

## 제주 조의 재식밀도에 따른 주요형질, 사초수량 및 조성분 변화

조남기 · 강영길 · 김인식 · 조영일\* · 오은경

### Effects of Planting Densities on the Major Characters, Forage Yield and Chemical Composition of Jeju Italian Millet

Nam Ki Cho, Young Kil Kang, In Sik Kim, Young Il Cho\* and Eun Kyung Oh

#### Abstract

Jeju Italian millet was grown at five planting densities(5×5, 15×15, 20×20, 25cm) from May 13 to Aug. 14, 2000 at jeju island to determine influence of planting density on agronomic characters, forage yield and quality. Days to heading increased from 87 to 89 days as planting density was decreased. In 5×5cm planting density plot, plant height was 185.4cm and it was gradually decreased as planting density was increased. So in 30×30cm planting density plot, plant height was 173cm. As planting density increased, stem diameter, the number of nodes per plant, the number of leaves, leaf width and SPAD reading values was increased, the longer leaf length as the broader planting density. Fresh forage yield increased from 29.99 to 55.01MT/ha, dry matter(DM) yield from 8.04 to 15.59MT/ha, crude protein(CP) yield from 0.78 to 2.26MT/ha and total digestible nutrients(TDN) yield from 3.65 to 7.93MT/ha as planting density was decreased. Crude protein content increased from 9.8 to 14.5%, ether extract content from 1.4 to 1.9%, nitrogen free extract content from 38.4 to 38.9% and TDN content from 45.4 to 50.9%, but crude fiber content decreased from 34.5 to 30.1% and crude ash content from 9.1 to 8.0% as planting density was decreased.

(Key words : Jeju Italian millet, Planting density, Forage yield, Chemical composition)

#### I. 서 언

조(*Setaria italica* BEAUVOIS)는 생육기간이 짧은 일년생 열대작물로서 척박한 토양조건에서 생육이 양호하고, 밀, 보리 등의 화곡류 재배가 어려운 산간지역에서도 재배가 가능한 작물로 알려지고 있다(趙, 1983). 조의 종실에는 단백질 함량이 16%, 지질 25%와 비타민A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>도 풍부히 함유되어 있어 종실은 조류의 사료로, 성엽은 건초용으로, 오래전부터 가축사료로 이용되고 있다(Burton 등,

1972; 최 등, 1994). 이와 같은 조의 우수성 때문에 중국, 인도, 아프리카, 미국 등 여러 나라에서 밀, 벼, 옥수수, 보리, 수수와 함께 6대 식량작물 및 사료작물로 재배되고 있다(趙, 1983). 우리나라에서 조 재배는 1961년에 143,628ha에 달하는 면적에 조를 재배하였으나, 그 후 재배 면적이 줄어 1987년에는 2,141ha로 감소하였고, 제주도에서는 1970년에 120ha에서 1986년에는 942ha로 재배면적이 증가되었으나, 그 후부터 재배면적이 급격히 감소되었고, 현재는 일부농가에서 식용 및 조류의

Corresponding author : Nam Ki Cho, Dept. of Plant Resources Science, College of Agric., Cheju National University, Jeju 690-756, Korea. Tel : 064-754-3315. E-mail : chonamki@cheju.cheju.ac.kr

제주대학교(Dept. of Plant Resources Science, College of Agric., Cheju National University)

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

사료로 이용할 목적으로 재배되고 있는 실정이다 (제주도, 1987; 한국농업연감, 1996). 제주지역에서 조 파종은 맥후작으로 6월에서 7월 상순까지 파종량을 10.8 t/ha로 하여 주로 흩어뿌림을 하고 있는데 발아가 불량한 나지에는 1~2분을 보식하고 있는 실정이나 사료작물로 이용하기 위한 조의 재배양식에 관한 연구는 거의 이루어진 바 없다. 따라서 본 시험은 제주도 기상, 토양 등의 환경조건에서 사료작물 생산을 목적으로 한 파종양식을 검토하고 재식밀도에 따른 조의 생육특성, 사초수량 및 사료가치를 구명하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 2000년 5월 13일부터 8월 14일까지 한라산 표고 278m에 위치한 제주대학교 농과대학 부속농장에서 제주 매조를 공시하였다. 시험구의 토양은 화산회토가 모재인 농암갈색토로 표토(10cm)의 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같으며, 비옥도가 다소 낮은 편이었다. 재배기간의 기상조건은 Table 2에서 보는 바와 같다.

