

## 제주조의 파종기에 따른 생태반응, 수량성 및 사료가치 변화

조남기 · 고동환

### Effect of Seeding Dates on Ecological Response, Yield Potential and Feed Value in Jeju Italian Millet

Nam Ki Cho and Dong Hwan Ko

#### ABSTRACT

This study was conducted to determine the influence of seeding date on growth, characteristic yield and chemical composition of Italian millet (*Setaria italica*) from April 20 to May 30, 2003(April 20, May 1, May 20 and May 30) in Jeju. A local variety was seeded on days to heading were lessened as seeding date was delayed. The plant height was longest when seeded on 1 May(131cm) than at the other seeding dates. Stem diameter, number of leaves, leaf length and leaf width had the similar trend with plant height. SPDA reading values were greater at earlier seedings. Fresh forage yield was greatest (43.28MT/ha) at 1 May seeding and decreased gradually before or after this seeding date. Dry matter yield, crude protein yield and total digestible nutrient (TDN) yield had nearly the same tendency with fresh forage yield. Crude protein, crude fat, NFE and TDN contents were greatest at 30 May seeding and then decreased earlier seedings. Crude ash and crude fiber content tended to decreased as seeding was delayed. Based on the these findings, optimum seeding date for forage production of Italian millet seems to be early May in Jeju island.

(Key words : Italian millet, Seeding date, Ecological, Feed value)

#### I. 서 론

조(*Setaria Italica* BEAVIS)는 척박한 토양에서도 적응력이 강한 특성 때문에 밀, 보리 재배가 어려운 산간지역에서도 안전하게 재배가 가능한 작물로 알려지고 있다. 조에는 단백질, 당질, 지질뿐만 아니라 비타민 A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 등 영양 가치가 매우 높은 작물로 평가되고 있다(이, 1983; 최 등, 1989).

이와 같은 조의 우수성 때문에 오래 전부터 인도, 중국, 이집트 등 외국의 여러 나라에서

넓은 면적에 조를 재배하고 있고, 우리나라에서도 1960년경에는 140,000ha에 조가 재배되어 보리, 콩의 다음 가는 면적이었으나, 그 후 해마다 재배면적이 줄어서 1980년에는 3,261ha로 조의 재배면적은 감소하였고, 현재는 제주도, 전라남도 등의 지역에서 종실 및 사료용으로 소규모 면적에 조를 재배하고 있는 실정이다. 최 등(1990)에 의하면 진주조 발아최저 온도는 일 평균기온 12℃ 이상이 되는 4월 하순부터 5월상순이 파종적기라고 하였으며, 생초수량은 4월 30일 파종에서 6MT/ha로 가장 많았고, 너

“본 논문은 2003년도 제주대학교 발전기금 학술연구비 지원으로 수행되었음”

제주대학교 아열대농업생명과학연구소(The Research Institute for Subtropical Agriculture and Biotechnology 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

무 일찍 파종하거나 너무 늦게 파종하였을 때는 사료수량은 감소한다고 하였다. 일반적으로 우리나라에서는 종실수확을 목적으로 조를 파종할 때는 봄 조는 5월 상순, 그루조는 6월 중순을 전후하여 맥후작으로 파종하고 있다. 조는 습해에 약한 생리적 특성 때문에 6월 전후 강우량이 많을 때 생육이 부진한 것으로 보고되어 있으나(이, 1983; 조, 1983), 제주지역에서 제주조를 사료작물로 이용하기 위한 파종적기를 구명한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 파종기 이동에 따른 제주조의 생육반응, 사료 수량성 및 사료가치를 분석하고 제주지역에서의 파종적기를 구명하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 제주조의 파종기에 따른 생태반

응·사료수량 및 사료가치를 분석하고 제주지역에서의 파종적기를 구명하기 위하여 2003년 4월 20일부터 2003년 8월 25일까지 표고 278m에 위치한 제주대학교 농업생명과학대학 부속 농장 시험포장에서 제주조를 공시하였다. 시험포장의 토양(표토 10cm)은 화산회토가 모재로 된 농암갈색토였으며 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같고, 시험기간의 기상조건은 Table 2에서 보는 바와 같다.

파종은 2003년 4월 20일부터 5월 30일까지(4월 20일, 5월 1일, 5월 10일, 5월 20일, 5월 30일) 10일 간격으로 5회 파종하였고, 휴폭 15cm로 ha당 15kg에 해당하는 양을 조기 파종하였다. 시험구 면적은 9m<sup>2</sup>로 하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 비료시비는 1ha당 질소 150kg, 인산 100kg, 칼리 100kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비 및 염화칼리

Table 1. Chemical properties of experimental surface soil before cropping

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	59.86	42.63	0.69	0.34	0.32	0.2

Table 2. Meterological 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.

