

제주조의 파종량 차이에 따른 생육반응, 수량성 및 사료가치 변화

조남기 · 고동환

Effects of Seeding Rate on Growth Characters, Yield Potential and Feeding Value in Jeju Italian Millet

Nam Ki Cho and Dong Hwan Ko

ABSTRACT

A Jeju local variety of Italian millet (*Setaria italica* Beauvois) was grown at five seeding rates (6, 9, 12, 15 and 18 kg/ha) from May 1 to August 25, 2003 at Jeju to determine influence of seeding rate on agronomic characters, forage yield and quality. Days to flowering increased from 89 to 96 days as seeding rate increased from 6 to 18 kg/ha. The plant height increased from 128 to 148cm as seeding rate was increased from 6 to 12 kg/ha and then decreased to 131cm at a rate of 18 kg/ha. With increasing seeding rate, stem diameter, number of leaves, number of nodes, leaf width and weight per plant decreased but leaf length had the same trend with plant height. As seeding rate increased from 6 to 12 kg/ha, fresh forage, dry matter, crude protein, and total digestible nutrients (TDN) yield increased from 35.93 to 54.83 MT/ha, 10.49 to 17.43 MT/ha, 0.94 to 1.79 MT/ha and 5.33 to 9.27 MT/ha, respectively, and then decreased with further increased seeding rates. Crude protein, ether extract, nitrogen free extract, and TDN content increased 9.0 to 12.01%, 1.3 to 1.8%, 45.6 to 47.8% and 50.8 to 55.0%, respectively, but crude fiber content decreased 35.2 to 30.0% and crude ash declined 8.8 to 8.4% as seeding rate increased from 6 to 18 kg/ha. The optimum seeding rate to obtain the highest forage yield was estimated to be 12 kg/ha.

(Key words : Italian millet, Seeding rate, Growth character, Feeding value)

I. 서 론

조(*Setaria italica* BEAUVIS)는 C₄ 작물로서 생육기간이 짧고, 척박한 토양과 한발에도 적응력이 매우 강한 특성 때문에 맥류 등 다른 작물의 재배가 어려운 지역에서도 재배가 가능한 작물로 알려지고 있다(조, 1983). 조는 이와 같은 우수성 때문에 인도를 중심으로 한 동남아 지역에서 넓은 면적에 조를 재배하고 있고, 우리나라에서도 1960년경에는 14만ha에 달하는

면적에 조를 재배하였으나 그 이후부터 조의 재배면적은 급격히 감소되어 1980년대에는 3,261ha였으며 현재는 제주도, 전라남북도과 경상남북도 일부농가에서 소규모로 식용 및 사료용으로 조를 재배하고 있는 실정이다. 제주지역에서 조의 파종기는 맥후작으로 하여 6월 중순에서 7월 상순경에 파종량을 10kg/ha 내외로 하여 파종하고 있다. 일반적으로 사료작물은 파종량이 적고 개체수가 적을 때는 종실수량은 증가하나 사초수량이 감소되는 것으로 알려지

“본 논문은 2003년도 제주대학교 발전기금 학술연구비 지원으로 수행되었음”

제주대학교 농업생명과학대학 식물자원과학과(Dept. of Plant Resources Science, College of Agric. & Life Sci., Cheju 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

고 있고(Schadlich, 1986, 조 등, 2001), 파종량이 많고 개체수가 많을 때에는 비료공급이 불충분할 뿐만 아니라 통풍, 통광이 불량하여 분지수가 감소되고, 도복하기 쉬우며, 병충해 발생을 유발하여 수량이 감소하게 된다(Trung와 Yosida, 1985). 그러므로 일정한 면적에서 최대의 수량을 올리자면 최고수량 한계파종량 구명이 중요시되고 있으나 제주지역에서는 제주조를 사초생산을 목적으로 한 파종적량은 구명이 되어 있지 않다. 따라서 본 시험은 제주조를 청예사료 생산을 목적으로 파종량 차이에 따른 생육반응, 수량 및 사료가치를 구명하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 제주조의 파종량 차이에 따른 생

육반응, 사료수량 및 조성분을 분석하고 제주 지역에서 파종적량을 구명하기 위하여 2003년 5월 1일부터 8월 25일까지 표고 278m에 위치한 제주대학교 농업생명과학대학 부속농장 시험포장에서 제주조를 공시하였다. 시험포장의 토양(표토 10cm)은 화산회토가 모재로 된 농암 갈색토였으며, 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같고, 시험기간의 기상조건은 Table 2에서 보는 바와 같다.