파종은 2000년 5월 13일에 재식밀도를 5×5, 10×10, 15×15, 20×20, 25×25 및 30cm×30cm의 6개 수준으로 하여 35kg/ha에 해당하는 종자를 2~3점씩 점파하였고, 유효가 정착한 후에 1분씩 남기고 솟음을 하였다. 시험구 면적은 6.6m<sup>2</sup>로 하였으

며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 비료 사용은 ha당 질소 200kg, 인산 100kg, 칼리 80kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비, 염화칼리로 시비하였으며, 질소비료는 전술한 양의 50%는 기비로 나머지 50%는 파종 후 50일에 추비로 하였고, 인산 및 칼리는 전량을 기비로 시비하였다. 주요 형질조사는 三井(1988)의 정예 사료작물 조사기준에 준하여 출수기까지의 일수와 엽록소 측정(SPAD-502, Soil plant Analysis Development; SPAD, Section, Minolta Camera Co., Japan)은 포장 내에서 조사하였으며, 기타형질은 2000년 8월 14일에 포장의 중간지점에서 10개체를 선정하여 초장, 엽폭, 엽장, 경직경, 엽수 등을 조사하였다. ha당 청예수량은 각 구별로 생육이 균형된 3.3m<sup>2</sup>(180×180cm)를 예취한 다음 ha당 청예수량으로 환산하였고, 건물중은 각 구의 중간에서 예취한 생초중에서 500g의 시료를 75℃ 순환식 열풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을 조사하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA), 가용무질소물(NFE) 등의 일반 조성분은 1mm 체를 통과시킨 시료를 이용하여 농촌진흥청 축산기술연구소(1996) 표준사료성분 분석법에 준하여 분석하였고, 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였다.

$$TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.448CF(\%)$$

Table 1. Chemical properties of experimental soil before cropping.

pH (1:5)	Organic matter (%)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchangeable cation(cmol <sup>+</sup> /kg)				EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> -N (mg/kg)
			Ca	Mg	K	Na		
4.6	3.96	46.84	1.02	0.34	0.32	0.16	0.17	68.3

Table 2. Meteorological factors during the experimental period in 2000.

Item	May	June	July	August
Max. temperature (°C)	21.2	24.4	29.2	30.6
Min. temperature (°C)	13.7	18.8	23.9	24.9
Mean temperature (°C)	17.2	21.4	26.3	27.6
Precipitation (mm)	99.7	133.4	113.1	194.3
Sunshine hours	214.3	135.0	196.2	170.4

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 주요형질 변화

재식밀도에 따른 이삭 출현일수, 초장, 경직경, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수 및 엽록소 측정치를 조사한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다.

이삭 출현일수는 87일에서 89일로 재식밀도 간에 큰 차이가 없었으나 이삭 출현일수는 지연되었다. 초장은 재식밀도가 5cm×5cm구에서 185.4cm로 길었으나 재식밀도가 높아질수록 짧아져서 30cm×30cm 재식구에서는 173cm로 짧아졌다. 엽장의 변화도 초장의 변화와 비슷한 경향이였다. 주당엽수 및 엽폭은 5cm×5cm 재식구에서 각각 14.7개, 3cm로 비교적 낮은 편이었으나 밀식함에 따라 주당엽수와 엽폭은 증가되어 30cm×30cm 재식구에서는 엽수 15.3개, 엽폭 3.9개로 증가되었다. 마디수는 재식구간에 큰 변화가 없었다. 엽록소 측정치는 재식밀도가 높아짐에 따라 52.6~62.2로 높아지는 경향이였다. 본 시험에서 밀식 할 수록 줄기는 왜소하였으나 초장, 엽장 등 형질이 우세한 것은 조

의 흡비력이 강한 특성에 크게 영향을 받은 것으로 보였으나, 광합성 작용과정에서 개체간 경쟁력이 강해서 수평신장보다는 수직신장이 조장된 것으로 생각된다. 제주지역에서 밀식함에 따라 사료작물 생육이 촉진되었다는 보고도 있는데, Cho 등(1998)은 유채에서, Kang 등(1998)은 대두에서, 조 등(2000)은 차풀에서 밀식할수록 초장, 엽장 등이 우세하였다는 보고도 있고, 다른 지역에서도 전 등(1992)은 수수-수단그라스 교잡종에서(Masaoka와 Takno, 1980), 한과 김(1992)은 연맥에서도 재식밀도가 낮아질수록 생육이 촉진된다고 하였다.