로 시비하였으며 질소비료는 전술한 양의 50%는 기비로, 나머지 50%는 파종 후 30일에 각각 추비로 하였고 인산과 칼리는 전량 기비로 하였다. 시험포의 일반 관리는 일반관례에 준하였다. 각 형질조사는 三井(1988)의 청에사료 작물 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 시험포 중간지점에서 각각 20분을 선정하여 초장, 줄기직경, 엽수, 마디수 및 엽장 등을 조사하였다. 생초수량은 각 구별로 생육이 균일한 중간지점에서 3.3m<sup>2</sup>(180cm×180cm)를 예취한 다음 ha당 생초수량으로 환산하였고, 건물중은 생초 중에서 각각 500g의 시료를 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을 조사하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA) 및 가용무질소물(NFE) 등의 사료성분은 Imm체를 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. 생태반응

파종기 변동에 따른 제주조의 생육반응을 조사한 결과는 Table 3에 제시하였다.

출수기까지의 일수는 조기파종 할수록 길어지고 만기파종 할수록 단축되는 경향이였다. 즉 4월 20일 파종에서 100일이었으나 파종기가 지연됨에 따라 출수 일수는 단축되어 5월 30일 파종에서 출수 일수는 66일이였다. 초장은 4월 20일 파종에서 121cm였으나 5월 1일로 파종기가 지연됨에 따라 131cm로 길어졌고, 그 이후로 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 작아져서 5월 30일 파종에서는 86cm였다. 엽장, 엽수, 엽폭 및 줄기직경도 초장반응과 비슷한 경향이였다. 5월 1일 파종에서 엽장은 45.5cm, 엽폭은 3.5cm, 엽수 11.8개, 마디 수 10.4개로 생육이 양호한 편이었으나 그 이전 파종과 그 이후 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 감소되어 5월 30일 파종에서는 엽장, 엽폭, 엽수, 마디 수는 각각 36.3cm, 2.6cm, 10.4개, 6.8개였다. 엽록소 측정치는 40.6에서 35.8로 만기파종 할수록 낮아지는 경향이였다.

제주조는 5월 1일 파종에서 초장, 엽장, 엽폭 등 모든 형질이 우세하였으나, 그 이전의 조기파종이나 그 이후 만기파종 할수록 생육이 부진한 요인은 제주조의 생태적 특성에 기인된 것으로 여겨지나, 조기파종에서는 저온에 의하여 생육이 부진하였고 5월 10일에서 30일까지의 파종구에서는 기온은 높은 편이었으나 생육기간이 단축되어 생육상태가 부진하였던 것으

Table 3. Agronomic characters of Jeju Italian millet grown at five planting dates.

Planting date	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
Apr. 20	July 29(100)	121	0.7	11.1	10.3	43.5	3.4	40.6
May 1	July 30(90)	131	0.8	11.8	10.4	45.5	3.5	41.2
May 10	Aug. 2(84)	117	0.6	11.7	9.9	40.9	3.1	39.2
May 20	Aug. 3(75)	109	0.5	11.1	8.6	37.1	2.9	37.7
May 30	Aug. 4(66)	86	0.4	10.4	6.8	36.3	2.6	35.8
LSD(5%)	1.38	2.12	0.06	0.76	0.13	2.46	0.2	2.04
C.V.(%)	0.88	0.99	5.21	3.61	0.76	3.21	3.43	2.79

로 생각되었다. 최 등(1990)은 진주조의 발아최 적온도는 12℃이며, 파종한계는 4월 하순에서 5월 상순까지가 파종한계기였다고 보고한 바 있다. 일반적으로 우리나라에서 봄조의 파종은 5월 상순, 그루조 파종은 6월 중순 맥후작으로 하여 파종하고 있으나 조는 습해에 약한 생리적 특성 때문에 6월 전후하여 강우량이 많을 때 생육이 부진한 것으로 보고되어 있다(이, 1983; 조, 1983).

2. 수량성 변화

파종기에 따른 제주조의 생초수량, 건물수량, 단백질수량 및 TDN 수량 반응은 Table 4에 제시하였다.

파종기에 따른 생초수량은 4월 20일 파종에서 40.98MT/ha였고 5월 1일로 파종기가 지연됨에 따라 43.28MT/ha로 증수되었으나 그 이후로 만기파종 할수록 생초수량은 점차적으로 감소되어 5월 30일 파종에서는 21.63MT/ha였다. 건물수량도 생초수량 반응과 비슷한 경향이었다. 즉 5월 1일 파종에서 12.59MT/ha로 증수되었으나 그 이전 조기파종에서도 감소되었고, 그 이후 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 감소되어 5월 30일 파종에서 건물수량은 7.56MT/ha로 감소하였다.

