

博士學位論文

播種量과 窒素分施 回數에 따른  
귀리品種의 生育特性, 收量性 및  
飼料價値 變化



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

濟州大學校 大學院

農學科

宋 承 運

2001年 12月

播種量과 窒素分施 回數에 따른  
귀리品種의 生育特性, 收量性 및  
飼料價値 變化

指導教授 趙 南 棋

宋 承 運

이 論文을 農學博士學位 論文으로 提出함



2001年 12月  
제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

宋承運의 農學博士學位 論文을 認准함

審査委員長

委 員

委 員

委 員

委 員

濟州大學校 大學院

2001年 12月

Effects of Seeding Rates and Split Nitrogen  
Applications on Agronomic Characteristics,  
Yield and Chemical Composition of  
Oat cultivars in Jeju Island

Seung-Woon Song  
(Supervised by Professor Nam-Ki Cho)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
DOCTOR OF AGRICULTURE

DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2001. 12.

# 目 次

SUMMARY . . . . .	1
I. 緒 論 . . . . .	4
II. 研 究 史 . . . . .	6
III. 材 料 및 方 法 . . . . .	10
IV. 成 績 . . . . .	14
1. 播種量 差異에 따른 귀리의 生育特性, 收量性 및 飼料價値 變化 . . . . .	14
1) 生育特性	
2) 飼草 및 種實 收量性	
3) 飼料價値 變化	
4) 形質間의 相關	
2. 窒素分施 回數에 따른 귀리의 生育特性, 收量性 및 飼料價値 變化 . . . . .	29
1) 生育特性	
2) 飼草 및 種實 收量性	
3) 飼料價値 變化	
4) 形質間의 相關	
V. 考 察 . . . . .	44
VI. 要 約 . . . . .	48
參 考 文 獻 . . . . .	53

## Summary

This study was conducted to determine the effects of seeding rate and frequency of split nitrogen applications on agronomic characteristics, forage and grain yields, and feed value of three oat cultivars in Jeju Island.

### **I. Effects of seeding rate on agronomic characteristics, forage yield and chemical composition of oat cultivars**

Three oat cultivars 'Early 80', 'Olgwiri' and 'Malgwiri' were grown at five seeding rates (90, 110, 130, 150 and 170 kg/ha) from November 1998 to June 1999. The results are summarized as follows;

1. Days from sowing to heading and maturity increased from 163 to 166 and 208 to 210 days, as seeding rate increased from 90 to 170 kg/ha.
2. Plant height increased from 103.8 to 114.5 cm as seeding rate increased from 90 to 150 kg/ha, but decreased to 113.3 cm at a seeding rate of 170 kg/ha.
3. Leaf length of Early 80 increased respectively, as seeding rate increased from 90 kg/ha to 150 kg/ha.
4. Number of spikelets and grains per panicle decreased from 18.5 to 15.7, and from 56.5 to 49.5, respectively, as seeding rate increased.
5. As seeding rate increased from 90 to 150 kg/ha, fresh forage, dry matter, crude protein and total digestible nutrients (TDN) yields increased from 27.3 to 42.19, 4.66 to 7.96, 0.55 to 1.11 and 2.30 to 4.28 MT/ha, respectively, but decreased with further increased seeding rate.
6. Grain yield increased from 4.40 to 6.15 MT/ha as seeding rate increased from 90 to 130 kg/ha, and then decreased from 5.54 to 4.44 MT/ha at 150

- and 170 kg/ha seeding rates.
7. The highest seeding rate showed the lowest test weight and 1,000 grain weight.
  8. As seeding rate increased, crude protein and ether extract contents increased, but crude ash and crude fiber contents decreased.
  9. The results obtained from this study suggested that seeding rate of 150 kg/ha is recommended for fresh forage production, and 130 kg/ha was beneficial for grain production in Jeju Island.

## **II. Effects of frequency of split nitrogen applications on agronomic characteristics, forage yield and chemical composition of oat cultivars**

This study was conducted to determine the optimum frequency of split nitrogen application of oat cultivars ('Early 80', 'Olgwiri' and 'Malgwiri'), from November 1997 to June 1998 in Jeju Island.

Nitrogen fertilizer was applied at 240 kg/ha, and frequencies of the split applications were from once to five times at intervals of 30 days.

1. Days to heading increased from 161 to 164 days, as nitrogen was split applied from one to five times.
2. Plant height increased from 98.4 to 117.9 cm as the frequency of split nitrogen application increased, but there was not significant between four and five time N applications.
3. This pattern held for leaf length, leaf width and culm length, but number of grains and spikelets per panicle was the greatest in three time applications with 53.5 and 20.7 respectively.
4. Fresh forage, dry matter and crude protein yields were higher with 47.04,

- 7.81 and 1.11 MT/ha, respectively, as nitrogen was split-applied four times, and in the case of crude protein yield Early 80 was not significant between four and five time N applications, but it was the highest at five times in 'Malgwiri' and four times in 'Olgwiri'.
5. Grain yield, test weight and 1,000 grain weight were higher than the other treatments with 5.69 MT/ha, 408.9 and 37.1 g, respectively, as nitrogen was applied three times.
  6. In four times nitrogen application, total digestible nutrients yield and nitrogen uptake were higher with 4.33 MT/ha and 176.7 kg/ha.
  7. Crude protein and ether extract contents increased from 11.6 to 14.6% and from 2.4 to 3.9%, respectively, but crude ash content decreased from 8.7 to 6.2% as the frequency of split nitrogen application increased.
  8. These results indicate that the optimum frequency of split nitrogen applications is four times for forage production, and is three times for grain production of oats in Jeju Island.

## I. 緒 論

귀리(*Avena sativa* L.)는 생육기간이 짧은 일년생 작물로서 단위 면적당 사초 수량이 많고, 경엽과 종실에는 단백질, 칼슘, 지방, 비타민 B 등이 다량 함유되어 있다(작시, 1990; 한국마사회, 1989). 귀리는 이러한 우수성 때문에 러시아를 포함한 유럽 중부지역과 미국 등 여러 나라에서 식용 및 사료용으로 널리 재배되고 있다(김, 1983). 우리나라에서도 1970년대 초까지는 산간지역의 소규모 농가에서 식용으로 재배되었으나, 1980년대 중반부터 생초, 건초 및 종실사료용으로 축산 농가에서 재배되고 있으며, 그 면적은 3,000ha에 이르고 있다(작물시험장, 2000). 특히 귀리는 내한성이 약하여 우리나라에서 종실용 귀리의 가을재배는 겨울철 기온이 따뜻한 제주지역에서만 가능하다. 제주도의 경우 귀리는 재배면적이 1990년에 40ha였던 것이 경주마용으로 그 수요가 늘면서 2000년에는 560ha로 급속히 증가되고 있는 실정인데, 맥주맥보다 소득이 높고 겨울작물 중 맥주맥, 유채 다음으로 재배면적이 넓은 작물로서 주로 생초, 건초 및 종실사료용으로 재배되고 있다. 제주도 일부농가에서 사료용 귀리의 조과, 산파시에 파종량은 각각 50~90kg/ha, 80~100kg/ha기준으로 하여 파종하거나 어떤 농가에서는 102~136kg/ha을 기준으로 하는 등 이 지역에서 귀리의 사초생산을 목적으로 한 파종적량이 구명되어 있지 않다. 한편 종실용 귀리재배시 시비량은 ha당 질소 120kg, 인산 80kg, 칼리 100kg으로 하여 질소는 기비로 50% 시비하고 나머지 50%는 1월 하순 추비로 하는 것이 관례로 되어 있다(김, 1995). 특히 화분과 사료작물은 질소비료에 민감한 특성 때문에 질소 분시횟수가 많아짐에 따라 수량성이 증대된다는 여러 가지 보고가 있다. 제주지역에서 Sudangrass계 잡종은 250kg/ha의 질소를 5회(조 등, 1998), 사료용 유채는 200kg/ha의 질소를 4회(조 등, 1999), 청에 피는 200kg/ha의 질소를 3회(조 등, 2001) 분시할 경우 수량성과 사료가치를 높일 수 있다고 하였다. 따라서 본 시험은 제주도 지역에서 귀리 품종의 생육특



성, 수량성 및 사료가치에 미치는 파종량과 질소비료의 분시횟수 효과를 구명함으로써 경주마 사료용으로 생산성을 높이고, 자급의 기틀을 마련할 뿐 아니라 기호성 식품원료로써 수요확대에 대비하는 등 지역농가의 소득향상에 도움을 주고자 수행하였다.



## II. 研究史

귀리는 척박지와 산성토양에 대한 적응성이 강하며, 가축에 대한 기호성이 맥류 중에서는 가장 높을 뿐 아니라 생산성도 우수하여 세계 여러 나라에서는 방목, 청예 및 건초용으로 많이 이용되고 있다(Thompson과 Day, 1959). 또한 귀리는 사초의 품질이 우수할 뿐 아니라 보리에 비하여 수량이 높아 북미, 남미 등에서는 오래 전부터 주된 사료작물로 이용되어 왔으며(Brundage 등, 1979), 주로 콩과사초와 혼합하여 사일리지 형태로도 저장 이용되고 있다(Brundage와 Sweetman, 1967). 귀리는 봄과종보다 가을에 과종한 것이 사초의 생산성이 높은 것으로 보고되어 있다(Coffman, 1961). 그러나 한국의 중부 이북 지방에서 가축의 사료생산을 위한 추파재배는 월동문제 때문에 춘파재배를 하고 있으며, 남부지방에서는 추파재배가 가능한데(김 등, 1988), 가을귀리는 늦가을과 이듬해 봄기간에, 봄귀리는 초여름까지 방목이나 청예로 이용되고 있고(김과 서, 1988), 제주도에서는 경주마의 사료용으로 이용하기 위하여 종실 및 건초용 위주의 재배를 하고 있다(현, 1994).

귀리의 생육시기별 생산성을 비교해 보면 완숙기<호숙기<유숙기<출수기의 순으로 생초수량이 많으며(Tobino 등, 1976; 양 등, 1989), 부위별 비율은 생육이 진행됨에 따라 잎은 전체에 대한 비율이 현저히 감소하나 이삭은 숙기가 진행됨에 따라 증가한다(양 등, 1989). 호밀의 경우도 같은 경향이었지만 건물수량은 과종량에 관계없이 유숙기에서 높다(고 등, 1986). 김 등(1988)은 사료용 맥류의 조단백질 함량은 동화율이 크게 신장되는 유수 형성기에 가장 높으며 생육이 진전될수록 감소되나 조섬유 함량은 증가된다고 하였고, 양 등(1989)은 귀리의 건물수량은 생육이 진행되면서 증가하여 황숙기에 생산량이 가장 높았으며 가소화 조단백질, 가소화 양분총량과 같은 양분함량은 유숙기에 높다고 하였다.

가을과종 종실귀리의 청예 사료용과 연계한 적정 과종량에 관한 연구는 거의 없는 실정인데, 구 등(1984)은 과종량 차이에 따른 맥주맥의 출수일수는 큰 차이를 나타내지 않았으나, 간장은 과종량이 증가함에 따라 길어지는 경향이었고,  $m^2$ 당 수수와 수량은 과종량 증가에 따라 직선적인 증대를 보였다고 보고하였다. 한과 김(1992)도 귀리의 과종량이 증가될수록 수분, 질소 등의 영양분에 대한 경합이 강해져서 수평신장 보다는 수직신장이 우세하게 되어  $120kg/ha$ 과종구보다  $200kg/ha$ 과종구에서 초장이 길어졌다고 하였고, 박 등(1992)도 보리에서 같은 경향임을 보고하였다. 그러나 과종량이 많을수록 사초의 건물수량(한과 김, 1992), 조단백질 수량(전 등, 1992), 종실수량, 간장 및 수장 등이 증가하기는 하나 수당립수는 감소하며, 지나친 밀파는 수량증대가 없거나 오히려 감소한다(최와 조, 1976). 또한 Masaoka와 Takano(1980)는 수수-수단그라스계 잡종에서 과종량을 많게 하여 재식밀도가 증가하면 식물체의 광경쟁에 따른 노화현상으로 섬유소, 리그닌 함량이 높아져 소화율의 저하를 가져올 뿐만 아니라 식물체의 분얼발생 저하, 왜소화 및 도복이 우려된다고 하였다. 한과 김(1992)은 귀리의  $ha$ 당 과종량  $120kg$ 에서 주당 분얼 경수는 가장 많았고, 이보다 과종량이 많아지면 감소된다고 하였는데, 이것은 과종량이 많아짐에 따라 밀집된 식생을 이루게 되고 그 결과 식물체 기부에 도달하는 빛의 양이 적어지고, 식물체의 공간이용도 어렵게 됨에 따라 광 에너지, 토양 무기양분 등 분얼경 발생에 관계되는 제 요소의 악화에 기인될 수 있다. 강(1987)이 월동 전 청초 및 월동 후 종실수확을 목적으로 실시한 시험에서 과종량을 16에서  $24kg/10a$ 로 증가시킬 경우 청초 수량은 오월보리가 1,850에서  $2,023kg/10a$ 로, 올밀이 1,634에서  $1,791kg/10a$ 로 증대시킬 수 있었으나 종실수량은 큰 차이가 없었다고 하였다. 이 등(1984)은 맥주맥의 과종량 시험에서 수량은 수당 립수와 고도의 정의 상관을 보였으며,  $m^2$ 당 수수, 수당 립수 및 1,000립중의 세가지 수량구성 요소 중 수량에 미치는 직접적인 효과는 과종량과 관계없이 수당 립수가 가장 크다고 하였다.

박 등(1990)은 호밀과 Triticale에서, 김과 채(1991)는 호밀에서 파종량이 많을수록 조단백질 함량과 조지방 함량은 감소하고 조섬유 함량, 가용성 무질소물(NFE) 함량은 증가한다고 하였다. 한과 김(1992)도 봄파종 귀리의 파종량을 120에서 200kg/ha으로 증가시켰을 때 조단백질 함량은 감소하였다고 하였는데, 이것은 밀식에 의해 식물 개체당 조단백질로 전환 이용이 가능한 질소량 부족에 기인하기 때문이라고 하였다.

화산회토양에서 질소 시용량이 많으면 작물의 생산량은 증가하지만 재배작물에 의한 시용질소의 흡수율이 낮아져 질소이용 효율이 떨어지고 휘산이나 탈질, 용탈 등에 의한 손실율은 증가하게 된다(강 등, 2001). 따라서 질소질 비료는 추비 또는 분시에 의해 그 효과를 높이게 되는데, Middleton 등(1964)은 질소비료의 증시로 보리의 수수와 수량의 증가는 뚜렷하나  $l$  중이나 천립중은 수수보다 영향을 적게 받았다고 하였다. 한과 김(1992)은 귀리에서 200kg/ha의 질소시비 수준에서 주당 분얼 경수가 가장 많았다고 하였으며, 한 등(1995)은 호밀에 질소 시비량을 220kg/ha까지 증가시키면 건물수량도 증가한다고 하였다.