파종은 2003년 5월 1일에 하였고, 시험구의 면적은 9m²이었으며, 시험구는 난괴법 5처리 3반복으로 하였다. 휴폭은 15cm로 하여 6, 9, 12, 15, 18kg/ha에 해당하는 양의 종자를 조파하였다. 시비량은 ha당 질소 150kg, 인산 100kg, 칼리 100kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비 및 염화칼리로 사용하였으며 질소비료는 전량의 50%는 기비로, 나머지 50%는 6월

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. Meteorological factor during the experimental period in 2003

		Temperature(°C)			Hours of sunshine	Precipitation (mm)
		Avg.	Max.	Min.		
May	E	17.4	21.5	13.93	65.7	14.5
	M	17.3	20.4	14.8	68.7	51.5
	L	20.9	24.4	18.17	45.1	218.3
June	E	20.5	24.6	17.18	94.7	0.5
	M	20.6	23.6	18.66	29.8	167
	L	23.1	26.4	20.52	51.6	34.4
July	E	23.6	27.1	20.74	10.9	180.6
	M	23.1	26.3	20.74	25.5	176.5
	L	28.4	32.9	25.46	62.3	5.1
Aug.	E	26.5	30.3	23.64	86.2	36
	M	24.7	27.5	22.82	31.1	179.6
	L	22.1	26.0	19.82	47.4	23

E, Early; M, Middle; L, Late.

26일에 추비로 하였고 인산과 칼리는 전량 기비로 하였다. 시험포의 일반 관리는 일반관례에 준하였다. 형질조사는 三井(1988)의 정예사료작물 조사기준에 준하여 출수기까지의 일수와 엽록소 측정(SPAD-502, Soil Plant Analysis Development: SPAD, Section, Minolta Camera Co., Japan)은 포장에서 조사하였으며 기타형질조사는 2003년 8월 25일에 시험포장 중간지점에서 각각 20분을 선정하여 초장, 경직경, 엽수 및 마디 수를 조사하였다. 생초수량은 각 구별로 생육이 균일한 중간지점에서 3.3m²(180cm×180cm)를 예취한 다음 ha당 생초수량으로 환산하였고, 건초중은 생초중에서 각각 500g의 시료를 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중으로 환산하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA) 및 가용무질소물(NFE) 등의 사료성분은 1mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 표준사료분석법(농진청축산연, 1996)에 준하여 분석하였고, 가소화양분총량(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

파종량 차이에 따른 제주조의 출수기까지의

일수, 초장, 엽장, 엽폭, 경직경 및 마디 수와 엽록소 측정치를 조사한 결과를 Table 3에 표시하였다.

파종량 차이에 따른 출수기까지의 일수는 89일에서 96일로 파종량이 증가됨에 따라 늦어지는 경향이었다. 초장은 6kg/ha 파종에서 128cm였으나 그 이상으로 파종량이 증가됨에 따라 점차적으로 커져서 12kg/ha 파종에서 148cm로 가장 커졌으나 그 이상으로 파종량이 증가함에 따라 초장은 작아졌고 18kg/ha 파종에서는 131cm였다. 엽장의 변화도 초장반응과 비슷한 경향이었다. 즉 12kg/ha 파종에서 43.3cm로 가장 길었으나 그 이상의 파종량과 그 이하의 파종에서 엽장은 짧았다. 파종량이 6kg/ha에서 18kg/ha으로 증가할수록 경직경은 0.8cm에서 0.5cm로, 엽수는 12.1개에서 10.7개로, 엽폭은 3.3cm에서 2.8cm로 마디 수는 10개에서 9.4개로, 엽록소 측정치는 42.2에서 37.6으로 낮아지는 경향이었다.