단백질 수량과 TDN 수량도 생초, 건물수량 반응과 비슷한 경향을 나타내었다. 4월 20일

파종에서 단백질 및 TDN 수량은 각각 1.17 MT/ha, 6.36MT/ha였고 5월 10일로 파종기가 지연됨에 따라 단백질 수량은 1.30MT/ha, TDN 수량은 6.60MT/ha로 증수되었으나, 그 이후로 파종기가 지연됨에 따라 단백질 및 TDN 수량은 감소되어 5월 30일 파종에서 단백질 수량과 TDN 수량은 각각 0.96MT/ha, 4.16MT/ha로 감소되었다.

이 시험에서 5월 1일 파종에서 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량은 증수되었으나 그 이전 조기파종과 그 이후로 파종기가 지연됨에 따라 수량성이 감소된 요인은 4월 20일 조기파종에서는 저온하에서 조의 생육이 부진하여 수량이 감소되었고, 만기파종에서는 고온하에서 조의 생육기간이 단축되어 수량성이 낮아진 것으로 생각되었다. 조는 30℃ 이상의 고온에서 출수가 촉진되는 것으로 보고되고 있고, 진주조의 파종기는 5월 상순경이 적당하나 파종기가 지연됨에 따라 출수일수가 96일에서 54일로 단축되고 수량이 감소되었다는 보고도 있다(최 등, 1990).

3. 사료가치 변화

제주조의 파종기동에 따른 조단백, 조지방, 조섬유, 조회분, 가용무질소물 및 TDN 함량은 Table 5에서 보는 바와 같다.

조단백, 조지방은 만기파종 할수록 증가되는

Table 4. Fresh forage, dry matter, crude protein and total digestible nutrients(TDN) yield at five planting dates

Planting date	Fresh forage yield (MT/ha)	Dry matter yield (MT/ha)	Crude protein yield (MT/ha)	TDN yield (MT/ha)
Apr. 20	40.98	12.38	1.17	6.36
May 1	43.28	12.59	1.30	6.60
May 10	37.75	11.35	1.26	6.04
May 20	29.88	9.62	1.17	5.22
May 30	21.63	7.56	0.96	4.16
LSD(5%)	1.89	0.61	0.09	0.34
C.V.(%)	2.90	3.02	4.04	3.15

Table 5. Crude protein, ether extract, crude ash, crude fiber, nitrogen free extract(NFE) and total degestible nutrients(TDN) contents at five planting dates

Planting date	Crude protein(%)	Ether extract(%)	Crude ash (%)	Crude fiber (%)	NFE (%)	TDN (%)
Apr. 20	9.5	1.4	8.6	35.1	45.4	51.4
May 1	10.4	1.5	8.4	34.1	45.7	52.4
May 10	11.1	1.6	8.3	33.2	45.9	53.2
May 20	12.1	1.6	8.0	32.2	46.0	54.3
May 30	12.6	1.7	7.9	31.6	46.2	55.0
LSD(5%)	0.54	0.09	0.78	0.94	1.19	0.51
C.V.(%)	2.55	2.96	1.14	1.51	1.38	0.51

경향이였다. 즉, 4월 20일 파종에서 조단백질과 조지방 함량은 각각 9.5%, 1.4%로 낮은 편이었으나 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 증가되어 5월 30일 파종에서 단백질 수량은 12.6%, 조지방 함량은 1.7%로 증가되었다. 조섬유와 조회분 함량은 조단백, 조지방 함량의 반응과는 반대로 파종기가 지연될수록 낮아졌다. 4월 20일에서 5월 30일로 파종기가 늦어짐에 따라 조섬유 함량은 35.1%에서 31.6%로, 조회분 함량은 8.6%에서 7.9%로 낮아졌다. 가용무질소물과 TDN 함량의 변화는 4월 20일 파종에서 5월 30일로 파종기가 늦어짐에 따라 51.4%에서 55.0%로 증가되어 조단백 및 조지방의 반응과 비슷하였다.

이 시험에서 파종기가 지연됨에 따라 조단백질과 조지방 함량이 증가한 요인은 조의 생태적 특성상 조기파종에서는 영양생장기간이 지연됨에 따라 상대적으로 단백질 등이 증가되었던 것으로 생각되었으며, 조섬유질과 조회분 함량이 조기파종 할수록 높아지고 만기파종 할수록 낮아진 것은 고온에 의하여 출수기간이 단축되었기 때문이라고 생각되었다. 일반적으로 생육기간이 짧은 일년생 C<sub>4</sub> 작물은 파종기가 지연됨에 따라 조섬유 및 조회분 함량은 감소되나 단백질 함량은 증가되었다는 보고가 있다. 조 등(2001a, 2001b, 2000)은 제주피, 양마, 차풀에서 본 시험 결과와 비슷한 결과를 보고

한 바 있다(Han 등, 1971a, 1971b; Johson 및 Cummins, 1967). 따라서 제주지역에서 제주조를 사초생산목적으로 재배할 경우 파종적기는 5월 1일이 적당한 것으로 생각된다. 그러나 해마다 기상조건이 다르기 때문에 이에 대한 검토가 필요할 것이다.