Macload(1969)는 생육기간에 따라 밀의 질소비료 효과는 달리 나타나는데, 질소질 비료 흡수가 왕성한 시기는 건물중이 증가하는 시기와 대체로 일치하는 3~4월경이므로 이때의 추비 효과가 크다고 하였다. 강 등(1989)은 울무의 안전증수를 위한 가장 효과적인 질소시비 방법은 15kg/10a의 질소를 기비 40%, 추비 3회(분얼기 30, 출수기 20, 호숙기 10%)로 하는 것이 350kg/10a의 높은 수량을 얻을 수 있었다고 하였다. 그러나 서 등(1995)은 질소 시비수준을 0, 70, 140, 280 및 420kg/ha로 하고 각 수준별로 4회 균등 분시하여 연간 3회 수확하였을 때 질소 시비수준이 증가할수록 reed canarygrass의 초장과 건물수량 및 조단백질 함량은 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 즉 평균초장은 39에서 72cm로, 건물수량은 4,540에서 9,960kg/ha로, 조단백질 함량은 17.6에서 19.8%로 높아졌고 조섬유 함량도 증가하였으나, 초지 식생과 조섬유 함량 등

을 고려할 때 연간 420kg/ha의 질소시용은 생산성 측면에서 불리하므로 목초의 생산량과 사료가치를 높이고 양호한 초생 유지를 위한 적정 질소시비 수준은 280kg/ha이라고 하였다.

질소질 비료와 사초의 성분변화의 관계를 살펴보면, 한과 김(1992)은 봄귀리에서 질소를 ha당 100에서 200kg으로 증가시킬수록 조단백질 함량도 같이 증가하였다고 하였다. 호밀과 Triticale에서 질소를 많이 시용할수록 조단백질, 조지방 함량은 증가되었으나 조섬유 함량은 감소한다는 보고(박 등, 1990)와 청예 무에서 질소 시비량이 증가할수록 초장은 길어지고 수량은 증가하였으며, 조단백질 함량, 조지방 함량, 가용성 무질소물 및 가소화 양분총량도 증가하였지만 조회분과 조섬유 함량은 낮아진다는 조 등(2000)의 보고도 있다. 조 등(1998)은 수단그라스계 잡종에 있어서 분시횟수가 많아짐에 따라 출수기는 늦어지고 초장은 길어지는 경향이였으며, 생초수량, 건초수량, 조단백질 및 조지방 함량도 점차 증가하였으나 조섬유 함량은 감소하였다고 하였으며, 조 등(1999)은 사료용 유채의 경우 청예 및 건물수량을 높이기 위해서는 4회 정도의 분시가 필요하다고 하였다.

### Ⅲ. 材料 및 方法

#### 1. 파종량 차이에 따른 귀리의 생육특성, 수량성 및 사료가치 변화

본 시험은 1998년 11월 8일부터 1999년 6월 8일까지 표고 100m에 위치한 제주도 농업기술원 상귀기술개발 포장에서 'Early 80', '말귀리', '울귀리'를 공시하여 수행하였다. 시험포장의 토양은 암갈색 비화산회토로 표토(0~10cm)의 화학적 성질은 표 1에서 보는 바와 같다. 11월 8일에 휴폭 40cm, 파폭 18cm로 하여 90, 110, 130, 150, 170kg/ha에 해당하는 양의 종자를 조파하였고 시비량은 ha당 질소 100kg, 인산 90kg, 칼리 70kg을 각각 요소, 용성인비, 염화칼리로 시비하였으며, 인산과 칼리는 파종직전에 전량을 밑거름으로, 질소는 기준량의 50%는 밑거름으로 나머지 50%는 1월 23일(파종후 76일)에 추비로 사용하였다. 구당 면적은 5m 휴장에 5줄 심어 10m<sup>2</sup>였고, 시험구 배치는 파종량을 주구로, 품종을 세구로 한 분할구배치법 3반복으로 하였다.

출수기와 성숙기는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 따라 조사하였고, 1999년 4월 20일에 무작위로 구당 20개체를 선정하여 초장, 엽장, 엽폭 등을 조사한 후 시험구당 1.2m<sup>2</sup>(1.2×1.0m)의 식물체를 2cm높이로 예취하여 생초중을 측정하는 다음 약 500g의 시료를 취하여 70℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물율을 구한 후 건물수량을 ha당 무게로 산출하였다. 6월 8일에 생초수량을 조사하지 않은 곳에서 20개체를 선정하여 주당 수수, 수당 소수, 수당 립수를 조사하였으며, 종실 수량, 천립중 및  $l$  중 등은 1.2m<sup>2</sup>(1.2×1.0m)를 예취하여 조사하였다.

건초의 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA), 가용성 무질소물(NFE) 등의 일반 조성분은 70℃ 통풍 건조기에서 48시간 건조시킨 후 분쇄하여 2mm 체를 통과시킨 시료를 이용하여 농촌진흥청 축산기술연구소(1996) 표준사료

성분 분석법에 준하여 분석하였으며, 가소화 양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였다.

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

조사기간중의 기상조건은 표 2에서 보는 바와 같은데, 강수량은 평년대비 44.5 mm 많았고 일조시수는 433시간이 적어 귀리생육에 좋은 기상조건은 아니었다.

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

pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchangeable cation (cmol <sup>+</sup> /kg)				EC (dS/m)
			Ca	Mg	K	Na	
5.9	40.0	156.3	5.31	2.95	1.13	0.06	0.29

Table 2. Meteorological factors during the growing season and 10-years (1987-1996) average

	Temperature (°C)						Precipitation (mm)		Hours of sunshine	
	Average		Maximum		Minimum					
	T <sup>b</sup>	N <sup>d</sup>	T	N	T	N	T	N	T	N
Nov.	11.5	12.2	12.0	15.9	11.1	8.3	21.6	68.7	168.9	193.5
Dec.	6.9	7.6	7.3	11.0	6.5	4.3	12.0	33.0	136.6	151.9
Jan.	4.8	5.7	11.5	9.0	-1.0	2.3	90.6	55.7	178.7	148.7
Feb.	4.9	6.1	12.9	9.0	-0.7	2.7	71.2	56.5	167.4	162.1
Mar.	9.0	8.5	17.8	12.4	1.5	4.4	272.0	100.4	100.7	243.7
Apr.	12.4	13.2	21.9	17.9	3.5	8.1	62.8	80.4	189.5	294.9
May	16.7	17.7	24.3	22.5	6.8	12.8	58.4	107.9	250.9	301.3
June	20.2	21.5	27.5	25.9	13.9	17.7	151.0	192.5	155.8	285.4

<sup>b</sup> : the testing period, <sup>d</sup> : the normal year (1987-1996).

## 2. 질소분시 횟수에 따른 귀리의 생육특성, 수량성 및 사료가치 변화

본 시험은 1997년 11월 9일부터 1998년 6월 4일까지 시험1과 같은 포장에서 같은 품종을 공시하여 수행하였다. 표토(0~10cm)의 화학적 특성은 표 3에서 보는 바와 같다. 1997년 11월 9일에 휴폭 40cm, 과폭 18cm로 하여 130kg/ha의 종자를 조파하였다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=240-90-70kg/ha이었고, 질소비료는 요소를 이용하여 표 4에서 보는 바와 같이 분시하였다. 인산과 칼리는 용성인비와 염화칼리로 파종직전에 전량을 기비로 시용하였다.

구당면적은 10m<sup>2</sup>였으며, 시험구는 질소분시를 주구로, 품종을 세구로 한 분할구배치법 3반복으로 배치하였다. 초장, 엽장, 엽폭 등은 1998년 4월 19일에, 주당 소수, 수당 립수, 천립중 및  $l$  중은 6월 4일에, 기타 조사항목과 함께 시험 1과 같은 방법으로 조사하였다.

Table 3. Chemical properties of top soil (0~10cm) before the experiment

pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchangeable cation (cmol <sup>+</sup> /kg)				EC (dS/m)
			Ca	Mg	K	Na	
6.0	39.5	151.1	5.18	2.87	1.10	0.06	0.29

Table 4. Description of split N application to oats

No. of N applications	N rate per application (kg/ha)	Timing of N application (days after sowing)
1	240	0 (at sowing)
2	120	0 + 30
3	80	0 + 30 + 60
4	60	0 + 30 + 60 + 90
5	48	0 + 30 + 60 + 90 + 120



재배기간중의 기상조건은 표 5에서 보는 바와 같으며, 최고기온은 평년기온보다 낮고, 최저기온은 높은 편이었다. 강수량은 평년보다 500mm이상 많았고, 일조시수는 낮아서 귀리의 생육에 불리한 기상조건이었다.

Table 5. Meteorological factors during the growing season and 10-years (1987-1996) average

	Temperature (°C)						Precipitation (mm)		Hours of sunshine	
	Average		Maximum		Minimum		T	N	T	N
	T <sup>b</sup>	N <sup>b</sup>	T	N	T	N				
Nov.	12.4	12.2	12.8	15.9	12.0	8.3	162.0	68.7	90.3	193.5
Dec.	7.4	7.6	7.7	11.0	7.1	4.3	33.1	33.0	62.3	151.9
Jan.	5.0	5.7	5.2	9.0	4.6	2.3	192.0	55.7	49.2	148.7
Feb.	7.0	6.1	7.3	9.0	6.7	2.7	34.8	56.5	110.1	162.1
Mar.	7.7	8.5	8.1	12.4	7.3	4.4	127.2	100.4	164.6	243.7
Apr.	14.3	13.2	14.8	17.9	13.9	8.1	154.6	80.4	134.4	294.9
May	17.1	17.7	17.5	22.5	16.6	12.8	167.2	107.9	180.1	301.3
June	20.0	21.5	20.4	25.9	19.6	17.7	345.2	192.5	122.5	285.4

<sup>b</sup> : the testing period, <sup>♯</sup> : the normal year (1987-1996).

## IV. 成 績

### 1. 파종량 차이에 따른 귀리의 생육특성, 수량성 및 사료가치 변화

분산분석 결과를 표 6에서 보면 파종량의 효과는 생육일수와 TDN 함량을 제외하고는 모든 조사형질에서 유의하였고, 품종의 주 효과는 모든 형질에 있어서 유의하였다. 파종량과 품종의 상호작용은 21개의 형질 중 4개의 형질에서 유의하였다. 상호작용이 유의하지 않은 형질은 주 효과를 중심으로 설명하였고 상호작용이 유의한 형질은 품종별로 기술하였다.

Table 6. Analysis of variance for the agronomic characteristics of three oat cultivars grown at five seeding rates

Source of variation	df	Days to heading	Days to maturity	Plant height	Leaf length	Culm length	No. of panicles per hill		
Seeding rate (S)	4	***	NS	***	**	***	***		
Cultivar (C)	2	***	***	***	***	***	**		
S×C	8	NS	NS	***	***	NS	NS		

  

Source of variation	df	No. of spikelets per panicle	No. of grains per panicle	Fresh forage yield	Dry matter yield	Crude protein yield	TDN yield	Grain yield
Seeding rate (S)	4	**	*	***	***	***	***	***
Cultivar (C)	2	***	***	***	***	**	***	***
S×C	8	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

  

Source of variation	df	1,000 grain weight	Test weight	Crude protein	Ether extract	Crude ash	Crude fiber	NFE	TDN
Seeding rate (S)	4	**	***	***	***	***	***	***	NS
Cultivar (C)	2	***	***	***	***	**	***	***	*
S×C	8	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively; NS Not significant.

1) 생육특성

(1) 출수일수, 생육일수 및 초장

표 7에서 보는 바와 같이 ha당 파종량을 90kg에서 170kg으로 증가시킬 경우 출수일수는 품종평균 163~166일, 생육일수는 208~210일로 파종량이 증가할수록 출수일수는 길었고(p<0.05) 생육일수도 다소 길어지는 경향이였다.

Table 7. Days to heading and maturity, and plant height of three oat cultivars grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Days to heading				Days to maturity				Plant height (cm)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
90	161	163	164	163	210	208	207	208	100.5	92.3	118.5	103.8
110	163	164	164	164	210	208	208	209	115.4	99.3	121.0	111.9
130	163	164	164	164	211	208	209	209	116.8	100.4	121.9	113.0
150	163	166	165	165	211	209	208	209	118.5	102.3	122.6	114.5
170	165	166	166	166	212	209	208	210	117.2	100.6	122.1	113.3
Mean	163	165	165	164	211	208	208	209	113.7	99.0	117.8	111.3
LSD	(1)0.6	(2)0.5	(3)NS	(4)NS	(1)NS	(2)0.9	(3)NS	(4)NS	(1)1.5	(2)0.8	(3)1.9	(4)2.1

Coefficients of regression equations relating seeding rate

Intercept	157.80***	159.84***	NS	162.73***	208.31***	210.05***	NS	204.0***	NS	38.52	NS	44.94
Linear	0.04*	0.04**	NS	-0.01	0.01	-0.04*	NS	0.01*	NS	0.87*	NS	0.95
Quadratic	-	-	NS	0.001	0.001	0.001**	NS	-	NS	-0.003*	NS	-0.001
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.89	0.92	-	0.96	1.00	1.00	-	0.80	-	0.96	-	0.95

(1) Between seeding rate means. (2) Between cultivar means. (3) Between cultivar means for the same seeding rate. (4) Between seeding rate means for the same or different cultivar means.

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

품종간 출수일수는 Early 80이 163일로 가장 빨랐고, 말귀리, 올귀리의 출수일수는 165일로 늦었는데, 생육일수는 말귀리 및 올귀리가 208일로 빨랐으나 Early 80의 생육일수는 211일로 지연되었다. 초장은 90kg/ha 파종구에서 품종평균 103.8 cm였던 것이 파종량이 증가됨에 따라 점차적으로 커져서(P<0.05) 150kg/ha 파종

구에서 114.5cm로 길어졌으나, 그 이상인 170kg/ha과종구에서는 113.3cm로 짧아지는 경향이였다. 품종간 초장은 올귀리가 117.8cm로 길었고, 말귀리는 99cm로 짧은 편이였다. 초장에 있어서 ha당 과종량을 90에서 110kg으로 증가시킬 경우 Early 80은 100.5에서 115.4cm로, 말귀리는 92.3에서 99.3cm로, 올귀리는 118.5에서 121.0cm로 초장의 증가폭이 크게 달라 과종량과 품종간 상호작용에 유의성이 있었다.

(2) 엽장, 엽폭 및 간장

엽장, 엽폭 및 간장의 반응도 과종량에 따른 초장의 변화와 비슷하였다(표 8).