본 시험에서 파종량이 6kg/ha에서 12kg/ha로 증가함에 따라 초장, 엽장이 커진 것은 조의 광합성작용에서 수분, 양분 등 경합력이 강해졌기 때문에 수평신장보다 수직신장이 강하게 이루어졌던 것으로 생각되었고 그 이상으로 파종량이 증가됨에 따라 모든 형질이 왜소해진 것은 개체 수가 많아서 비료공급이 불충분하였을 뿐만 아니라 통풍과 통광이 불량하여 생육이 부진하였던 것으로 판단되었다. 사료작물은

Table 3. Agronomic characters of Jeju Italian millet grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	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
6	July 29(89)	128	0.8	12.1	10.0	40.6	3.3	40.2
9	July 31(91)	130	0.8	12.0	9.6	41.5	3.1	39.0
12	Aug. 3(94)	148	0.7	11.7	9.5	43.2	3.1	38.4
15	Aug. 3(94)	138	0.6	11.5	9.5	42.4	2.9	37.8
18	Aug. 5(96)	131	0.5	10.7	9.4	41.2	2.8	37.6
LSD(5%)	0.97	2.06	0.09	0.53	0.68	2.57	0.20	1.12
C.V.(%)	0.56	0.81	6.71	2.43	3.74	3.27	3.43	1.55

파종량이 증가할수록 생육이 촉진되고 수량도 그에 따라 증가하지만 어느 한계를 넘으면 오히려 생육이 부진할 뿐만 아니라 수량도 감소되는 것으로 보고되어 있다(Cho 등, 1998; 한 등, 1992). 제주지역에서 귀리의 파종량은 150 kg/ha 파종(조 등, 2001)에서 초장 및 엽장 등의 형질이 우수하였으나 그 이하와 그 이상으로 파종량이 감소되거나 증가될 경우에는 생육이 부진한 것으로 보고된 바 있다.

2. 사료 수량성 변화

파종량 차이에 따른 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량 반응은 Table 4에서 보는 바와 같다.

생초수량은 6kg/ha 파종에서 35.93MT/ha였던 것이 파종량이 증가됨에 따라 증가되어 12 kg/ha 파종에서 54.83MT/ha로 증가되었으나 그 이상으로 파종량을 증가하였을 때에는 점차적으로 감소되어 18kg/ha 파종에서는 42.93MT/ha였다. 건물수량도 생초수량 반응과 비슷한 경향이었다. 즉 12kg/ha 파종에서는 17.33MT/ha 증수되었으나 그 이상과 그 이하의 파종량에서는 감소되었다. 단백질 수량과 TDN 수량은 6kg/ha 파종에서 각각 0.94MT/ha, 5.33MT/ha였으나 파종량이 증가함에 따라 증가되어 12kg/ha 파종에서 단백질 수량은 1.79MT/ha, TDN 수량은 9.27MT/ha로 증수되었고, 그 이상으로

파종량이 증가됨에 따라 감소되어 18kg/ha 파종에서 단백질 수량과 TDN 수량은 각각 1.67MT/ha, 7.63MT/ha로 감소하였다. 이 시험에서 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량은 12kg/ha 파종에서 증수되었으나 그 이상의 파종구와 그 이하의 파종구에서 수량성이 감소된 것은 제주 조의 생리적 특성과 제주지역의 토양, 기상 등의 환경조건에 의하여 크게 영향을 받은 것으로 보였다. 또한 12kg/ha 이하의 파종구에서는 이용공간은 넓었으나 조의 개체 수가 적어 사료수량성이 감소되었으며, 그 이상으로 파종량이 많은 구에서는 밀식에 의하여 식물개체에 공급되는 수분, 양분 등의 불충분하였을 뿐만 아니라 통풍, 통광이 불량하여 생육부진으로 사료 수량성이 낮아진 것으로 판단되었다. 일반적으로 사료작물은 파종량이 적고 개체 수가 적을 경우에는 종실수량은 증가되었으나 사초 수량은 감소되는 것으로 보고되고 있고(조 등, 2001; Tasuke 등, 1975), 파종량이 많고 개체 수가 많을 때는 개체 당 비료공급이 불충분하여 분지 수가 저해되고 통풍과 통광이 불량하여 수량이 감소되는 것으로 보고되고 있다 (Schadlich, 1986). 우리나라에서 조를 종실수확을 목적으로 파종할 때의 파종량은 10kg/ha로 하여 파종하는 것을 권장하고 있지만(이, 1983), 사초생산을 목적으로 한 파종량 구명에 대한 연구는 없다. 그러나 청예사료작물은 밀 식할수록 사료수량성이 높아지는 것으로 보고