#### IV. 요 약

본 시험은 제주도 화산회토양에서 제주조의 파종시 적기를 구명하기 위해 2003년 4월 20일부터 5월 30일까지 파종기 변동(4월 20일, 4월 30일, 5월 1일, 5월 20일, 5월 30일)에 따른 생육반응, 수량성 및 사료가치를 분석한 결과를 다음과 같이 요약하였다.

출수기까지의 일수는 100일에서 60일로 파종기가 지연됨에 따라 출수기까지 일수는 단축되고 조기파종할수록 지연되었다. 초장은 5월 1일 파종에서 131cm로 가장 큰 편이었으나 그 이전과 그 이후 만기파종할수록 초장은 짧았고 5월 30일 파종에서 86cm로 작아졌다. 엽장, 엽수, 엽폭 및 줄기 직경은 초장반응과 비슷하였고 엽록소 측정치는 40.6에서 35.8로 만기파종할수록 낮아졌다. 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량은 5월 1일 파종에서 각각 43.28MT/ha, 12.5MT/ha, 1.39MT/ha, 6.60MT/ha로 증수되었으나 그 이전과 그 이후로 파종기가 지연됨에

따라 점차적으로 감소되어 5월 30일 파종에서 생초수량은 12.63MT/ha, 건물수량 7.56MT/ha, 단백질수량 0.96MT/ha, TDN 수량은 4.16MT/ha로 감소되었다.

파종기가 4월 20일에서 5월 30일로 지연됨에 따라 조단백질 함량은 9.5%에서 12.6%로, 조지방은 1.4%에서 1.7%로, 가용무질소물은 45.4%에서 46.2%로, TDN 함량은 51.4%에서 55.0%로 증가되는 반면 조섬유 함량은 35.1%에서 31.6%로, 조회분 함량은 8.6%에서 7.9%로 감소되었다.

이 시험 결과 제주조의 사초수량을 최대로 올릴 수 있는 적정 파종기는 5월 1일로 추정할 수 있었다.

## V. 인 용 문 헌

1. 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분 분석법. 1-16.
2. 윤용범, 정순영, 이주심. 1994. 파종시기가 Pearl millet의 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 14(2):125-131.
3. 이홍석. 1983. 전작. 방송통신대학. pp. 147-158.
4. 조남기, 송창길, 오은경, 조영일, 고지병. 2000. 제주도에서 차풀의 파종기 이동에 따른 생육반응, 수량 및 사료가치 변화. 동물자원지. 42(5): 711-718.
5. 조남기, 강영길, 송창길, 고영순, 조영일. 2001a. 제주지역에서 파종기에 따른 제주피의 사료수량 및 조성분 변화. 한초지. 21(4):217-224.
6. 조남기, 송창길, 조영일, 고지병. 2001b. 제주지역에서 파종기에 따른 양마의 사료수량 및 조성분 변화. 한초지. 46(6):439-442.
7. 조재영. 1983. 전작. 향문사. pp 158-197.
8. 최병한, 박근홍, 박종민. 1989. 시비량이 진주조의 생산성 및 품질에 미치는 영향. 한초지. 34(4):396-399.
9. 최병한, 박근홍, 박종민. 1990. 진주조의 파종기 이동에 따른 유효적산온도 및 수량성. 한초지. 35(2):102-125.
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. Han, I.K., S.H. Park and K.I. Kim. 1971a. Studies on the Nutritive Values of the Native grasses and Legumes in Korea. II. Location and family differences in chemical compositions of some Korean native herbage plants. Korean J. Anim. Sci. 13(2):107-115.
13. Han, I.K., S.H. Park, Y.S. Lee, K.I. Kim and B.H. Ahn. 1971b. Studies on the Nutritive Values of the Native grasses and Legumes in Korea. I. Seasonal changes in chemical composition of some Korean native herbage plants. Korean J. Anim. Sci. 13(1):3-16.
14. Johnson, B.J. and D.G. Cummins. 1967. Influence of rate time of nitrogen application on forage production of sorghum for silage. Georgia Agr. Res. 9:7-8.
15. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph.D. Dissertation Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
16. Yoon, Y.B., S.Y. Jeong and J.S. Lee. 1994. The Effect of Different Seeding Date on the Yield and Nutritional Value of Pearl Millet (*Pennisetum americanum* L.) J. Korean Grass. Sci. 14(2):125-131.