Table 8. Leaf length, leaf width and culm length of three oat cultivars grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Leaf length (cm)				Leaf width (mm)				Culm length (cm)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
90	28.3	27.1	24.7	26.7	16.2	16.5	15.2	15.9	91.1	76.1	95.9	87.7
110	29.8	28.1	25.0	27.6	16.8	17.5	15.8	16.7	98.4	79.8	101.4	93.2
130	30.0	28.8	25.5	28.1	17.2	18.5	15.9	17.2	100.3	80.3	101.9	94.2
150	31.8	29.7	26.0	29.2	17.5	18.7	16.1	17.4	101.1	81.4	103.4	95.3
170	30.2	28.9	26.3	28.5	17.2	18.3	16.0	17.2	100.7	80.4	102.0	94.4
Mean	30.0	28.5	25.5	28.0	17.0	17.9	15.8	16.9	98.3	79.6	100.9	93.0
LSD	(1)0.7	(2)0.4	(3)1.0	(4)1.1	(1)0.4	(2)0.4	(3)0.8	(4)0.8	(1)1.6	(2)1.2	(3)NS	(4)NS
Coefficients of regression equations relating seeding rate												
Intercept	NS	NS	NS	NS	9.76*	4.43	10.82**	8.12**	36.65	47.67*	NS	46.37*
Linear	NS	NS	NS	NS	0.10*	0.19*	0.07	0.12**	0.88*	0.46*	NS	0.67*
Quadratic	NS	NS	NS	NS	-0.001*	-0.001*	-0.001	-0.001**	-0.003*	-0.002	NS	-0.002*
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	-	-	-	-	0.98	0.98	0.96	1.00	0.97	0.96	-	0.97

(1) Between seeding rate means. (2) Between cultivar means. (3) Between cultivar means for the same seeding rate. (4) Between seeding rate means for the same or different cultivar means.

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

즉, 90kg/ha과종구에서 품종평균 엽장, 엽폭 및 간장은 각각 26.7cm, 15.9mm, 87.7cm였으나 과종량이 증가됨에 따라 길어져서 150kg/ha과종구에서 엽장, 엽폭 및 간장은 각각 29.2cm, 17.4mm, 95.3cm로 길고 넓었지만, 그 이상인 170kg/ha과종

구에서 엽장은 28.5cm, 엽폭은 17.2mm, 간장은 94.4cm로 짧아지는 경향을 보였다. 파종량 차이에 따른 품종간 평균 엽장은 Early 80이 30cm로 길었으며, 말귀리는 28.5cm로 중간이었고, 올귀리는 25.5cm로 짧은 편이었다. 엽폭은 말귀리가 17.9mm로 넓었고, 올귀리가 15.8mm로 좁았다. 이와 같은 변화는 파종량 차이에서도 뚜렷하였다( $P<0.05$ ). 간장은 올귀리가 100.9cm로 크고, 말귀리는 79.6cm로 짧았다. 한편 파종량이 20kg/ha씩 증가함에 따라 Early 80의 경우는 엽장이 최고 1.8cm까지 차이가 있었으나 올귀리에서는 0.3~0.5cm로 그 차이가 적어 파종량과 품종간의 상호작용에 유의성이 있었다.

### (3) 주당수수, 수당소수 및 수당립수

Table 9. No. of panicles per hill, no. of spikelets and no. of grains per panicle of three oat cultivars grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	No. of panicles per hill				No. of spikelets per panicle				No. of grains per panicle			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
90	4.1	4.3	4.5	4.3	16.9	18.5	20.0	18.5	53.4	57.6	58.5	56.5
110	4.7	4.8	5.0	4.8	16.0	17.5	19.2	17.6	51.2	54.5	56.0	53.9
130	4.8	4.9	5.1	4.9	15.3	17.2	18.9	17.1	50.2	54.4	54.6	53.1
150	4.1	4.2	4.8	4.4	15.1	17.1	17.6	16.6	50.8	53.8	54.0	52.9
170	3.3	3.5	3.7	3.5	14.8	15.9	16.5	15.7	45.4	49.8	53.2	49.5
Mean	4.2	4.3	4.6	4.4	15.6	17.2	18.4	17.1	50.2	54.0	55.3	53.2
LSD	(1)0.4	(2)0.2	(3)NS	(4)NS	(1)0.9	(2)0.8	(3)NS	(4)NS	(1)3.0	(2)1.3	(3)NS	(4)NS

  

Coefficients of regression equations relating seeding rate												
Intercept	-4.72	-3.43	-4.56*	-4.10**	23.82**	20.88***	19.43*	21.39**	60.86***	64.62***	72.53**	62.93***
Linear	0.16*	0.14*	0.16*	0.15**	-0.10*	-0.03*	0.03	-0.03	-0.08*	-0.08*	-0.26*	-0.08*
Quadratic	-0.001*	-0.001*	-0.001**	-0.001**	0.001*	-	-0.001	-	-	-	0.001	-
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.98	0.97	0.99	1.00	0.99	0.90	0.99	0.99	0.78	0.86	0.99	0.89

(1) Between seeding rate means. (2) Between cultivar means. (3) Between cultivar means for the same seeding rate. (4) Between seeding rate means for the same or different cultivar means.

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

주당수수는 130kg/ha과종구에서 4.9개로 많은 편이었으나, 그 이상과 그 이하의 과종구에서 유의성있게 감소되어 90kg/ha과종구에서 4.3개, 170kg/ha과종구에서는 3.5개였다. 동일 과종량 내에서는 품종간 유의성이 인정되지 않았으나 올귀리의 주당수수가 높은 경향을 보였다. 품종간에는 올귀리가 4.6개로 다른 품종(말귀리 4.3개, Early 80 4.2개)에 비해 많았다( $P<0.05$ ). 과종량 차이에 따른 수당소수 및 수당립수는 3품종 공히 과종량이 많아짐에 따라 점차적으로 감소하였다( $P<0.05$ ). 즉, 90kg/ha과종구에서 수당소수는 18.5개, 수당립수 56.5개로 많았으나, 과종량이 증가됨에 따라 차차 감소되어 170kg/ha과종구에서 수당소수는 15.7개, 수당립수는 49.5개였다. 품종별 수당소수와 립수는 올귀리가 각각 18.4개와 55.3개로 많았고, Early 80은 15.6개와 50.2개로 적었다.

이 시험에서 과종량이 증가함에 따라 초장, 엽장 및 간장이 커진 것은 귀리의 개체간 광합성 작용에서 수분, 양분, 광 등의 경합력이 강해져서 수평신장보다는 수직신장이 강하게 이루어졌기 때문이라고 생각되었다. 재식밀도가 높을수록 초장, 엽장이 커지는 것은 귀리(한과 김, 1992), 유채(Cho 등, 1998 ; 조와 송, 1995), 차풀(조 등, 2000) 등에서도 보고되어 있다.

## 2) 사초 및 종실 수량성

### (1) 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량 변화

생초수량은 90kg/ha과종구에서 품종평균 27.53MT/ha였으나, 과종량이 증가됨에 따라 점차적으로 증수되어 150kg/ha과종구에서 42.19MT/ha로 증가되었지만 그 이상인 170kg/ha과종구에서 39.88MT/ha로 감수되었다( $P<0.05$ ). 이것은 공시한 모든 품종에서 같았는데, 품종중에는 올귀리가 37.65MT/ha로 가장 높았으며, Early 80은 36.49MT/ha로 중간이었고, 말귀리는 34.87MT/ha로 낮았다. ha당 과종량이 150에서 170kg으로 증가되었을 때 Early 80, 말귀리, 올귀리의 생초수량이 각각 1.80, 3.17, 1.96MT/ha씩 감소하였는데, 이중 말귀리의 수량 감소폭이 큰 것이 과종량과 품종간 상호작용에 유의성이 있게 한 것으로 보인다. 과종량 차이

에 따른 건초수량은 생초수량의 변화와 같았다. 즉, 150kg/ha 파종구에서 7.96MT/ha으로 증수되었고, 그 이상과 그 이하의 파종구에서는 감소되어 90kg/ha 파종구에서 4.66MT/ha, 170kg/ha 파종구에서 7.33MT/ha로 낮아졌다. 각 품종의 건초수량은 올키리가 6.92MT/ha로 가장 많았고, 그 다음으로 Early 80이 6.60MT/ha, 말키리는 6.42MT/ha 순위로 낮았다.

Table 10. Fresh forage, dry matter, crude protein and total digestible nutrients (TDN) yields of three oat cultivars grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Fresh forage yield (MT/ha)				Dry matter yield (MT/ha)				Crude protein yield (MT/ha)				TDN yield (MT/ha)			
	E. <sup>j</sup>	M. <sup>h</sup>	O. <sup>g</sup>	Mean	E.	M.	O.	Mean	E.	M.	O.	Mean	E.	M.	O.	Mean
	90	27.33	26.27	29.00	27.53	4.65	4.57	4.77	4.66	0.56	0.54	0.55	0.55	2.32	2.26	2.33
110	33.83	32.63	34.83	33.77	5.73	5.66	6.20	5.86	0.74	0.67	0.73	0.71	2.94	2.70	3.07	2.90
130	38.77	36.70	39.53	38.33	7.37	7.16	7.70	7.41	1.00	0.98	0.97	0.98	3.92	3.74	3.93	3.86
150	42.17	40.97	43.43	42.19	7.87	7.76	8.27	7.96	1.15	1.07	1.10	1.11	4.34	4.11	4.39	4.28
170	40.37	37.80	41.47	39.88	7.37	6.97	7.67	7.33	1.09	0.96	1.06	1.04	4.13	3.69	4.16	3.99
Mean	36.49	34.87	37.65	36.34	6.60	6.42	6.92	6.64	0.91	0.84	0.88	0.88	3.52	3.30	3.58	3.47
LSD	(1)0.40	(2)0.24	(3)0.54	(4)0.60	(1)0.16	(2)0.11	(3)NS	(4)NS	(1)0.03	(2)0.02	(3)NS	(4)NS	(1)0.12	(2)0.07	(3)NS	(4)NS
Coefficients of regression equations relating seeding rate																
Intercept	-38.03	-39.76	-31.24	-36.36	-10.00	NS	-12.54	-11.59	-1.74	NS	-1.60	-1.74	-6.12	NS	-6.39	-6.30
Linear	1.01*	1.03	0.93*	0.99*	0.24	NS	0.27*	0.25	0.03	NS	0.03	0.03	0.13	NS	0.13	0.13
Quadratic	-0.003*	-0.003	-0.003	-0.003	-0.001	NS	-0.001*	-0.001	-0.001	NS	-0.001	-0.001	-0.001	NS	-0.001	-0.001
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.99	0.97	0.98	0.98	0.96	NS	0.98	0.97	0.97	NS	0.98	0.96	0.96	NS	0.98	0.96
Opt. rate <sup>b</sup>	158	156	160	157	169	-	159	158	165	-	162	165	162	-	160	159

(1) Between seeding rate means. (2) Between cultivar means. (3) Between cultivar means for the same seeding rate.

(4) Between seeding rate means for the same or different cultivar means. <sup>j</sup> : Early 80, <sup>h</sup> : Malgwiri, <sup>g</sup> : Olgwiri

<sup>b</sup> : The optimum seeding rates for the greatest fresh forage, dry matter, crude protein and TDN yield calculated from the quadratic equation. \* : Significant at 5% probability level.

품종평균 단백질과 TDN 수량은 90kg/ha 파종구에서 각각 0.55와 2.30MT/ha였던 것이 파종량이 많아질수록 증수되어 150kg/ha 파종구에서 단백질 수량은 1.11MT/ha, TDN 수량은 4.28MT/ha로 증가되었으나, 그 이상인 170kg/ha 파종구에서 단백질 수량과 TDN 수량은 각각 1.04와 3.99MT/ha로 낮은 편이었다. 단

백질 수량이 높은 품종은 Early 80으로 0.91MT/ha였고, 낮은 품종은 말귀리로 0.84MT/ha였다. TDN 수량은 올귀리가 3.58MT/ha로 가장 높았고, 말귀리는 3.30MT/ha로 낮은 편이었다. 이와 같은 품종간 단백질 및 TDN 수량 변화는 과종량 차이에 따라서도 뚜렷하게 나타났다. 본 시험에서 150kg/ha 과종구에서 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량이 증수되었으나, 그 이하와 그 이상의 과종구에서 감수된 것은 귀리의 생육특성과 제주도의 토양, 기상 등의 환경조건에 의하여 크게 영향을 받은 것으로 보였다. 또한 110kg/ha이하의 과종구에서는 이용공간은 넓었으나 귀리의 개체수가 적어 수량이 감수되었으며, 과종량이 많은 170kg/ha의 과종구에서는 밀식 때문에 식물개체에 공급되는 수분, 양분 등이 불충분하였을 뿐만 아니라, 통풍과 통광이 불량하여 귀리가 연약하여 수량성이 낮아진 것으로 판단된다. 위의 결과에서 사초의 수량성을 높이기 위한 적정 과종량은 150~160kg/ha, 품종중에는 올귀리가 우수한 것으로 판단되었다.

## (2) 종실수량, 천립중 및 $\ell$ 중

과종량에 따른 품종들의 평균 종실수량은 130kg/ha 과종구에서 6.15MT/ha로 가장 높게 증수되었으나, 과종량이 그 이하로 감소되거나, 그 이상으로 증가될 경우 종실수량은 감소되어 90kg/ha 과종구에서 4.40MT/ha, 170kg/ha 과종구에서 4.44MT/ha로 낮았다. 다른 모든 품종들의 과종량에 따른 종실수량의 반응도 이와 같이 뚜렷하게 나타났다. 즉, 종실수량을 최대화하기 위한 적정 과종량은 130kg/ha였고 품종 중에서는 Early 80이 우수하였다( $P < 0.05$ ). 과종량 평균 품종간 종실수량을 비교하면 Early 80이 5.41MT/ha로 가장 높고, 말귀리가 4.98MT/ha로 낮은 편이었다. 올귀리도 종실수량은 5.16MT/ha로 비교적 높은 편이었으나, Early 80의 종실수량에 비하면 낮았다. 품종평균 천립중과  $\ell$  중은 90kg/ha 과종구에서 각각 38과 409.5g으로 비교적 무거웠으나, 과종량이 증가함에 따라 점차적으로 감소하여 170kg/ha 과종구에서 천립중 34.5g,  $\ell$  중은 386.2g으로 가벼웠다. 천립중은 Early 80이,  $\ell$  중은 말귀리가 무거웠다. 천립중이 가벼운 품종은 말귀리,  $\ell$  중이 가벼운 품종은 올귀리로 나타났다.



Table 11. Grain yield, 1,000 grain weight and test weight of three oat cultivars grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Grain yield (MT/ha)				1,000 grain weight (g)				Test weight (g/ℓ)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
90	4.60	4.27	4.33	4.40	45.7	33.8	34.6	38.0	427.2	434.3	366.9	409.5
110	5.63	5.18	5.35	5.39	44.4	32.6	34.4	37.1	427.0	434.2	364.8	408.7
130	6.42	5.93	6.10	6.15	42.9	31.8	33.8	36.1	415.5	419.2	350.9	395.2
150	5.81	5.30	5.50	5.54	40.5	31.5	33.9	35.3	415.3	418.9	346.6	393.6
170	4.60	4.23	4.50	4.44	39.9	31.2	32.3	34.5	405.4	411.7	341.6	386.2
Mean	5.41	4.98	5.16	5.18	42.6	32.2	33.8	36.2	418.1	423.7	354.1	398.6
LSD	(1)0.09	(2)0.04	(3)NS	(4)NS	(1)0.61	(2)0.59	(3)1.33	(4)1.24	(1)4.12	(2)2.97	(3)NS	(4)NS
Coefficients of regression equations relating seeding rate												
Intercept	-11.61*	-10.40*	-10.66*	-10.92*	54.19*	42.89***	37.12***	43.07***	454.03***	462.99***	338.88***	438.75***
Linear	0.28*	0.25*	0.25*	0.26*	-0.10	-0.14*	-0.03*	-0.06*	-0.28*	-0.30*	-0.34**	-0.31**
Quadratic	-0.001*	-0.001*	-0.001*	-0.001*	0.001	0.001*	-	0.001	-	-	-	-
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	1.00	0.80	1.00	0.91	0.89	0.94	0.93
Opt. rate <sup>b</sup>	130	131	132	130	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) Between seeding rate means. (2) Between cultivar means. (3) Between cultivar means for the same seeding rate. (4) Between seeding rate means for the same or different cultivar means.

