가 8.7%로 가장 높았으며, 모인차조와 노란호린조는 각각 8.5, 8.4%로 낮은 편이었다. 질소분시 횡수에 따른 조희분 함량 변화는 전량질소시비구에서 9.0%로 높은 편이었으나, 분시횡수가 많아짐에 따라 낮아져서 5회분시구에서는 8.3%로 낮아졌다.

조섬유 함량은 공시품종 모두 전량질소분시구에서 모인차조, 노란호린조, 개발시리 각각 35.3, 35.0, 35.3%로 높았으나, 질소분시 횡수가 많아짐에 따라 점차 낮아지는 경향을 보였다.

(3) 가용무질소물 및 TDN 함량

Table 13. Nitrogen free extract(NFE) and total digestible nutrients(TDN) contents of forge for three Jeju Italian millet cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	NFE(%)				TDN(%)			
	Mo-incha Nolanheu		Gaebalsili	Mean	Mo-incha Nolanheu		Gaebalsili	Mean
	jo	linjo			jo	linjo		
1(200kg/ha)	43.7	44.7	44.5	44.3	51.6	51.5	50.9	51.3
2(100kg/ha)	43.8	44.1	44.6	44.2	53.2	53.0	52.6	52.9
3(66.7kg/ha)	44.8	44.2	44.8	44.6	54.4	54.1	53.4	54.0
4(50kg/ha)	44.6	43.7	45.0	44.5	55.4	55.0	54.5	55.0
5(40kg/ha)	44.5	43.8	45.2	44.5	55.7	55.2	55.0	55.3
Mean	44.3	44.1	44.8	44.4	54.1	53.8	53.3	53.7
LSD	(1)0.4	(2)NS	(3)0.6	(4)0.7	(1)0.3	(2)0.2	(3)NS	(4)NS

- (1) Between cultivar means
- (2) Between split N application means
- (3) Between split N application means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different split N application means

질소분시 횡수에 따른 가용무질소물은 개발시리가 44.4%로 가장 높았으나, 처리간의 유의성은 인정되지 않았다. 품종간 가소화양분총량은 모인차조가 54.1%로 가장 높았으며 노란호린조 53.8%, 개발시리 53.3%의 순이었으며, 질소분시횡수가 많아짐에 따라 51.3%에서 55.3%로 증가하는 경향을 보였다.

강우량이 많은 지역과 화산회 토양에서는 질소의 휘산이나 탈질 및 용탈 등에 의한 비료유실량이 많기 때문에 같은 양의 질소비료를 나누어 여러 번 분시하는 것이 화본과 사료작물의 생육을 촉진시킬 수 있는 것으로 여러 연구자들에 의하여 보고되어 있다(Edwards 등, 1971; Marten, 1985).

IV. 고 찰

파종 후 제주조의 출수기까지 일수는 질소분시 횡수가 많아짐에 따라 지연되는 경향이였다. 초장은 4회 분시에서 품종평균 149.3cm로 가장 길었으며, 4회보다 질소분시 횡수가 적거나 많을 경우의 초장은 짧았다. 분시횡수가 엽장, 엽폭, 마디수에 미치는 영향은 초장의 반응과 비슷한 경향이였다.

이 시험에서 모든 품종들이 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.

본 시험에서 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량도 4회 질소분시구에서 가장 증수되었으나, 그 이상과 그 이하로 분시횡수가 감소됨에 따라 사료수량성은 감소되었다. 이 시험에서 모든 품종이 200kg/ha의 질소비료를 4회 분시구에서 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량이 증수된 것으로 보아졌고, 전량시비와 분시 횡수가 감소됨에 따라 수량성이 점차적으로 감소된 것은 질소가 사초생산에 기여가 적었던 것으로 생각되었다.

제주지역에서 질소를 분시함에 따라 사료작물의 수량을 증가시켰다는 보고가 있는데, 청예피는 3회분시(200kg/ha)에서(조 등, 2001), Sudangrass계 잡종과 귀리 및 양마는 4회분시(240kg/ha)에서(조 등, 1998; 2001; 2002) 사초수량이 증수되었다고 보고한 바 있다. 다른 지역에서도 Sudangrass에서(Edwards 등, 1971),

수수에서(Johnson 및 Cummins, 1967), Reed canary-grass에서도(Marten, 1985) 같은 양의 질소를 분시함에 따라 사초수량성이 증가되었다고 보고한 바 있다.

질소분시 횡수가 1회에서 5회로 많아짐에 따라 조단백, 조지방 및 TDN 함량은 증가되었으나, 이와는 반대로 조섬유와 조회분 함량은 질소시비 횡수가 많아짐에 따라 감소되는 경향이였다. 제주조 품종의 질소시비 횡수가 많을수록 단백질 등이 증가된 것은 질소비료의 연속적인 공급에 의하여 제주조의 영양생장기간이 연장되었을 뿐만 아니라 질소성분 측정량이 많아졌고, 이와는 반대로 조섬유 함량 등이 낮아진 것은 영양생장기간이 지연되었기 때문이라고 생각되었다.