#### 2. 사초의 수량성 변화

재식밀도에 따른 생초수량, 건물수량, 단백질 수량 및 TDN 수량을 조사한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다.

생초수량은 5cm×5cm 재식구에서 55.01MT/ha이었으나 재식밀도가 높아짐에 따라 점차적으로 감소되어 30cm×30cm 재식구에서는 29.99MT/ha로 감소되었다. 건물수량, 단백질 수량 및 TDN수량도

Table 3. Agronomic characters of Jeju Italian millet grown at six planting densities.

Planting density	Heading date	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves /plant	No. of nodes /plant	SPAD reading values
5×5(415 <sup>†</sup> )	Aug. 9(89 <sup>†</sup> )	185.4	6.9	53.4	3.0	14.7	12.0	52.6
10×10(110)	Aug. 9(89)	181.7	7.4	53.2	3.3	14.8	12.5	59.0
15×15(52)	Aug. 8(88)	181.0	7.7	52.6	3.4	15.0	12.6	59.9
20×20(30)	Aug. 8(88)	178.9	8.1	52.2	3.5	15.1	12.7	60.9
25×25(20)	Aug. 7(87)	173.2	8.5	50.1	3.6	15.2	12.8	61.7
30×30(15)	Aug. 7(87)	173.0	9.0	50.0	3.9	15.3	12.8	62.2
LSD(5%)	NS	4.10	0.3	1.1	0.3	0.1	0.3	1.6
CV(%)	1.5	1.3	2.2	1.2	4.6	0.3	1.1	1.5
Coefficients of regression equations relating planting density (No. of plants per m <sup>2</sup> ).								
Intercept	89.25**	172.96**	8.89**	49.95**	3.74**	15.33**	12.84**	62.28**
Linear	-0.03*	0.12	-0.02*	0.04	-0.01	-0.01**	-0.004*	-0.04*
Quadratic	5.2E-05*	-2E-04	3.4E-05	8.4E-05	8.9E-06	1.2E-05*	4.3E-06	3E-05
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.92	0.81	0.88	0.78	0.90	0.97	0.99	0.99

<sup>†</sup> : number of plants per m<sup>2</sup>.

<sup>†</sup> : number of days to heading.

\*, \*\* : significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

NS : not significant at the 5% level.

Table 4. Forage, crude protein and TDN(total digestible nutrients) yield of Jeju Italian millet grown at six planting densities.

Planting density	Yield(MT/ha)			
	Fresh forage	Forage dry matter	Crude protein	TDN
5×5(415 <sup>†</sup> )	55.01	15.59	2.26	7.93
10×10(110)	49.90	15.04	2.13	7.62
15×15(52)	47.99	12.76	1.66	6.30
20×20(30)	40.09	10.64	1.31	5.17
25×25(20)	37.00	9.93	1.09	4.66
30×30(15)	29.99	8.04	0.78	3.65
LSD(5%)	3.2	1.4	0.2	0.7
CV(%)	4.0	6.3	7.9	6.3
Coefficients of regression equations relating planting density (No. of plants per m <sup>2</sup> ).				
Intercept	35.51**	7.83**	0.72**	3.52**
Linear	0.24	0.09**	0.02**	0.05*
Quadratic	-4.5E-04	-1.7E-04*	-3.3E-05*	-9.5E-05*
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.85	0.95	0.96	0.95

<sup>†</sup> : number of plants per m<sup>2</sup>.

\*, \*\* : significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

생조수량의 변화와 비슷한 경향이였다. 즉 5cm×5cm구에서 건물수량은 15.59MT/ha, 단백질수량은 2.26MT/ha, TDN수량은 7.93MT/ha으로 증수되었는데, 밀도가 높아짐에 따라 점차적으로 감수하여 30cm×30cm 재식구에서는 건물수량은 8.04MT/ha, 단백질수량은 0.78MT/ha, TDN수량은 3.65MT/ha로 감수되었다. 이 시험에서 30×30cm에서 5×5cm로 밀식함에 따라 생초, 건물, 단백질 및 TDN수량이 증가된 것은 조는 척박한 토양조건에서도 흡비력이 매우 강한 생육습성과 최적온도 30℃에서, 최고온도 45℃의 고온에서도 생육하는 생장특성에 크게 영향을 받은 것으로 생각되었다. 일반적으로 사료작물은 재식밀도가 낮아질수록 수량성이 높아지는 것으로 보고되어 있다(Kang, 1998), 강과 유(1987)는 호밀 파종량을 60kg에서 180kg/ha로, 전등(1992)은 수수-수단그라스 교잡종의 파종량을 120kg에서 200kg/ha로, Cho 등(1998)은 사료용 유채의 파종량을 30kg에서 150kg/ha로 증가할수록 생초, 건물, 단백질, TDN 수량은 증수되었다고 하여 본 시험결과와 비슷한 경향이였다.