<sup>b</sup> : The optimum seeding rate for the greatest grain yield calculated from the quadratic equation.

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

분산분석 결과 천립중에서 파종량과 품종간 상호작용에 유의성이 있는 것으로 나타났는데, Early 80의 파종량을 90에서 150kg/ha로 증가시킬수록 천립중 감소 폭이 타 품종에 비해 큰데 기인한 것으로 보인다.

Thurman(1956)은 귀리의 추과시 34kg에서 104~171kg/ha로 할 경우 파종량이 많아짐에 따라 수량이 증수되었다고 하였고, 한과 김(1992)도 단기간에 높은 수량을 올릴 수 있는 귀리재배시 건물수량과 CP수량은 파종량 160kg/ha, 질소소비량 100kg/ha에서 높았는데, 파종량을 120에서 200kg/ha까지 높일 경우는 질소소비 수준도 200kg/ha로 높여야 사초의 수량성이 높아진다고 보고하였는데, 이는 본 조사결과와 비슷하였다. 제주지역에서 사료작물 재배시에 차풀은 100kg/ha에서 300kg/ha로(조 등, 2000), 유채는 3kg/ha에서 10.5kg/ha로(Cho, 1998) 파종량이

증가할수록 생초, 건초, 단백질수량 및 사료가치가 높은 편이었으나, 그 이상으로 과종량을 증가시킬 경우 수량성이 낮았다고 하였다.

### 3) 사료가치 변화

#### (1) 조단백질, 조지방 및 조회분

Table 12. Crude protein, ether extract and crude ash contents of forage for three oat cultivars grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Crude protein (%)				Ether extract (%)				Crude ash (%)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
90	12.1	11.9	11.5	11.8	2.1	2.1	2.0	2.1	8.1	8.3	8.5	8.3
110	12.9	12.5	11.8	12.4	2.5	2.4	2.1	2.3	7.8	8.0	8.1	8.0
130	13.6	13.9	12.6	13.3	3.0	2.8	2.6	2.8	6.9	7.1	7.2	7.1
150	14.6	14.2	13.3	14.0	3.2	3.1	3.0	3.1	6.5	6.6	6.9	6.7
170	14.7	14.4	13.8	14.3	3.3	3.2	3.1	3.2	6.0	6.2	6.5	6.2
Mean	13.6	13.4	12.6	13.2	2.8	2.7	2.6	2.7	7.1	7.3	7.4	7.3
LSD	(1)0.41	(2)0.19	(3)NS	(4)NS	(1)0.17	(2)0.05	(3)NS	(4)NS	(1)0.47	(2)0.14	(3)NS	(4)NS
Coefficients of regression equations relating seeding rate												
Intercept	6.18	3.59	9.43*	6.57	-1.78	-0.60	0.26	-0.40	10.92*	11.46*	12.55*	11.12*
Linear	0.08	0.12	0.02	0.07	0.06	0.04	0.02	0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.03
Quadratic	-0.001	-0.001	0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
R <sup>2</sup>	0.98	0.96	0.99	0.99	0.99	0.99	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	0.98

(1) Between seeding rate means. (2) Between cultivar means. (3) Between cultivar means for the same seeding rate. (4) Between seeding rate means for the same or different cultivar means.

\* : Significant at 5% probability level.

조단백 및 조지방함량은 공시품종 모두가 과종량이 증가됨에 따라 높아졌는데, 90kg/ha 과종구에서 품종평균 조단백과 조지방함량은 각각 11.8과 2.1%였던 것이 과종량이 증가됨에 따라 점차적으로 높아져서 170kg/ha 과종구에서는 조단백질함량은 14.3%, 조지방함량은 3.2%로 증가되었다. 품종중에 단백질과 조지방함량은 Early 80이 각각 13.6과 2.8%로 높았고, 올귀리의 조단백질 및 조지방함량은 각각 12.6과 2.6%로 낮은 편이었다. 이와 같은 성분변화는 모든 품종의 과

종량간에 뚜렷한 반응을 나타내었다. 조회분함량은 조단백질 및 조지방함량의 변화와는 반대로 나타나고 있는데, 90kg/ha과종구에서 품종평균 조회분함량은 8.3%로 높았으나, 과종량이 증가됨에 따라 감소되어 170kg/ha과종구에서는 6.2%로 낮았다. 품종 모두가 이와 비슷하였지만 그 중에도 올귀리가 7.4%로 높았고 Early 80은 7.1%로 낮았다.

(2) 조섬유, 가용무질소물 및 가소화양분총량

Table 13. Crude fiber, nitrogen free extract (NFE) and total digestible nutrients (TDN) contents of forage for three oat cultivars grown at five seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Crude fiber (%)				NFE (%)				TDN (%)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
90	34.3	34.7	35.1	34.7	38.5	37.8	37.6	38.0	50.0	49.4	48.8	49.4
110	33.3	33.7	34.8	33.9	38.0	38.0	37.9	38.0	51.2	50.6	49.5	50.5
130	32.2	32.8	33.1	32.7	38.5	38.3	38.1	38.3	53.2	53.2	51.1	52.5
150	31.2	32.0	32.7	32.0	39.3	38.6	38.5	38.8	55.2	54.3	53.1	54.2
170	30.5	31.3	32.2	31.3	40.1	39.5	39.2	39.6	56.0	55.1	54.2	55.1
Mean	32.3	32.9	33.6	32.9	38.9	38.5	38.2	38.5	53.1	52.5	51.3	52.3
LSD	(1)0.63	(2)0.36	(3)NS	(4)NS	(1)0.73	(2)0.28	(3)NS	(4)NS	(1)NS	(2)0.44	(3)NS	(4)NS
Coefficients of regression equations relating seeding rate												
Intercept	40.62***	40.44***	38.72***	40.59**	44.29**	39.87**	38.67***	41.12***	40.42*	36.09*	45.90**	40.51*
Linear	-0.08*	-0.08*	-0.04**	-0.08	-0.11	-0.05	-0.03	-0.06**	0.12	0.18	0.01	0.11
Quadratic	0.001	0.001	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001**	-0.001	-0.001	0.001	-0.001
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	1.00	1.00	0.93	0.99	0.96	0.98	0.99	1.00	0.98	0.98	0.99	0.99

(1) Between seeding rate means. (2) Between cultivar means. (3) Between cultivar means for the same seeding rate. (4) Between seeding rate means for the same or different cultivar means.

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

조섬유 함량은 과종량이 증가됨에 따라 각 품종 공히 감소되었으나, 이와는 반대로 가용 무질소물 및 가소화 양분총량은 증가하였다. 즉, 조섬유함량은 90kg/ha과종구에서 품종평균 34.7% 높은 편이었으나, 과종량이 증가됨에 따라 점차적으로 감소되어 170kg/ha과종구에서 31.3%로 낮았으며, 가용 무질소물 및 가소화

양분총량은 90kg/ha 과종구에서 각각 38%와 49.4%였으나, 과종량의 증가와 함께 증가되어 170kg/ha 과종구에서 가용 무질소물 39.6%, 가소화 양분총량은 55.1%로 높아졌다. 품종모두가 과종량 차이에 따른 조섬유 함량 변화는 비슷하였는데, 조섬유 함량이 높은 품종은 울귀리가 33.6%로 높고 Early 80은 32.3%로 낮았다. 가용 무질소물 및 가소화 양분총량은 모든 품종이 과종량이 증가됨에 따라 증가되었는데, 품종간 가용 무질소물 함량이나 가소화 양분총량에도 유의성은 인정되어 Early 80이 각각 38.9%와 53.1%로 높고, 울귀리가 38.2%와 51.3%로 낮은 편이었다.

이 시험에서 공시한 귀리의 모든 품종은 과종량이 증가됨에 따라 단백질, 조지방, 가용 무질소물 함량은 증가되었으나, 조섬유 및 조회분 함량은 낮아지는 결과를 보이고 있는데, 다른 사료작물에 있어서도 Cho 등(1998)은 유채에서, 조 등(2000)은 차풀에서, Masaoka와 Takano (1980), 전 등(1992)은 수수-수단그라스 계 잡종에서 과종량이 많아짐에 따라 단백질, 조지방 함량은 증가되었으나, 조섬유와 조회분 함량은 낮아졌다는 보고와 본 시험 결과와 일치되는 경향이였다.

#### 4) 형질간의 상관

과종량 차이에 따른 귀리품종의 각 형질간의 상관은 표 14, 15, 16에서 보는 바와 같다.

Early 80에 있어서는 초장은 생초수량과 정의 상관을 나타냈고, 생초수량은 건초, 조단백질 수량, TDN 수량, 조단백질 함량 및 조지방 함량과는 고도로 유의한 정의상관을, 조섬유와 조회분과는 부의 상관을 보였다. 건초수량은 조단백질 수량, TDN 수량 및 조지방 함량과는 고도로 유의한 정의 상관을, 조섬유와 조회분과는 부의 상관을 보였다. 조단백질 수량과 TDN 수량 모두 조단백질, 조지방 함량과 고도로 유의한 정의상관을 보였으나, 조섬유와 조회분과는 부의 상관을 보였다. 종실수량은 어떠한 형질과도 유의한 상관을 보이지 않았으며, 조단백질은 EE, TDN과는 고도로 유의한 정의상관을, 조섬유와 조회분과는 부의 상관을

보였다.

말귀리에 있어서 초장은 생초, 건초와 조단백질 수량, TDN 수량과 정의 상관을 보였고, 생초수량은 건초수량과 조단백질 수량, TDN 수량과는 고도로 유의한 정의상관을, 조섬유와 조회분과는 부의 상관을 보였다. 건초수량은 조단백질 수량, TDN 수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였고, 조단백질 수량은 TDN 수량, 조단백질 함량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였으며 TDN 수량은 조단백질 함량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였다. 조단백질은 EE, TDN과 고도로 유의한 정의 상관을 보였고, 종실수량은 어떠한 형질과도 유의한 상관을 보이지 않았으며 모든 형질은 조섬유와 조회분과는 부의 상관관계를 나타냈는데, 조섬유, 조회분 두 형질간에는 정의 상관을 보였다.

울귀리에 있어서 초장은 생초, 건초수량 및 TDN 수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였고, 생초수량은 건초수량, 조단백질 수량 및 TDN 수량과 고도로 유의한 정의 상관을, 건초수량은 조단백질 수량, TDN 수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였으며 조단백질 수량은 TDN 수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였다. TDN 수량은 조단백질, 조지방, TDN과 유의한 정의 상관을 보였으나, 종실 수량은 어떠한 형질과도 유의한 상관을 보이지 않았으며 조단백질은 EE와 고도로 유의한 정의 상관을 보였다. 각 형질 모두 조섬유와 조회분과는 부의 상관을 보였는데, 조섬유, 조회분 두 형질간에는 정의 상관을 보였다.

Table 14. Correlation coefficient between some agronomic characteristics of 'Early 80' grown at five seeding rates

Characteristic	Plant height	Fresh forage yield	Dry matter yield	Crude protein yield	TDN yield	Grain yield	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	NFE
Fresh forage yield	0.920*										
Dry matter yield	0.877	0.989**									
Crude protein yield	0.859	0.990**	0.991**								
TDN yield	0.862	0.990**	0.996***	0.999***							
Grain yield	0.559	0.433	0.474	0.361	0.393						
Crude protein	0.822	0.959**	0.937*	0.974**	0.963**	0.161					
Ether extract	0.862	0.978**	0.972**	0.988**	0.986**	0.283	0.981**				
Crude fiber	-0.798	-0.935*	-0.915*	-0.955*	-0.945*	-0.099	-0.991**	-0.981**			
Crude ash	-0.739	-0.909*	-0.906*	-0.944*	-0.938*	-0.073	-0.973**	-0.974**	0.991**		
NFE	0.351	0.610	0.600	0.689	0.667	-0.414	0.802	0.736	-0.839	-0.866	
TDN	0.766	0.930*	0.916*	0.958*	0.948*	0.084	0.993***	0.976**	-0.991**	-0.991**	0.858

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

Table 15. Correlation coefficient between some agronomic characteristics of 'Malgwiri' grown at five seeding rates

Characteristic	Plant height	Fresh forage yield	Dry matter yield	Crude protein yield	TDN yield	Grain yield	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	NFE
Fresh forage yield	0.959*										
Dry matter yield	0.924*	0.985**									
Crude protein yield	0.881*	0.968**	0.994***								
TDN yield	0.881*	0.971**	0.994***	1.000***							
Grain yield	0.532	0.435	0.502	0.448	0.442						
Crude protein	0.851	0.939*	0.951*	0.969**	0.966**	0.268					
Ether extract	0.855	0.941*	0.925*	0.939*	0.939*	0.158	0.985**				
Crude fiber	-0.835	-0.906*	-0.878	-0.891*	-0.890*	-0.077	-0.966**	-0.992***			
Crude ash	-0.779	-0.889*	-0.881*	-0.909*	-0.908*	-0.061	-0.977**	-0.991**	0.988**		
NFE	0.598	0.685	0.645	0.681	0.678	-0.264	0.836	0.884*	-0.928*	-0.921*	
TDN	0.827	0.922*	0.919*	0.940*	0.939*	0.157	0.993***	0.996***	-0.987**	-0.995***	0.890*

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

Table 16. Correlation coefficient between some agronomic characteristics of 'Olgwiri' grown at five seeding rates

Characteristic	Plant height	Fresh forage yield	Dry matter yield	Crude protein yield	TDN yield	Grain yield	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	NFE
Fresh forage yield	0.975**										
Dry matter yield	0.976**	0.991**									
Crude protein yield	0.952*	0.994***	0.986**								
TDN yield	0.964**	0.997***	0.993***	0.998***							
Grain yield	0.574	0.461	0.559	0.415	0.461						
Crude protein	0.820	0.905*	0.863	0.935*	0.914*	0.072					
Ether extract	0.835	0.928*	0.894*	0.956*	0.939*	0.141	0.992***				
Crude fiber	-0.849	-0.928*	-0.913*	-0.962**	-0.947*	-0.228	-0.977**	-0.984**			
Crude ash	-0.876	-0.940*	-0.918*	-0.967**	-0.953*	-0.221	-0.985**	-0.983**	0.995***		
NFE	0.726	0.795	0.732	0.825	0.798	-0.115	0.960**	0.917*	-0.897*	-0.924*	
TDN	0.803	0.892*	0.842	0.919*	0.897*	0.026	0.998***	0.987**	-0.962**	-0.973**	0.967**

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.