Table 4. Forage, crude protein and TDN(total digestible nutrients) yield of Jeju italian millet grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Yield (MT/ha)			
	Fresh forage	Dry matter	Crude protein	TDN
6	35.93	10.49	0.94	5.33
9	43.27	15.51	1.56	8.11
12	54.83	17.43	1.79	9.27
15	50.02	15.82	1.76	8.58
18	42.93	13.86	1.67	7.63
LSD(5%)	1.06	1.33	0.19	0.75
C.V.(%)	1.24	4.82	6.62	5.14

Table 5. Feed value of Jeju Italian millet grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	Crude ash (%)	Crude fiber (%)	NFE (%)	TDN (%)
6	9.0	1.3	8.8	35.2	45.6	50.8
9	10.1	1.5	8.6	33.6	46.2	52.3
12	10.3	1.6	8.5	32.2	47.4	53.2
15	11.1	1.7	8.4	31.0	47.7	54.2
18	12.0	1.8	8.4	30.0	47.8	55.0
LSD(5%)	0.58	0.16	0.33	0.75	0.79	0.72
C.V.(%)	2.93	5.31	2.05	1.23	0.89	0.72

되고 있다(한과 김, 1992; 조 등, 2001a; 2001b).

3. 사료가치 변화

파종량 차이에 따른 제주조의 사료가치 분석한 결과를 Table 5에 표시하였다.

조단백, 조지방, 가용무질소물 함량은 파종량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되는 경향이 있었다. 즉 6kg/ha 파종에서 조단백질, 조지방, 가용무질소물 함량은 각각 9.0%, 1.3%, 45.6%였으나 파종량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 18kg/ha 파종에서는 조단백질 함량은 12.1%, 조지방 함량은 1.8%, 가용무질소물 함량은 46.9%로 증가되었다. 조섬유와 조회분 함량은 조단백질 함량의 변화와는 반대로 파종량이 증가됨에 따라 점차적으로 감소되었다. 즉 6kg/ha 파종에서 조섬유 함량은 35.2%, 조회분 함량은 8.8%로 비교적 높은 편이었으나 파종량이 증가됨에 따라 감소되어 18kg/ha 파종에서는 조섬유 함량과 조회분 함량은 각각 30.0%, 8.4%였다. 가소화양분 총량은 조단백, 조지방 함량 등의 변화와 비슷한 경향으로 6kg/ha 파종에서 50.8%였으나 파종량 증가와 함께 증가되어 18kg/ha 파종에서는 55.0%로 높아졌다. 본 시험에서 파종량이 증가함에 따라 조단백, 조지방, 가용무질소물 등은 증가되었으나 조섬유와 조회분 함량이 낮아진 요인은 제주조의

소식에서 출수기간이 단축되어 목질화되었고, 밀식함에 따라 영양생장기간 지연으로 인하여 출수기간이 연장되었기 때문이라고 생각되었다 (Trung와 Yoshida, 1985). 일반적으로 사료작물은 파종량이 증가됨에 따라 조단백질 함량 등은 증가되고, 조섬유 함량 등은 반대로 낮아졌다는 보고가 많다. 조 등(2001)은 제주메조에서 Masaoka와 Takano(1980)은 수수 및 수단그라스 계 잡종에서, 조 등(2001)은 귀리에서 파종량이 많아짐에 따라 조단백, 조지방 함량은 증가되거나 조섬유, 조회분 함량은 이와는 반대로 낮아졌다고 보고한 바 있다(조 등, 2000; Cho 등, 1998).