질소가 사료작물 생육에 미치는 생리작용은 단백질 합성에 중요한 역할을 하기 때문에 질소비료의 지속적인 공급은 세포 내용물질인 N성분을 증가시키는 것으로 알려지고 있고(Songin, 1985), 질소분시 횡수가 많아짐에 따라 단백질, 조지방 및 가용무질소물은 증가되나 조섬유 및 조회분 함량이 낮아진다는 보고가 다른 화분과 사료작물에서도 보고된 바 있다(Reneau 등, 1983).

와 개발시리가 비교적 길거나 넓었다. 생초, 건물, 단백질 및 TDN수량은 분시횡수가 많아질수록 점차 증가하여, 4회 분시구에서 각각 54.33MT/ha, 14.33MT/ha, 1.94MT/ha, 7.88MT/ha로 가장 증수되었으나, 이보다 분시횡수가 많아질 경우는 수량이 감소되는 경향이였다. 품종중에서는 모인차조가 사료수량성이 가장 높았고, 많았으며, 개발시리가 가장 낮았다. 질소흡수량은 분시횡수가 많아짐에 따라 점차 증가하여 4회 분시구에서 310.7kg/ha로 가장 높았으나, 5회 분시구에서는 278.6 kg/ha으로 감소하였다. 질소이용효율은 1회 분시구에서 62.9kg DM/kg N으로 가장 높았으며, 그 이상의 질소시비량이 증가함에 따라 점차 감소되어 5회 분시구에서는 45.6kg DM/kg N로 감소되었다. 품종별 질소흡수량은 모인차조가 270.7kg/ha로 가장 높았으며, 질소이용효율은 개발시리가 54.9kg DM/kg N로 가장 높았다. 조단백질, 조지방, TDN함량은 전량시비구에 비하여 분시횡수가 많아짐에 따라 점차적으로 증가되었으나, 조회분과 조섬유함량은 분시횡수가 많아짐에 따라 감소되었다. 품종에 따른 조단백질, TDN함량은 모인차조가 높았고, 조회분함량은 개발시리가 높았다.

V. 요약

인용문헌

본 연구는 제주지역에서 제주조 품종의 적정 질소분시 횡수를 구명하기 위하여 2000년 5월 1일에 질소시비량을 200kg/ha로 고정하고 파종후 15일 간격으로 1~5회 분시하여 제주조 품종의 생육반응, 수량 및 사료가치를 분석하였다.

출수기까지의 일수는 전량시비구에서 품종평균 88일이었으나, 5회 분시구에서 91일로 지연되었다. 품종중 출수일수는 노란호린조가 88일로 가장 빨랐고, 모인차조가 95일로 가장 늦은 편이었다. 초장은 분시횡수가 많아짐에 따라 점차 길어져 4회분시구에서 품종평균 149.3cm로 가장 길었으나, 5회분시구에서는 144.1cm로 짧아졌다. 이와 같은 초장의 경향은 모든 품종이 분시횡수가 많아짐에 따라 길어져 4회분시구에서 가장 길었다. 품종별로는 모인차조가 150.4cm로 가장 길었고, 개발시리가 136.4cm로 가장 짧았다. 질소분시 횡수에 따른 엽수, 마디수, 엽장 및 엽폭의 반응은 초장의 변화와 비슷한 경향이였다. 엽장은 모인차조가, 엽폭은 노란호린조

1. Cho, N.K., Yu, C.S. and Cho.E.I. 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
2. Edwards, N.C., H.A. Fribourg and M.J. Montgomery. 1971. Cutting sorghum-sudangrass cultivar Sudax SX-11. Agron. J. 63:261-271.
3. 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.
4. 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.

5. Reneacu, R.B., Jr. Jones, G.D. and Friedricks, J.B. 1983. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. *Agron J.* 75:5-8.
6. 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.
7. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. Dissertation Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
8. 이홍석. 1983. 전작. 방승통신대학. pp.147-158.
9. 조남기, 박성준, 강영길, 송창길. 1998. 질소 분시에 따른 Sudangrass계 잡종의 생육, 수량 및 사료가치 변화. *제주대 아농연.* 15:21-30.
10. 조남기, 소창길, 송승운, 조영일, 오은경. 2001b. 제주지역에서 질소분시에 따른 귀리의 생육특성, 사초출야 및 조성분 변화. *동물자원지* 43(4):553-560.
11. 조남기, 강영길, 부창분. 2001a. 질소분시가 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분 함량에 미치는 영향. *동물자원지* 43(2):253-258.
12. 조남기, 강영길, 송창길, 조영일, 정재수, 고미라, 오은경. 2002. 제주지역에서 질소분시 횡수에 따른 양마의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화. *한초지.* 22(1):9-14.
13. 조재영. 1983. 전작. 향문사. pp 158-197.
14. 최병한, 박근용, 박래경. 1989. 시비량이 진주조의 생산성 및 품질에 미치는 영향. *한작지.* 34(4):396-399.
15. 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법. p.1-20.
16. 三井計夫. 1988. 飼料作物·草地. 養賢堂. pp 514-519.