## 2. 질소분시 횡수에 따른 귀리의 생육특성, 수량성 및 사료가치 변화

분산분석 결과를 표 17에서 보면 분시횡수 효과는 수당소수를 제외하고는 모든 조사형질에서 유의하였고, 품종의 주 효과는 수당립수를 제외한 모든 형질에 있어서 유의하였다. 분시횡수와 품종의 상호작용은 21개의 형질중 12개의 형질에서 유의하였다. 상호작용이 유의하지 않은 형질은 주 효과를 중심으로 설명하였고 상호작용이 유의한 형질은 품종별로 기술하였다.

Table 17. Analysis of variance for the agronomic characteristics of three oat cultivars grown at five split N applications

Source of variation	df	Days to heading	Days to maturity	Plant height	Leaf length	Culm length	No. of panicles per hill	
Split N application (N)	4	***	**	***	***	***	*	
Cultivar (C)	2	***	***	***	***	**	***	
N×C	8	NS	NS	***	***	***	NS	

  

Source of variation	df	No. of spikelets per panicle	No. of grains per panicle	Fresh forage yield	Dry matter yield	Crude protein yield	TDN yield	Grain yield
Nitrogen split application (N)	4	NS	*	***	***	***	***	***
Cultivar (C)	2	***	NS	***	***	***	***	***
N×C	8	NS	NS	NS	***	***	***	**

  

Source of variation	df	1,000 grain weight	Test weight	Crude protein	Ether extract	Crude ash	Crude fiber	NFE	TDN
Nitrogen split application (N)	4	***	**	***	***	***	***	***	***
Cultivar (C)	2	***	***	***	***	***	***	***	***
N×C	8	**	***	NS	NS	NS	***	***	*

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively; NS Not significant.

1) 생육특성

(1) 출수일수, 생육일수 및 초장

출수일수와 생육일수는 질소 전량 기비구에서 각각 161과 205일이었던 것이 분시횟수가 많아짐에 따라 지연되어 5회분시구에서 출수일수는 164일, 생육일수는 207일로 늦어지는 결과를 보였다( $P < 0.05$ ). 질소분시에 따른 품종별 평균 출수일수는 큰 차이가 없었으나, 생육일수는 말귀리가 205일로 빨랐고 Early 80은 208일로 늦은 편이었다.

Table 18. Days to heading and maturity, and plant height of three oat cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Days to heading				Days to maturity				Plant height (cm)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
1(240kg/ha) <sup>b</sup>	160	161	160	161	207	204	205	205	101.9	89.8	103.5	98.4
2(120kg/ha)	162	163	162	162	207	204	206	206	113.2	99.1	115.9	109.4
3 (80kg/ha)	162	164	163	163	208	205	206	206	115.5	101.7	127.3	114.8
4 (60kg/ha)	162	164	163	163	209	206	207	207	118.1	104.7	129.5	117.4
5 (48kg/ha)	163	164	164	164	209	206	207	207	117.9	106.1	129.7	117.9
Mean	162	163	162	163	208	205	206	206	113.3	100.3	121.2	111.6
LSD	(1)0.9	(2)0.6	(3)NS	(4)NS	(1)0.9	(2)0.6	(3)NS	(4)NS	(1)1.0	(2)0.9	(3)2.1	(4)1.9

<sup>b</sup> : N rate per application (1) Between split N application means. (2) Between cultivar means. (3) Between cultivar means for the same split N application means. (4) Between split N application means for the same or different cultivar means.

초장은 질소 전량 기비구에서 품종평균 98.4cm였던 것이 분시횟수가 증가함에 따라 커져서 4~5회분시구에서 각각 117.4와 117.9cm로 가장 컸다. 이와 같은 경향은 모든 품종이 질소 분시횟수가 증가됨에 따라 길어졌는데, 그 중 올귀리의 평균 초장은 121.2cm로 가장 길었고, 말귀리는 100.3cm로 짧았다. 초장에서 분시횟수와 품종간에 상호관계가 유의성있게 나타난 것은 전량 기비와 2회 분시에 대한 말귀리의 생육반응이 나머지 두 품종과 차이가 있었고 2회에서 3회로 분시횟수가 증가할 경우 Early 80, 말귀리가 각각 2.3, 2.6cm의 초장이 길어진 반면 올귀리는 11.4cm나 크게 증가했기 때문이다.

(2) 엽장, 엽폭 및 간장

질소분시에 따른 품종평균 엽장 및 엽폭은 질소 전량 기비구에서 각각 27.8 cm와 16.1mm로 비교적 짧은 편이었으나, 분시횟수가 증가됨에 따라 길어져서 5회분시구에서 엽장은 32.3cm, 엽폭은 18.1mm로 길고 넓었으나 4회와 5회간의 유의성은 인정되지 않았다.

Table 19. Leaf length, leaf width and culm length of three oat cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Leaf length (cm)				Leaf width (mm)				Culm length (cm)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
1(240kg/ha)	29.4	28.3	25.6	27.8	16.3	16.8	15.1	16.1	93.5	86.7	101.0	93.7
2(120kg/ha)	30.6	30.1	26.7	29.1	16.8	17.6	15.5	16.6	96.5	89.4	105.4	97.1
3 (80kg/ha)	34.2	32.6	28.2	31.6	17.4	19.0	15.8	17.4	106.4	89.8	109.0	101.7
4 (60kg/ha)	34.4	33.3	28.8	32.2	17.8	18.9	16.4	17.7	108.0	97.6	113.5	106.4
5 (48kg/ha)	34.6	33.7	28.7	32.3	18.2	19.2	16.8	18.1	108.1	97.8	110.4	105.4
Mean	32.6	31.6	27.6	30.6	17.3	18.3	15.9	17.2	102.5	92.3	107.8	100.9
LSD	(1)1.0	(2)0.1	(3)0.1	(4)1.0	(1)0.5	(2)0.2	(3)0.5	(4)0.7	(1)1.9	(2)1.6	(3)3.5	(4)3.5

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

간장의 크기도 질소 전량 기비구에서 93.7cm였으나, 분시횟수가 많아짐에 따라 길어져서 4회와 5회에서 각각 106.4와 105.4cm로 나타났다. 각 품종 모두 비슷한 결과를 보였는데, 품종중에 엽장은 Early 80이 32.6cm로 길었고, 올귀리가 27.6cm로 짧았다. 엽폭은 말귀리가 18.3mm로 가장 넓었고 올귀리가 15.9mm로 짧았다( $P < 0.05$ ). 간장은 올귀리가 107.8cm로 가장 길었으며, Early 80은 102.5cm, 말귀리는 92.3cm 순위로 짧았다( $P < 0.05$ ). 분시횟수에 대한 엽장의 변화에서 분시횟수와 품종간의 상호관계에 유의성이 있는 것은 2회 분시와 3회 분시에 대한 품종별 반응이 Early 80, 말귀리, 올귀리가 각각 30.6에서 34.2cm로 3.6cm, 30.1에서 32.6cm로 2.5cm, 26.7에서 28.2cm로 1.5cm 증가함으로써 품종간 엽장

증가폭이 뚜렷하게 차이가 있었기 때문이며, 간장에서는 2회와 3회, 3회와 4회, 4회와 5회의 분시횟수에 대한 품종간 반응의 차가 컸기 때문으로 분석되었다. 이와 같은 결과에서 엽장, 엽폭 및 간장을 최대로 할 수 있는 분시횟수는 Early 80과 말귀리는 5회, 올귀리는 4회라고 판단되었다.

### (3) 주당수수, 수당소수 및 수당립수

분시횟수에 따른 품종평균 주당수수는 4회분시구에서 5개로 비교적 많았으나, 그 이상과 그 이하의 분시구에서 4.5개에서 4.9개로 비슷하였다( $P < 0.05$ ). 품종중에는 올귀리가 5.2개로 많았고, Early 80은 4.4개로 적은 편이었는데, 분시구간 주당수수는 큰 변화가 없었으나 유의성은 인정되었다( $P < 0.05$ ). 수당소수도 분시구간에는 19.8개에서 20.7개로 큰 변화가 없었으나 품종중에는 올귀리가 21.9개로 가장 많았고, Early 80은 17.8개로 적었다. 품종평균 수당립수는 3회분시구에서 53.5개로 비교적 많았으나, 그 이상과 그 이하에서는 51.1~52.6개 사이로 비슷하였다. 품종간 수당립수는 51.7~52.7개로 비슷한 경향이였다.

Table 20. No. of panicles per hill, no. of spikelets and grains per panicle of three oat cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	No. of panicles per hill				No. of spikelets per panicle				No. of grains per panicle			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
1(240kg/ha)	4.1	4.2	5.1	4.5	17.4	20.3	21.6	19.8	50.4	51.4	51.6	51.1
2(120kg/ha)	4.4	4.8	5.2	4.8	17.7	20.9	21.9	20.2	52.2	52.4	53.1	52.6
3 (80kg/ha)	4.5	5.0	5.2	4.9	18.2	21.6	22.2	20.7	52.9	53.6	54.0	53.5
4 (60kg/ha)	4.5	5.1	5.3	5.0	17.9	21.3	22.0	20.4	52.0	52.5	52.6	52.3
5 (48kg/ha)	4.3	5.0	5.1	4.8	17.9	20.7	21.7	20.1	51.1	51.1	52.1	51.4
Mean	4.4	4.8	5.2	4.8	17.8	21.0	21.9	20.2	51.7	52.2	52.7	52.2
LSD	(1)0.28	(2)0.12	(3)NS	(4)NS	(1)NS	(2)0.10	(3)NS	(4)NS	(1)1.27	(2)NS	(3)NS	(4)NS

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

이상에서 보듯이 분시횟수가 많아짐에 따라 초장, 엽장, 수장 등 모든 형질이 양호한 것으로 보아 질소 60~48kg/회/ha을 4~5회 분시한 것이 귀리의 잎

과 줄기의 생장에 필요한 질소를 생육적기에 공급한 것으로 생각되었다. 또한 주당수수, 수당립수 및 소수 등이 질소 80kg/회/ha 3회분시에서 양호한 것은 그 이상의 분시에서는 질소 과잉공급으로 생식성장보다는 영양성장 쪽으로 치우친 것으로 보였고, 그 이하의 분시에서는 강우에 의한 질소의 유실 정도가 많았기 때문에 질소비료를 3회정도 연속적으로 공급함에 따라 귀리의 생육이 양호한 것으로 생각되었다. 제주지역에서 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 수단그라스계 잡종, 유채 및 청예 피는 개화기까지의 일수와 출수기까지의 일수가 지연되고 초장, 엽장, 엽폭 등 주요형질이 우세하였다는 조 등(1998, 1999, 2001)의 보고와 비슷한 경향이였다.

## 2) 사초 및 종실 수량성

### (1) 생초, 건초 및 단백질 수량

Table 21. Fresh forage, dry matter and crude protein yields of three oat cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Fresh forage yield (MT/ha)				Dry matter yield (MT/ha)				Crude protein yield (MT/ha)						
	Early	80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early	80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early	80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
1(240kg/ha)	33.33	31.57	36.63	33.84	5.80	5.27	6.47	5.84	0.69	0.59	0.75	0.68			
2(120kg/ha)	39.40	38.97	43.03	40.47	6.57	6.47	6.77	6.60	0.84	0.81	0.86	0.84			
3 (80kg/ha)	43.73	42.73	46.93	44.47	7.55	7.33	7.70	7.53	1.04	0.98	1.05	1.02			
4 (60kg/ha)	45.37	44.07	51.70	47.04	7.57	7.43	8.43	7.81	1.10	1.02	1.20	1.11			
5 (48kg/ha)	44.90	43.50	51.07	46.49	7.50	7.37	7.63	7.50	1.11	1.06	1.12	1.09			
Mean	41.35	40.17	45.87	42.46	7.00	6.77	7.40	7.06	0.96	0.89	0.99	0.95			
LSD	(1)1.70	(2)0.89	(3)NS	(4)NS	(1)0.20	(2)0.12	(3)0.26	(4)0.29	(1)0.03	(2)0.02	(3)0.04	(4)0.04			

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

질소분시에 따른 품종평균 생초수량은 질소 전량 기비구에서 33.84MT/ha였던 것이 분시횟수가 증가함에 따라 점차적으로 증수되어 4회 분시에서는

47.04MT/ha로 증수되었고 5회 분시에서는 46.49MT/ha였는데 유의성있는 감소를 보이지는 않았다. 건초수량도 생초수량의 변화와 비슷한 결과를 보여 4회분 시구에서 7.81MT/ha로 증수되었으나, 이보다 분시횟수가 적거나 많을 경우 감소되어 5회분시구에서 7.50MT/ha, 질소 전량기비구에서는 5.84MT/ha였다. 분시에 따른 각 품종별 변화도 품종평균의 변화와 비슷하게 나타났다( $P < 0.05$ ). 품종별 생초수량과 건초수량은 울기리가 각각 45.87과 7.40MT/ha로 높았고, 말기리의 생초수량은 40.17MT/ha, 건초수량은 6.77MT/ha로 낮았다. 단백질 수량은 질소 전량기비구에서 품종평균 0.68MT/ha였던 것이 분시횟수가 많아짐에 따라 증수되어 4회분시구에서 1.11MT/ha로 증가되었으나, 그 이상인 5회분시구에서는 1.09MT/ha로 감소되었다. Early 80과 말기리는 5회 분시에서 각각 1.11과 1.06MT/ha로 높았으나 4회 분시(1.10, 1.02MT/ha)와 유의성이 인정되지 않았고 울기리는 4회 분시에서 1.20MT/ha로 가장 높은 수량을 보였다. 단백질 수량이 높은 품종은 울기리가 0.99MT/ha였고, 말기리는 0.89MT/ha로 낮았다. Early 80도 단백질 수량은 비교적 높은 편이었으나, 울기리에 비하면 다소 낮은 편이었다.