### 3. 조성분 변화

재식밀도에 따른 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분, 가용무질소 및 가소화양분총량을 조사한 결과는 Table 5에 표시하였다.

밀식함에 따라 조단백질, 조지방, 가용무질소 및 가소화양분총량은 점차적으로 증가되는 경향이였다. 즉 재식밀도가 5cm×5cm에서 조단백질 함량 14.5%, 조지방 함량 1.9%로 비교적 높은 편이었으나 재식밀도가 높아짐에 따라 점차적으로 낮아져서 30cm×30cm 재식구에서 조단백질과 조지방 함량은 각각 9.8%, 1.4%로 낮아졌고, 가용성무질소물은 38.9%에서 38.4%로, 가소화양분총량은 50.9%에서 45.4%로 낮아졌다. 조회분과 조섬유 함량은 조단백질, 조지방 함량 등의 변화와는 반대의 경향으로 나타나고 있는데, 재식밀도가 5cm×5cm에서 조회분 함량 8.0%, 조섬유 함량은 30.1%였고, 재식밀도가 높아짐에 따라 증가되어 30cm×30cm에서는 조회분 9.1%, 조섬유 함량은 34.5%로 증가되었다. 이 시험결과 제주 조의 재식밀도가 30×30cm

Table 5. Feed value of Jeju Italian millet grown at six planting densities.

Planting density	Chemical composition(%)					
	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	Nitrogen free extract	Total digestible nutrient
5×5(415 <sup>†</sup> )	14.5	1.9	30.1	8.0	38.9	50.9
10×10(110)	14.1	1.8	31.2	8.4	38.8	50.6
15×15(52)	13.0	1.7	31.6	8.7	38.8	49.4
20×20(30)	12.3	1.6	33.0	8.7	38.6	48.6
25×25(20)	11.0	1.4	34.0	8.9	38.5	47.0
30×30(15)	9.8	1.4	34.5	9.1	38.4	45.4
LSD(5%)	0.9	0.1	1.4	NS	NS	0.8
CV(%)	3.9	3.8	2.3	4.4	2.4	0.9
Coefficients of regression equations relating planting density (No. of plants per m <sup>2</sup> ).						
Intercept	10.01**	1.36**	34.59**	9.07**	38.42**	45.78**
Linear	0.05*	0.01*	-0.04*	-0.01*	0.01*	0.06*
Quadratic	-E-04	-1.2E-05*	8E-05	1.3E-05	-9.8E-06	-1.2E-04
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.87	0.90	0.89	0.94	0.82	0.84

<sup>†</sup> : number of plants per m<sup>2</sup>.

\*, \*\* : significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

NS : not significant at the 5% level.

에서 5×5cm로 밀식함에 따라 조단백, 조지방, 가용무질소물과 TDN 함량은 증가되었으나, 조섬유 및 조회분 함량이 낮았다는 보고는 이미 다른 사료작물에서도 보고되어 있다. Masaoka 및 Takano (1980)은 Sorghum-sudangrass계 잡종에서(전 등, 1992), Cho 등(1998)은 사료용 유채에서, 김과 차 (1991)는 호밀에서, 조 등(1997)은 청예대두에서도 파종량이 많아짐에 따라 단백질, 조지방 함량 등은 증가되었으나, 조섬유 및 조회분 함량은 낮아졌다고 보고하여 본 시험결과와 비슷한 경향이였다. 이상의 시험결과는 제주지역에서 제주 조를 사초용으로 재배할 때는 재식밀도를 좁혀(5×5cm) 파종하는 것이 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량을 증수시킬 수 있는 것으로 판단되었으나, 같은 재배작물도 재배지역의 토양, 기상 등의 환경조건과 시비량 등 관리상태에 따라 다르기 때문에 그 이상의 밀도에서 수량성 검토가 필요하다고 생각된다.