IV. 요약

본 시험은 제주지역에서 파종량 차이(6, 9, 12, 15, 18kg/ha)에 따른 제주조의 생육반응, 수량 및 사료가치를 구명하기 위하여 2003년 5월 1일부터 8월 25일까지 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

출수기까지의 일수는 89일에서 96일로 파종량이 많을수록 지연되었다. 초장은 6kg/ha 파종에서 128cm였으나 파종량이 12kg/ha로 증가됨에 따라 148cm로 커졌고 그 이상으로 파종량을 증가시킬수록 초장은 작아져서 18kg/ha 파종에서는 131cm였다. 경직경, 엽수, 마디수 및

엽폭은 파종량이 증가됨에 따라 감소되는 경향이었으나 엽장은 초장반응과 비슷한 경향이였다.

파종량이 6kg/ha에서 12kg/ha로 증가됨에 따라 생초 수량은 35.93MT/ha에서 54.83MT/ha로, 건물 수량은 10.49MT/ha에서 17.43MT/ha로, 단백질 수량은 0.94MT/ha에서 1.79MT/ha로, TDN 수량은 5.33MT/ha에서 9.27MT/ha로 증가되었다가 그 이상으로 파종량을 증가시킬수록 단백질 수량과 TDN 수량은 감소되었다.

파종량이 6kg/ha에서 18kg/ha로 증가됨에 따라 조단백질 함량은 9.0%에서 12.01%로, 조지방 함량은 1.3%에서 1.8%로, 가용무질소물은 45.6%에서 47.8%로, TDN 함량은 50.8%에서 55.0%로 증가되었으나 조섬유 함량은 35.2%에서 30.0%로, 조회분 함량은 8.8%에서 8.4%로 감소되었다. 이상의 결과로 보아 제주조의 사초수량을 최고로 올릴 수 있는 적정 파종량은 12kg/ha로 추정할 수 있었다.

V. 인 용 문 헌

1. 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분 분석법. 1-16.
2. 이홍석. 1983. 전작. 방승통신대학. pp. 147-158.
3. 조남기, 오은경, 강영길, 박성준. 2000. 파종량 차이에 따른 차풀의 생육, 사초수량 및 사료가치 변화. 한초지 20(3):21-226.
4. 조남기, 송창길, 송승운, 조영일, 오은경. 2001. 제주지역에서 파종량 차이에 따른 귀리의 생육 특성, 사초수량 및 조성분 변화. 동물자원지 43(4):561-568.
5. 조남기, 강영길, 김인식, 조영일, 오은경. 2001a. 제주조의 재식밀도에 따른 주요형질, 사초수량 및 조성분 변화. 한초지. 21(2):53-58.
6. 조남기, 송창길, 김인식, 조영일, 오은경. 2001b. 제주메조의 주당 본수에 따른 주요형질, 사초수량 및 조성분 변화. 동물자원지 43(6):967-972.
7. 조재영. 1983. 전작. 향문사. pp 158-197.
8. 최병한, 박근홍, 박종민. 1989. 시비량이 진주조의 생산성 및 품질에 미치는 영향. 한작지. 34(4):396-399.
9. 한진준, 김동암. 1992. 파종량 및 질소시비수준이 봄 연맥의 생육특성, 사료가치 및 사초수량에 미치는 영향. 한초지. 12(1):59-66.
10. 三井計夫. 1988. 飼料作物·草地. 養賢堂. pp 514-519.
11. Cho, N.K., W.J. Jin, Y.K. Kang, B.K. Kang and Y.M. Par. 1998. Effect of seeding rate on growth, yield and chemical composition of forage rape cultivars. Korean J. Crop Sci. 43(1):54-58.
12. 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.
13. Schadlich. F. 1986. Effect of sowing date and rate camposan on culm stability of winter rye. Field Crop Abs. 39(11):955.
14. Tasuke Yasue and Yauso Kawase. 1975. Studies on the cultivation of Japanese barnyard millet (*Echinochloa utilis* OHWI et YABUNO) as soiling crop. 1. Seed germination and seedling growth under various environmental condition. J. Japan Grassl. Sci. 21(1):34-41.
15. Trung, B.C. and S.K. Yoshida. 1985. Influence of Planting Density on the Nitrogen and Grain Productivity on Mungbean. Japan. J. Crop Sci. 54(3):266-272.
16. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph.D. Dissertation Utah State Univ., Logan, Utah, USA.