(2) 종실수량, 천립중 및  $\ell$  중

Table 22. Grain yield, 1,000 grain weight and test weight of three oat cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Grain yield (MT/ha)				1,000 grain weight (g)				Test weight (g/ℓ)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
1(240kg/ha)	5.03	4.47	4.70	4.73	34.6	32.8	33.6	33.7	401.7	422.6	322.6	382.3
2(120kg/ha)	5.43	4.83	5.27	5.18	36.3	33.8	34.1	34.7	421.0	422.8	354.5	399.4
3 (80kg/ha)	5.83	5.57	5.67	5.69	38.9	34.6	37.8	37.1	425.3	434.8	366.5	408.9
4 (60kg/ha)	5.57	5.37	5.43	5.46	38.4	34.2	37.5	36.7	409.6	421.3	351.2	394.0
5 (48kg/ha)	5.13	5.03	5.07	5.08	38.3	34.1	37.7	36.7	403.4	422.9	337.2	387.8
Mean	5.40	5.05	5.23	5.23	37.3	33.9	36.1	35.8	412.2	424.9	346.4	394.5
LSD	(1)0.11	(2)0.08	(3)0.17	(4)0.18	(1)0.70	(2)0.53	(3)1.19	(4)1.20	(1)10.04	(2)3.40	(3)7.61	(4)11.79

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

질소분시에 따른 종실수량은 3회분시구에서 품종평균 5.69MT/ha로 가장 높았으나, 그 이상과 그 이하의 분시구에서는 점차적으로 감소되어 5회분시에서 5.08MT/ha, 질소 전량기비구에서는 4.73MT/ha로 낮아졌다. 공시한 품종 모두가 이와 비슷한 결과를 보였는데, Early 80이 5.40MT/ha로 가장 높았고 올귀리 5.23MT/ha, 말귀리 5.05MT/ha 순위로 종실수량은 낮았다. 천립중과  $\ell$  중도 종실수량의 변화와 비슷하였다. 즉, 질소 전량기비구에서 천립중은 33.7g,  $\ell$  중은 382.3g이었으나, 분시횟수가 늘어남에 따라 증가되어 3회분시구에서 천립중 및  $\ell$  중은 각각 37.1과 408.9g이었던 것이 그 이상 분시할수록 감소되어 5회분시구에서 천립중은 36.7g,  $\ell$  중은 387.8g이었다. 이와 같은 변화는 모든 품종이 비슷하였으며, 천립중은 Early 80이 37.3g으로 가장 무거웠고 말귀리가 33.9g으로 가벼웠으며,  $\ell$  중은 말귀리가 424.9g으로 무거웠고 올귀리가 346.4g으로 가벼웠다. 종실수량에 있어서 전량기비와 2회 분시간의 말귀리와 올귀리의 수량증가 차이, 4회와 5회 분시간의 Early 80과 말귀리의 수량감소 차이가 분시횟수와 품종간 상호작용에 유의성이 있도록 하였고, 천립중에서는 전량기비와 2회, 2회와 3회 분시에 대한 품종간 반응이,  $\ell$  중에서는 전량기비와 2회, 4회와 5회 분시에 대한 품종간 반응이 뚜렷한 차이가 있어 상호작용의 유의성이 인정되었다. 이와 같은 결과에서 종실수량을 최대화할 수 있는 적정 분시횟수는 모든 품종에서 3회라고 판단되었다.

### (3) 가소화양분총수량, 질소흡수량 및 질소이용효율

질소분시에 따른 가소화양분총수량 반응도 생초 및 건초수량 반응과 비슷한 경향을 보여 4회분시구에서 품종평균 4.33MT/ha로 가장 높았고, 5회 또는 3회 이하로 분시할 경우 점차 감소되어 질소 전량기비구에서는 2.90MT/ha로 낮아졌다. 품종별 가소화양분총수량은 올귀리가 3.96MT/ha로 가장 높았고, 그 다음 Early 80이 3.81MT/ha, 말귀리가 3.56MT/ha 순위로 감소되었다. 또한 전량기비와 2회 분시간에 말귀리의 수량증가는 0.75MT/ha로, 4회와 5회 분시간에 올귀리의 수량증가는 0.27MT /ha로 다른 품종에 비해 차이가 컸으며, Early

80과 말귀리는 5회 분사에서 각각 4.34, 4.11MT/ha로 높게 나타났지만 4회 분사와 유의성이 인정되지는 않았고 올귀리의 경우는 4회 분사에서 4.65MT/ha로 5회 분시구(4.38MT/ha)보다 유의성있게 증수되었다.

Table 23. Total digestible nutrients (TDN) yield, N uptake and nitrogen use efficiency (NUE) of three oat cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	TDN yield (MT/ha)				N uptake (kg/ha)				NUE (kg DM <sup>*</sup> /kg N)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
1(240kg/ha)	2.96	2.51	3.22	2.90	110.4	94.9	120.0	108.4	52.5	55.5	53.9	54.0
2(120kg/ha)	3.42	3.26	3.47	3.38	134.8	129.3	137.1	133.7	48.7	50.0	49.3	49.3
3 (80kg/ha)	4.06	3.83	4.07	3.99	166.6	156.5	167.2	163.4	45.3	46.9	46.1	46.1
4 (60kg/ha)	4.27	4.06	4.65	4.33	176.0	162.9	191.2	176.7	43.0	45.6	44.1	44.2
5 (48kg/ha)	4.34	4.11	4.38	4.28	176.9	169.7	178.7	175.1	42.4	43.4	42.7	42.8
Mean	3.81	3.56	3.96	3.78	153.0	142.7	158.9	151.5	46.4	48.3	47.2	47.3
LSD	(1)0.13	(2)0.06	(3)0.14	(4)0.18	(1)4.52	(2)2.68	(3)6.00	(4)6.66	(1)0.72	(2)0.50	(3)NS	(4)NS

\* : Dry matter. (1) Between split N application means. (2) Between cultivar means. (3) Between cultivar means for the same split N application. (4) Between split N application means for the same or different cultivar means.

질소흡수량도 가소화양분총수량의 반응과 같아 4회분시구에서 176.7kg/ha으로 가장 높았고, 5회 분시구에서는 시비횟수 증가에 따른 질소함량의 증가보다는 건물수량 감소로 인하여 175.1kg/ha로 감소되었으나 유의성이 인정되지 않았다. 품종중에 질소흡수량이 가장 높은 품종은 올귀리 158.9kg/ha였고, 낮은 품종은 말귀리였다. 질소이용효율은 시비횟수가 많을수록 낮아져서 5회분시구에서 42.8kg DM/kg N으로 낮아졌다. 이와 같은 반응은 모든 품종에서 비슷하였고, 그 중 질소이용효율이 높은 품종은 말귀리로 48.3kg DM/kg N이었고, Early 80은 46.4kg DM/kg N으로 가장 낮았다.

본 시험 결과 질소비료(240kg/ha)를 4회로 나누어 분시하였을 때가 생초, 건초 및 단백질 수량이 증가되었으나 그 이상과 그 이하의 분사에서 수량이 감소된 것은 귀리의 질소흡수에 민감한 특성에 기인된 것으로 보이나, 4회 분시



를 할 경우 잎과 줄기의 생장에 필요한 질소비료가 적기에 공급되어 수량성이 높아진 것으로 생각된다. 제주지역에서 수단그라스계 잡종과 유채인 경우 각각 4회와 5회 질소분시에서, 제주 피는 3회 분시에서 수량성과 사료가치가 가장 높았다고 조 등(1998, 1999, 2001)에 의하여 보고된 바 있고, 다른 지역에서도 Edwards 등(1971)은 Sudangrass에서, Johnson과 Cummins(1967)는 수수류에서, Marten(1985)은 Reed canary grass 등의 화본과 사료식물에서 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 사초의 수량성과 조성분 함량이 증가되었다고 하였다.

### 3) 사료가치 변화

#### (1) 조단백, 조지방 및 조회분

Table 24. Crude protein, ether extract and crude ash contents of forage for three oat cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Crude protein (%)				Ether extract (%)				Crude ash (%)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
1(240kg/ha)	11.9	11.3	11.6	11.6	2.7	2.1	2.3	2.4	8.5	8.8	8.7	8.7
2(120kg/ha)	12.8	12.5	12.7	12.7	2.7	2.5	2.6	2.6	8.4	8.6	8.5	8.5
3 (80kg/ha)	13.8	13.3	13.7	13.6	3.2	2.8	2.9	2.9	8.1	8.7	8.3	8.4
4 (60kg/ha)	14.5	13.7	14.2	14.2	3.8	3.3	3.4	3.5	6.9	7.3	7.0	7.0
5 (48kg/ha)	14.7	14.4	14.6	14.6	4.2	3.4	4.0	3.9	6.0	6.3	6.1	6.2
Mean	13.6	13.0	13.3	13.3	3.3	2.8	3.0	3.1	7.6	7.9	7.7	7.8
LSD	(1)0.19	(2)0.14	(3)NS	(4)NS	(1)0.12	(2)0.13	(3)NS	(4)NS	(1)0.40	(2)0.16	(3)NS	(4)NS

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

질소분시에 따른 조단백 및 조지방함량은 질소시비 횟수가 많아짐에 따라 증가하였다. 즉, 질소 전량 기비구에서 5회로 시비횟수가 많아짐에 따라 품종 평균 조단백질함량은 11.6에서 14.6%로, 조지방함량은 2.4에서 3.9%로 증가되었다. 이와 같은 성분변화는 모든 품종의 질소분시구간에 비슷하게 나타났다.

품종간 단백질함량은 13에서 13.6%, 조지방함량은 2.8에서 3.3%로 품종간 차이를 보였다( $P<0.05$ ). 조회분함량의 변화는 조단백질 및 조지방함량의 변화와는 반대로 질소 전량기비구에서 품종평균 8.7%였으나, 분시횟수가 많아짐에 따라 점차적으로 감소되어 5회 분시구에서 조회분 함량은 6.2%였다. 이와 같은 반응은 각 품종에서도 비슷하게 나타났다.

(2) 조섬유, 가용무질소물 및 가소화양분총량

질소분시에 따른 조섬유함량 변화는 조단백질과 조지방함량의 변화와는 반대로 질소 전량 기비구에서 32.7%로 높은 편이었으나, 분시횟수가 많아짐에 따라 낮아져서 5회 분시구에서는 27.6%였다. 품종에 따른 조성분 변화도 이와 비슷하였는데 품종중에 조섬유 함량은 말귀리가 30.5%로 높았고, Early 80이 28.5%로 가장 낮았다.

Table 25. Crude fiber, nitrogen free extract (NFE) and total digestible nutrients (TDN) contents of forage for three oat cultivars grown at five split N applications

No. of N applications	Crude fiber (%)				NFE (%)				TDN (%)			
	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean	Early 80	Malgwiri	Olgwiri	Mean
1(240kg/ha)	31.0	35.5	31.6	32.7	39.8	36.2	39.7	38.5	50.9	47.6	49.8	49.4
2(120kg/ha)	28.7	31.9	30.5	30.4	40.2	38.5	39.5	39.4	52.1	50.4	51.3	51.3
3(80kg/ha)	28.1	28.8	28.4	28.4	40.7	40.4	40.6	40.5	53.8	52.3	52.9	53.0
4(60kg/ha)	27.4	28.5	28.2	28.0	41.2	41.0	41.1	41.1	56.4	54.6	55.2	55.4
5(48kg/ha)	27.2	28.0	27.4	27.6	41.6	41.5	41.6	41.6	57.8	55.8	57.4	57.0
Mean	28.5	30.5	29.2	29.4	40.7	39.5	40.5	40.2	54.2	52.1	53.3	53.2
LSD	(1)0.88	(2)0.37	(3)0.82	(4)1.10	(1)0.76	(2)0.47	(3)1.06	(4)1.15	(1)0.62	(2)0.26	(3)0.57	(4)0.78

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

가용 무질소물 및 가소화 양분총량은 질소 전량 기비구에서 각각 38.5와 49.4%였으나, 분시횟수가 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 5회 분시구에서

가용 무질소물은 41.6%, 가소화 양분총량은 57%로 높았다. 이와 같은 변화는 질소분시구간에 모든 품종이 비슷한 결과를 보였다. 가용 무질소물함량과 가소화 양분총량이 높은 품종은 Early 80으로 각각 40.7과 54.2%였고, 말귀리가 각각 39.5와 52.1%로 낮았다. 또한 조섬유 함량과 가용 무질소물 함량의 경우 전량 기비구와 2회, 2회와 3회 분시에 대한 품종간의 반응에 차이가 있어 분시횟수와 품종간 상호작용에 유의성이 있었다. 가소화 양분 총량의 경우는 전량 기비구와 2회 분시간에 함량변화가 말귀리에서 뚜렷하게 크게 나타나 분시횟수와 품종간 상호작용에 유의성이 인정되었다. 이와 같은 조성분 변화는 질소가 영양생장을 위주로 하는 사료식물에 미치는 생리작용은 식물원형질의 주성분인 단백질 합성에 중요한 역할을 하기 때문에 질소비료의 지속적인 공급에 의하여 N과 P성분 등 귀리의 세포내용물질을 증가시켜(Songin, 1985), 조단백질과 조지방 함량을 증가시켰으나 상대적으로 조섬유와 조회분 등은 세포벽 물질이 감소된 데에 기인된 것으로 생각된다(Reneau 등, 1983). 일반적으로 사료용 작물은 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 조단백질, 조지방 및 가용성 무질소물 등은 증가되나, 조회분과 조섬유 함량은 오히려 낮아지는 것으로 보고되고 있다(김, 1983 ; 박 등, 1982 ; 조 등, 1998, 1999, 2001).

이상의 결과에서 보는 바와 같이 파종 후 90일까지 요소비료를 4회 분시하는 것이 귀리의 생육에 필요한 질소를 적기에 공급하고 수량을 가장 많게 할 수 있었으며, 건물수량, CP 및 TDN수량을 많게 할 수 있었다. 따라서 제주도와 같이 강우량이 많은 지역에서 귀리 재배시 질소비료(240kg/ha)를 4회로 분시하는 것이 사초의 수량성을 증가시킬 수 있음이 확인되었다.

#### 4) 형질간의 상관

질소분시에 따른 각 형질간의 상관은 표 26, 27, 28에서 보는 바와 같다. Early 80에 있어서 초장은 생초수량과는 고도로 유의한 정의 상관을, 건조 수량, 조단백질 수량, TDN 수량과 조단백질, 질소흡수량과는 유의한 정의 상관

을 보였고, 생초수량은 건초수량, 조단백질 수량, TDN 수량, 조단백질 함량 및 질소 흡수량과는 고도로 유의한 정의 상관을 보였으며 건초수량은 조단백질 수량, TDN 수량 및 질소 흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였다. 조단백질 수량과 TDN 수량은 조단백질 함량, 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였고, 조단백질은 TDN, 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였으며 종실수량은 어떠한 형질과도 유의한 상관을 보이지 않았다. 각 형질 모두 조섬유와 부의 상관을 보였다.

말귀리에 있어서 초장은 생초, 건초, 조단백질 수량, TDN 수량, 조단백질, NFE, TDN 함량 및 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을, 생초수량은 건초 수량, 조단백질 수량, TDN 수량 및 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였으며 건초수량은 조단백질 수량, TDN 수량, NFE 및 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였다. 조단백질 수량과 TDN 수량은 조단백질, NFE, TDN, 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였고, 조단백질은 EE, NFE, TDN, 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였으나, 종실수량은 어떠한 형질과도 유의한 상관을 보이지 않았다. 각 형질 모두 조섬유와는 부의 상관을 보였다.

울귀리에 있어서 초장은 생초수량, 건초수량, 조단백질 수량, TDN 수량, 조단백질 함량 및 질소흡수량과는 정의 상관을 보였고, 생초수량은 조단백질 수량, TDN 수량, 조단백질 함량 및 질소흡수량과는 고도로 유의한 정의 상관을, 건초수량, EE, TDN 과는 유의한 정의 상관을 보였다. 건초수량은 조단백질 수량, TDN 수량, 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였고, 조단백질 수량은 TDN 수량, 조단백질, 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을 보였다. TDN 수량은 질소흡수량과 고도로 유의한 정의 상관을, 조단백질, NFE, TDN과는 유의한 정의 상관을 보였다. 종실수량은 어떠한 형질과도 유의한 상관을 보이지 않았으며, 조단백질은 EE, NFE, TDN, 질소흡수량과 유의한 상관을, 조섬유, 조회분을 제외한 각 형질 모두 NUE와는 부의 상관을 보였다.