#### IV. 적 요

본 연구는 제주지역에서 재식밀도 (5cm×5cm,

15cm×15cm, 20cm×20cm, 25cm×25cm, 30cm×30cm)에 따른 제주 조의 주요형질, 수량성 및 사료가치를 검토하고, 가축의 조사료로 이용하기 위하여 2000년 5월 13일부터 8월 14일까지 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

이삭 출현일수는 밀식함에 따라 87일에서 89일로 지연되었다. 초장은 재식밀도가 5×5cm구에서 185.4cm로 길어졌으나 재식밀도가 높아짐에 따라 짧아져서 30×30cm구에서 초장은 173cm로 짧아지는 경향이였다. 경직경, 마디수, 엽수 및 엽폭, 엽록소 측정치는 재식밀도가 넓어질수록 증가되는 경향이였으나 엽장은 짧아지는 경향이였다. 밀식함에 따라 생초수량은 29.99MT/ha에서 55.01MT/ha로, 건물수량은 8.04MT/ha에서 15.59MT/ha로, 단백질수량은 0.78MT/ha에서 2.26MT/ha로, 가소화양분총량은 3.65MT/ha에서 7.93MT/ha로 증수되었다. 재식밀도가 낮아짐에 따라 조단백질 함량은 9.8%에서 14.5%로, 조지방 함량은 1.4%에서 1.9%로, 가용무질소물은 38.4%에서 38.9%로, 가소화양분총량은 45.4%에서 50.9%로 증가되었으나 이와는 반대로 조섬유 함량은 34.5%에서 30.1%로 조회분 함량

은 9.1%에서 8.0%로 낮아지는 경향이였다.

## V. 인 용 문 헌

1. 姜光熙, 柳漢煜. 1987. 호밀 適·晚播時 種子成熟程度 및 播種量이 靑刈와 種實收量에 미치는 影響. 韓作誌. 32(3):287-293.
2. 金昌護, 蔡濟天. 1991. 播種量이 畚裏作 호밀의 收量과 飼料價値에 미치는 影響. 韓作誌. 36(6): 513-520.
3. 三井計夫. 1988. 飼料作物·草地. 養賢堂. pp 514-519.
4. 전병태, 이상무, 신동은, 문상호, 김운식. 1992. 파종량과 재식양식이 수수-수단그라스계 잡종의 생육특성, 건물수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 12(1):49-58.
5. 제주도. 1987. 제주도 통계연보. 제주도: 80-81.
6. 조남기, 박양문, 송창길, 오장식. 1997. 점파입수에 따른 청예대두의 생육반응 및 사료가치 변화. 제주대 농농연. 14:51-59.
7. 조남기, 오은경, 강영길, 박성준. 2000. 파종량 차이에 따른 차풀의 생육, 사초수량 및 사료가치 변화. 한초지. 20(3):221-226.
8. 趙載英. 1983. 田作. 鄉文社. pp. 158-197.
9. 崔炳漢, 朴根龍, 朴來敬. 1989. 施肥量이 眞珠조의 生産性 및 品質에 미치는 影響. 韓作誌. 34(4):396-399.
10. 최병환, 박근용, 박래경. 1994. 진주조의 영양과 이용 및 생산성. 한작지. 39(1):103-114.
11. 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법. pp. 1-20.
12. 한국농업연감. 1996. 농수산신문. pp. 283-289.
13. 韓健俊, 金東岩. 1992. 播種量 및 窒素施肥水準이 봄 燕麥의 生育特性, 飼料價値 및 飼草收量에 미치는 影響. 韓草誌. 12(1):59-66.
14. Burton G.W., W.A. Wallace and K.O. Rachie. 1972. Chemical composition and nutritive value of pearl millet grain. Crop Sci. 12:187-188.
15. Cho Nam Ki, W.J. Jin, Y.K. Kang, B.K. Kang and Y.M. Park. 1998. Effect of seeding rate on growth, yield and chemical composition of forage rape cultivars. Korean J. Crop. Sci. 43(1): 54-58.
16. Kang, Y.K., M.R. Ko, N.K. Cho and Y.M. Park. 1998. Effect of planting date and planting density on growth and yield of soybean in cheju island. Korean J. Crop Sci. 43(1):44-48.
17. Masaoka, Y.K. and N.B. Takano. 1980. Studies on the digestibility of forage crops. I. Effect of plant density on the feeding value of a sorghum-sudangrass hybrid. J. Japan Grassl. Sci. 26(2):179-184.
18. Wardeh. M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. Dissertation Utah State Univ., Logan, Utah. USA.