Table 26. Correlation coefficient between some agronomic characteristics of 'Early 80' grown at five split N applications

Characteristic	Plant height	Fresh forage yield	Dry matter yield	Crude protein yield	TDN yield	Grain yield	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	NFE	TDN	N uptake
Fresh forage yield	0.978**												
Dry matter yield	0.941*	0.989**											
Crude protein yield	0.939*	0.988**	0.986**										
TDN yield	0.935*	0.984**	0.980**	0.999***									
Grain yield	0.543	0.554	0.611	0.475	0.445								
Crude protein	0.927*	0.970**	0.952*	0.990**	0.993***	0.355							
Ether extract	0.739	0.809	0.784	0.876	0.891*	0.004	0.927*						
Crude fiber	-0.994***	-0.983**	-0.948*	-0.959**	-0.958*	-0.465	-0.958*	-0.807					
Crude ash	-0.685	-0.729	-0.681	-0.794	-0.813	0.154	-0.868	-0.981**	0.759				
NFE	0.902*	0.816	0.731	0.768	0.773	0.213	0.804	0.691	-0.909*	-0.722			
TDN	0.830	0.877	0.844	0.922*	0.934*	0.103	0.966**	0.988**	-0.885*	-0.967**	0.783		
N uptake	0.941*	0.989**	0.987**	1.000***	0.999***	0.485	0.988**	0.870	-0.960**	-0.787	0.768	0.918*	
NUE	-0.947*	-0.981**	-0.962**	-0.993***	-0.995***	-0.393	-0.998***	-0.906*	0.972**	0.846	-0.822	-0.953*	-0.992***

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

Table 27. Correlation coefficient between some agronomic characteristics of 'Malgwiri' grown at five split N applications

Character	Plant height	Fresh forage yield	Dry matter yield	Crude protein yield	TDN yield	Grain yield	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	NFE	TDN	N uptake
Fresh forage yield	0.981**												
Dry matter yield	0.971**	0.997***											
Crude protein yield	0.985**	0.987**	0.989**										
TDN yield	0.986**	0.988**	0.989**	0.998***									
Grain yield	0.745	0.857	0.882*	0.819	0.822								
Crude protein	0.978**	0.944*	0.943*	0.981**	0.977**	0.698							
Ether extract	0.952*	0.911*	0.904*	0.949*	0.957*	0.653	0.973**						
Crude fiber	-0.977**	-0.989**	-0.994***	-0.998***	-0.996***	-0.850	-0.969**	-0.931*					
Crude ash	-0.742	-0.620	-0.603	-0.708	-0.713	-0.219	-0.821	-0.876	0.668				
NFE	0.984**	0.980**	0.983**	0.999***	0.999**	0.803	0.986**	0.961**	-0.995***	-0.736			
TDN	0.968**	0.927*	0.922*	0.966**	0.969**	0.667	0.990**	0.996***	-0.950*	-0.865	0.975**		
N uptake	0.985**	0.985**	0.988**	1.000***	0.998***	0.817	0.982**	0.950*	-0.998***	-0.713	0.999***	0.967**	
NUE	-0.990**	-0.967**	-0.965**	-0.992***	-0.988**	-0.740	-0.996***	-0.962**	0.984**	0.775	-0.994***	-0.981**	-0.992***

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

Table 28. Correlation coefficient between some agronomic characteristics of 'Olgwiri' grown at five split N applications

Character	Plant height	Fresh forage yield	Dry matter yield	Crude protein yield	TDN yield	Grain yield	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Crude ash	NFE	TDN	N uptake
Fresh forage yield	0.976**												
Dry matter yield	0.898*	0.914*											
Crude protein yield	0.960**	0.982**	0.968**										
TDN yield	0.934*	0.968**	0.971**	0.997***									
Grain yield	0.724	0.608	0.665	0.606	0.554								
Crude protein	0.980**	0.986**	0.867	0.962**	0.945*	0.574							
Ether extract	0.838	0.895*	0.717	0.862	0.863	0.234	0.930*						
Crude fiber	-0.973**	-0.957*	-0.859	-0.949*	-0.933*	-0.574	-0.989**	-0.915*					
Crude ash	-0.736	-0.831	-0.664	-0.806	-0.820	-0.071	-0.854	-0.980**	0.829				
NFE	0.827	0.871	0.798	0.893*	0.907*	0.249	0.905*	0.956*	-0.822*	-0.939*			
TDN	0.873	0.925*	0.766	0.897*	0.897*	0.296	0.952*	0.997***	-0.937*	-0.970**	0.962**		
N uptake	0.958*	0.979**	0.972**	1.000***	0.997***	0.614	0.958*	0.853	-0.946*	-0.796	0.889*	0.889*	
NUE	-0.981**	-0.988**	-0.860	-0.958*	-0.938*	-0.584	-0.999***	-0.925*	0.981**	0.848	-0.889*	-0.948*	-0.953*

\*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

## V. 考 察

### 1. 파종량 차이에 따른 귀리의 생육특성, 수량성 및 사료가치 변화

작물의 파종적량은 작물의 종류, 기후, 토양, 품종, 파종양식 및 파종후 관리 상태에 따라 다르나, 일반적으로 생초 및 건초생산을 목적으로 한 사료작물 재배시에는 파종량이 어느 수준까지는 많을수록 사초의 수량성은 증가한다(Cho 등, 1998 ; 조 등, 2000 ; 한과 김, 1992). 제주도농업기술원에서는 종실용 귀리의 적정파종량을 130kg/ha로 권장하고 있고(1995. 제주도농촌진흥원), 한과 김(1992)은 봄귀리의 ha당 파종량이 120kg에서 출현율은 93.4%였던 것이 200kg 일 때는 70.6%로 파종량이 증가될수록 감소하였고 120kg에서 주당 분얼경수도 가장 많았지만 건물수량은 120kg에서 200kg으로 파종량이 증가될수록 증가된다고 하였다. 최와 조(1976)는 맥류의 수량을 지배하는 중요한 요인은 재식밀도, 시비량 등으로 알려져 있는데, 이들 요인은 단위 면적당 수수, 수중, 립수, 천립중, 등숙율 등의 수량구성 요소를 통하여 수량을 지배하는 것이며 적정선을 벗어나면 상호간에 불균형을 초래하여 수량감소의 원인이 된다고 하였다.

본 시험에서 출수일수와 생육일수는 파종량이 증가할수록 길어지는 결과를 보였고, Early 80의 경우 출수일수는 가장 빨랐으나 생육일수는 211일로 늦었다. 초장도 파종량이 많아질수록 길어져 150kg/ha파종구에서 가장 길었고 그 이상의 파종구에서는 오히려 짧아지는 결과를 보였다( $P < 0.05$ ). 간장도 초장과 비슷한 결과를 보였으나, 수당립수는 파종량이 증가할수록 감소하였고 주당 수수와 종실수량은 130kg/ha파종구의 4.9개와 6.15MT/ha를 정점으로 그 이상과 이하의 파종구에서는 적었다. 이러한 경향은 최와 조(1976)의 맥류에 있어 파종량이 많을수록 종실수량, 간장, 수장 등이 증가하기는 하나 수당립수는 감소



하며, 지나친 밀파는 수량증대가 없거나 오히려 감소한다는 보고와 Peltonensainio (1997)의 귀리 파종량을  $m^2$ 당 400, 500, 600, 700 및 800립으로 증가시킬 수록 수당소수와 수당립수는 감소하였다는 보고와 유사하였다. 이와 같은 반응은 오차드그라스를  $m^2$ 당 81주에서 1,156주까지 재식밀도를 높일수록 개체당 분얼수는 감소하였고 단위면적당 분얼수는 재식밀도에 관계없이 일정한 수준을 유지하였다는 김과 이(1990)의 보고와도 유사하였다.

파종량 차이에 따른 귀리의 생초 및 건초수량 변화는 150kg/ha파종구에서 수량이 가장 많았고 그 이상과 이하의 파종구에서는 감소되었다( $P < 0.05$ ). 품종 간에는 올귀리, Early 80, 말귀리 순이었다. 파종량 차이에 따른 단백질수량과 TDN수량 반응도 생초, 건초수량 변화와 같은 결과를 보였다. 단백질수량은 Early 80이, TDN수량은 올귀리가 높게 나타났다. 이와 같은 경향은 조 등 (2000)이 차풀의 파종량을 10kg/ha에서 30kg/ha로 증가시킬수록 생초 및 건초 수량, 조단백질 및 TDN수량은 증가하였으나 그 이상의 파종량에서는 감소되었다는 보고와 비슷한 경향을 나타내고 있다. 파종량에 따른 사료성분의 변화는, 봄귀리의 파종량을 120, 160, 200kg/ha로 달리한 시험에서 조단백질 함량은 160kg/ha구에서 가장 높았고 200kg/ha구에서는 오히려 감소하였다는 보고(한과 김, 1992), 차풀의 파종량이 증가할수록 조단백질 함량, 조지방 함량, 가용성 무질소물함량, TDN함량은 증가한 반면 조회분 함량 조섬유 함량은 감소된다는 조 등(2000)의 보고, 파종량이 증가함에 따라 동부의 조단백질 함량과 조지방 함량은 높아졌지만 조섬유와 조회분 함량은 감소하였다는 조 등(1999)의 보고도 있고, 한 등(1995)은 수단그라스계 잡종에서 조단백질 함량은 파종량이 많을수록 증가되었다고 보고한 바 있다.

본 시험에서 파종량 차이에 따른 귀리의 조단백, 조지방, 가용성 무질소물 및 TDN함량은 파종량이 증가할수록 많아졌으나, 조섬유, 조회분 함량은 감소되었다( $P < 0.05$ ). 이와 같은 반응은 조 등(1998)의 사료용 유채에서, Masaoka와 Takano(1980)의 수수-수단그라스계 잡종에서 파종량이 많을수록 단백질과 조

지방은 증가하나 조섬유와 조회분함량은 낮아졌다는 보고와 비슷하였다(전 등, 1992).

본 시험 결과로 보아 귀리품종의 파종량 차이에 따른 사초의 수량성을 최대한으로 높일 수 있는 적정 파종량은 품종에 관계없이 150kg/ha였고 종실수량을 목적으로 할 때는 130kg/ha였는데, 사초용으로는 올귀리, 종실용으로는 Early 80의 수량성이 우수하였다.

## 2. 질소분시에 따른 귀리의 생육특성, 수량성 및 사료가치 변화

귀리의 질소흡수는 생육초기는 완만하나 생육이 진행됨에 따라 빨라진다(Appleton과 Helms, 1925). 소맥의 생육단계별 질소 흡수상태에 관해서 高崎(1936)는 분얼 최성기로부터 신장초기까지에 전체 질소흡수량의 50% 이상을 흡수하고 穂孕期까지 약 91%, 穂揃期까지는 95%를 흡수한다고 하였다. 荒川(1938)도 맥류가 비료분을 가장 많이 흡수하는 시기는 봄철이지만, 1회에 다량 시용하면 도리어 감수하고 기비와 추비 2회로 분시함이 좋다고 하였고 제주지역에서 수단그라스계 잡종은 질소비료 4회분시에서(조 등, 1998), 유채는 5회분시에서(조 등, 1999), 제주 피는 3회분시에서(조 등, 2001) 사초의 수량성이 높다고 하였다. 다른 지역에서도 질소분시 횟수가 증가됨에 따라 화분과 작물의 수량성과 조성분 함량이 증가되었다는 보고가 있다(Edwards 등, 1971; Marten, 1985; Johnson과 Cummins, 1967).

본 시험에서 출수일수, 생육일수는 분시횟수가 많아질수록 늦어졌는데, 이러한 반응은 공시품종 모두가 비슷하게 나타났다. 초장, 엽장, 엽폭 및 간장의 변화도 분시할수록 길어졌으며, 품종간 특성에서는 초장, 간장은 올귀리가, 엽장은 Early 80이, 엽폭은 말귀리가 우수하였다. 수당소수, 수당립수 및 종실수량

은 3회분시구에서 가장 높게 나타났지만 생초, 건초, 단백질 및 TDN수량은 4회분시구에서 가장 우수하였다. 이것은 서 등(1995)의 reed canarygrass에 대한 질소 시비수준별 균등분시 시험에서 질소 시비수준이 증가할수록 초장과 건물수량, 조단백질 수량은 유의적으로 증가하였으나, 420kg/ha의 질소시용은 초지식생과 조섬유함량 등을 고려할 때 불리하므로 적절한 질소시비 수준은 280kg/ha를 4회 균등 분시하는 것이 좋다는 보고, 한과 김(1992)의 봄귀리의 질소시비수준을 ha당 100, 150 및 200kg으로 달리하였을 때 조단백질 수량은 각각 678, 690 및 761kg/ha 순으로 증가되었다는 보고와 비슷한 결과를 보였다.

본 시험에서 질소분시에 따른 귀리의 조성분 변화를 조사한 결과 분시횟수가 증가함에 따라 조단백, 조지방, 가용성 무질소물 및 TDN함량은 증가되었으나, 반대로 조회분 및 조섬유 함량은 낮아졌는데, 조 등(1998)의 Sudansgrass 계 잡종에 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 개화까지의 일수는 늦어지고 생초, 건초수량, 조단백질, 조지방 함량도 증가하였으나 조섬유함량은 감소하였다는 보고와 일치하는 경향이였다.

이상의 결과로 보아 파종후 90일까지 240kg/ha의 질소비료를 4회 분시하는 것이 귀리의 생육에 필요한 질소를 적기에 공급함으로써 시용된 질소비료의 토양용탈을 최소화하고 식물의 질소흡수를 최대화하여 사초 생산성을 높일 수 있었으며, 품종 중에는 올귀리의 사초수량이 가장 높게 나타났다. 또한 종실 수량을 높이기 위한 적정 질소분시 횟수는 3회였고 품종 중에는 Early 80이 가장 높았다.

## VI. 要 約

본 연구는 강우량이 많은 제주도 지역에서 파종량과 질소 분시횟수에 따른 귀리의 생육특성, 수량성 및 사료가치를 구명하기 위하여 Early 80, 올귀리 및 말귀리를 공시하여 1997년 11월 9일부터 1999년 6월 8일까지 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

### 1. 파종량 차이에 따른 귀리의 생육특성, 수량성 및 사료가치 변화

이 시험은 귀리 적정 파종량을 구명하기 위하여 Early 80, 올귀리, 말귀리 3품종을 공시하여 1998년 11월 8일에 ha당 90, 110, 130, 150 및 170kg에 해당하는 양을 조파하여 1999년 6월 8일에 생육특성, 수량성 및 조성분함량 등을 조사하였다.

- 1) 출수일수는 파종량이 많아질수록 3품종 평균 163~166일로 길어졌으며 생육일수도 208~210일로 파종량이 많아질수록 지연되는 경향을 보였다. 출수일수는 Early 80이, 생육일수는 말귀리와 올귀리가 다소 짧았다.
- 2) 초장은 90kg/ha 파종구에서 3품종 평균 103.8cm였던 것이 파종량이 증가됨에 따라 커져서 150kg/ha 파종구에서 114.5cm로 길었으나, 그 이상인 170kg/ha 파종구에서는 113.3cm로 짧아지는 경향이였다. 올귀리가 117.8cm로 길고, 말귀리가 99cm로 짧았다.

- 3) 엽장, 엽폭 및 간장의 반응도 파종량 차이에 따른 초장의 변화와 비슷하였는데, 엽장의 경우 Early 80은 150kg/ha까지 파종량이 증가될수록 유의성있는 증가를 보였고 말귀리, 올귀리는 유의성이 인정되지 않았다.
- 4) 수당소수, 수당립수는 모든 품종에서 파종량이 많아짐에 따라 감소되었고, 수당립수의 경우 ha당 파종량 150kg과 170kg간에만 유의성이 인정되었다. 주당수수는 130kg/ha 파종구에서 많았으나, 그 이상과 그 이하의 파종구에서는 감소되었다.
- 5) 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량은 150kg/ha까지는 파종량이 많아질수록 증가되어 3품종 평균 각각 42.19, 7.96, 1.11 및 4.28MT/ha으로 증수되었으나, 170kg/ha 파종구에서는 39.88, 7.33, 1.04 및 3.99MT/ha로 감소되었다. 생초수량, 건초수량 및 TDN수량은 올귀리가, 단백질 수량은 Early 80이 높았다.
- 6) 종실수량은 90kg/ha 파종구에서 3품종 평균 4.40MT/ha였던 것이 파종량이 130kg/ha로 증가함에 따라 6.15MT/ha로 증수되었으나 그 이상으로 파종량을 증가시킬수록 감소되어 170kg/ha 파종구에서 4.44MT/ha였다. Early 80이 파종량 평균 5.41MT/ha로 많았고, 말귀리가 4.98MT/ha로 적었다.
- 7)  $\ell$  중과 천립중은 90kg/ha 파종구에서 3품종 평균 각각 409.5g과 38g으로 무거웠으나, 파종량이 증가됨에 따라 점차적으로 가벼워져서 170kg/ha 파종구에서  $\ell$  중은 386.2g, 천립중은 34.5g이었다.  $\ell$  중은 말귀리가, 천립중은 Early 80이 무거웠다.
- 8) 파종량이 90kg/ha에서 170kg/ha으로 증가함에 따라 3품종 평균 조단백질 함

량은 11.8%에서 14.3%로, 조지방은 2.1%에서 3.2%로, 가용무질소물은 38%에서 39.6%로, TDN 함량은 49.4%에서 55.1%로 증가되었으나, 조섬유함량은 34.7%에서 31.3%로, 조회분 함량은 8.3%에서 6.2%로 감소되었다. 이와 같은 현상은 3품종 공히 비슷하게 나타났다. Early 80이 단백질, 조지방, 가용무질소물, TDN함량이 높았고, 조섬유와 조회분함량은 울귀리가 높은 편이었다.

## 2. 질소분시에 따른 귀리의 생육특성, 수량성 및 사료가치 변화

이 시험은 귀리의 질소비료 적정 시비횟수를 구명하고자 Early 80, 말귀리, 울귀리를 공시하여 1997년부터 1998년까지 질소시비량을 240kg/ha으로 고정하고 30일 간격으로 1~5회 분시하여 귀리의 생육특성, 수량성, 조성분함량 등을 조사하였다.

- 1) 출수일수, 생육일수는 질소 전량 기비구에서 3품종 평균 각각 161일과 205일이었던 것이 분시횟수가 많아짐에 따라 길어져서 5회 분시구에서 출수일수는 164일, 생육일수는 207일로 길었다. 이와 같은 반응은 모든 품종이 비슷하였다.
- 2) 초장은 질소 전량 기비구에서 3품종 평균 98.4cm였던 것이 4~5회분시구에서 각각 117.4cm와 117.9cm로 길었는데, Early 80은 4회에서, 말귀리와 울귀리는 5회에서 가장 길었지만 3품종 모두 4회와 5회간 유의성이 인정되지 않았다. 울귀리의 초장이 121.2cm로 길었고, 말귀리는 100.3cm로 짧았다.

- 3) 질소분시 횡수에 따른 엽장, 엽폭 및 간장의 반응도 초장변화와 비슷하였다. 엽장은 Early 80이, 엽폭은 말귀리가, 간장은 올귀리가 비교적 길거나 넓었다.
- 4) 수당소수, 수당립수는 3회분시구에서 가장 많았고, 주당수수는 4회분시구에서 가장 많았으나 그 이상과 그 이하의 분시구에서 점차적으로 적었다.
- 5) 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량은 질소 전량기비구에서 3품종 평균 각각 33.84, 5.84, 0.68, 2.90MT/ha였던 것이 분시횡수가 많아질수록 증가하여 4회 분시구에서 47.04, 7.81, 1.11 및 4.33MT/ha로 가장 증수되었으나, 이보다 분시횡수가 증가될 경우는 수량이 점차적으로 감소되는 결과를 보였고 건초, 단백질 및 TDN 수량 모두 올귀리에서 높았다. 한편 단백질 수량의 경우 Early 80은 4회와 5회간 유의성이 없었으나 말귀리는 4회보다 5회에서, 올귀리는 4회에서 높은 수량반응을 나타냈다.
- 6) 종실수량은 3회분시구에서 품종평균 5.69MT/ha로 가장 많았으나, 그 이상 분시횡수가 많아졌을 때 점차적으로 감소되어 5회분시구에서 5.08MT/ha로 감수되었다. Early 80의 수량이 가장 높았고 올귀리, 말귀리 순이었다.
- 7)  $\ell$  중과 천립중도 종실수량의 변화와 비슷한 경향으로 3회분시구에서 각각 408.9g과 37.1g으로 무거웠으나, 그 이하와 그 이상의 분시구에서 점차적으로 가벼워져 질소 전량기비구에서  $\ell$  중은 382.3g, 천립중은 33.7g으로, 5회 분시구에서는 각각 387.8g, 36.7g으로 가벼웠다. 천립중은 Early 80이,  $\ell$  중은 말귀리가 무거웠다.
- 8) 질소 전량기비구에서 5회로 분시횡수가 증가함에 따라 3품종 평균 조단백

질함량은 11.6%에서 14.6%로, 조지방함량은 2.4%에서 3.9%로, 가용무질소물은 38.5%에서 41.6%로, TDN함량은 49.4%에서 57%로 증가되었으나, 조회분함량은 8.7%에서 6.2%로, 조섬유함량은 32.7%에서 27.6%로 낮아졌다. 이중에 가용무질소물인 경우 3품종 모두 4회와 5회간에 유의성이 인정되지 않았지만 TDN함량은 4회보다 5회에서 유의성있게 증가하였다. Early 80은 조단백질, 조지방, 가용무질소물 및 TDN함량이 높았고, 조회분 및 조섬유함량은 말귀리가 높았다.

9) 질소 분시횟수에 따른 질소흡수량은 질소 전량기비구에서 3품종 평균 108.4 kg/ha였던 것이 분시횟수가 많아짐에 따라 유의성있게 증가되어 4회분시구에서 176.7kg/ha였으나 5회분시구에서는 175.1kg/ha로 낮아지는 경향을 보였다. 올귀리의 질소흡수량이 158.9kg/ha로 높았다.

10) 질소이용효율은 질소 전량기비구에서 3품종 평균 54kg DM/kg N이었던 것이 점차적으로 낮아져서 5회분시구에서 42.8kg DM/kg N이었다. 3품종 모두 질소이용 효율 반응이 이와 비슷하였고, 질소이용효율이 높은 품종은 말귀리였으며 Early 80은 낮았다.



## 參 考 文 獻

- Appleton, W. H., and H. B. Helms. 1925. The rate of absorption of nitrate of soda by oats and cotton when applied at different stages. *J. Am. Soc. Agron.* 17 : 596~605.
- 荒川左千代. 1938. 麥作の合理的施肥法. *農業研究* 8(12) : 28.
- Brundage, A. L., R. L. Taylor, and V. L. Burton. 1979. Relative yield and nutritive value of barley, oats and peas harvested at four successive dates for forage. *J. Dairy Sci.* 62 : 740~745.
- Brundage, A. L., and W. J. Sweetman. 1967. Comparative feeding value of oats-pea forage ensiled at two stages of maturity. *J. Dairy Sci.* 50 : 696~699.
- 작물시험장. 1990. 작물생산과 연구의 국내외 동향(상). pp. 227~249.
- 작물시험장. 2000. 귀리생산통계.
- 제주도농촌진흥원. 1995. 1994시험연구보고서. p. 248.
- 崔重鉉, 趙載英. 1976. 시비량과 과종량의 변동에 따른 맥류 수량구성요소의 변이. *한작지*(21) : 233~249.
- 조남기, 강영길, 부창훈. 2001. 질소분시가 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분 함량에 미치는 영향. *동물자원지.* 43(2) : 253~258.
- 趙南棋, 金東賢, 宋昌吉, 劉哲受, 高東煥. 1999. 과종량 차이에 따른 제주재래 동부의 생육반응, 수량 및 조성분 변화. *濟州大 亞農研* 16 : 73~87.
- 조남기, 오은경, 강영길, 박성준. 2000. 과종량 차이에 따른 차풀의 생육, 사초 수량 및 사료가치 변화. *한초지* 20(3) : 221~226.
- 조남기, 오태수, 조은일. 2000. 질소시비에 따른 청예무의 수량성 및 조성분 변화. *제주대 환경연구논문집* 8 : 115~125.
- 조남기, 박성준, 강영길, 송창길. 1998. 질소분시에 따른 Sudan grass계 잡종

- 의 생육, 수량 및 사료성분 변화. 제주대 아농연 15 : 21~30.
- 조남기, 송창길. 1995. 파종량에 따른 청예유채의 생육반응 및 생초수량 변화. 제주대 아농연 12 : 61~66.
- 조남기, 유철수, 조은일. 1999. 질소분시에 따른 유채의 생육, 수량 및 조성분 변화. 제주대 환경연 7 : 83~101.
- Cho, N. K., W. J. Jin, Y. 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) : 44~48.
- 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법. pp. 1~20.
- 전병태, 이상무, 신동은, 문상호, 김운식. 1992. 파종량과 채식양식이 수수-수단그라스계 잡종의 생육특성, 건물수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 12(1) : 49~58.
- Coffman, F. A. 1961. Oats and oats improvement, The Amer. Soc. Agron. Monogr. Vol. 8.
- Edwards, N. C., H. A. Fribourg, and M. J. Montgomery. 1971. Cutting sorghum-sudangrass cultivar Sudax SX-11. Agron. J. 63 : 261~271.
- 한국마사회. 1989. 마학. pp. 149~151
- 한건준, 김동암. 1992. 파종량 및 질소시비수준이 봄 연맥의 생육특성, 사료가치 및 사초수량에 미치는 영향. 한초지. 12(1) : 59~66.
- 한인규, 김동암, 조무환, 한건준. 1995. 최대 청예사료 생산을 위한 수단그라스계 잡종 및 호밀 2모작 작부체계에서의 적정 파종량 및 질소시비수준. 한축지 37(6) : 661~668.
- 현승원. 1994. 파종기와 시비량 차이에 따른 귀리의 생육, 수량 및 종실성분 변화. 제주대학교 대학원 박사학위논문.
- Jonson, 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.
- 강봉균, 박양문, 강영길. 2001. 화산회토에서 옥수수과 감자의 시비처리에 따른 양분흡수 및 용탈. 한작지 46(3) : 253~259.
- 강동주. 1987. 맥류의 월동전 청예이용과 월동후 생산성 연구 2. 파종기, 파종량 및 시비량이 청초 및 종실수량에 미치는 영향. 농시논문집(작물) 29(1) : 178~187.
- 강동주, 장계현, 이종기. 1989. 질소시비량 및 분시방법이 울무의 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시논문집(전·특작편) 31(1) : 50~55.
- 金昌護, 蔡濟天. 1991. 파종량이 답리작 호밀의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한작지 36(6) : 513~520.
- 김동암. 1983. 사료작물. 선진문화사. 서울. pp. 235-256.
- 金東岩, 徐成, 李孝遠. 1988. 도입연맥의 청예사초로서의 생산성비교. I. 추파연맥의 월동성과 사초수량. 한축지 30(3) : 205~211.
- 金東岩, 徐成. 1988. 도입연맥의 청예사초로서의 생산성비교. II. 춘파연맥의 생육특성과 사초수량. 한축지 30(4) : 269~275.
- 김형기. 1995. 동물사료자원학. 세진사. pp. 279-287.
- 김정해, 이호진. 1990. 재식밀도와 질소시용이 오차드그라스 품종들의 분얼소장과 수량에 미치는 영향. 한초지 10(1) : 1~9.
- 金正甲, 楊鍾成, 韓敏洙, 李相範. 1988. 대맥 및 호맥의 건물생산성과 사료가치에 관한 연구. II. 생육단계별 화학성분, 소화율 및 에너지함량 변화. 한축지 30(3) : 193~198.
- 高永杜, 文泳植, 곽종영. 1986. 호맥의 생육시기별 수량 및 성분변화. 한초지 6(1) : 19~23.
- 具滋玉, 李榮萬, 河基庸, 申東永. 1984. 파종량에 따른 맥주맥의 품종간 반응. I. 수량구성 요소 및 수량변이. 한작지 29(4) : 409~415.
- 李榮萬, 具滋玉, 河基庸. 1984. 파종량에 따른 맥주맥의 품종간 반응. II. 주

- 요 형질간 상관 및 경로계수. 한작지 29(4) : 422~426.
- Macload, L. B. 1969. Effect of N, P and K and their interaction on the yield and kernel of barley in hydroponic culture. *Agron. J.* 61 : 26~29.
- 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.
- 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.
- Middleton, G. K., T. T. Habert, and C. F. Murphy. 1964. Effecting of seeding rate and row width on yield and on components of yield in winter barley. *Agron. J.* 56:307~308.
- 박찬호, 이종열, 김동암. 1982. 사료·녹비작물학. 향문사. pp. 238~240.
- 박상구, 이종훈, 이광석, 이무호, 최대웅. 1992. 과종량 차이가 세조과종기 과종 보리의 생육 및 수량에 미치는 영향. *농시논문집(전·특작편)* 34(2) : 5~10.
- 朴尙求, 李錫淳, 李鍾勳, 李光錫, 崔大雄, 李且秀, 崔源弼. 1990. 질소시비량 및 과종량에 따른 호밀과 Triticale의 청예사료 생산성. *農試論文集(田·特作篇)* 32(1) : 15~23.
- Peltonensainio, P. 1997. Great yield and plant stand structure of naked and hulled oat under different nitrogen fertilizer and seeding rates. *Agron. J.* 89(1) : 140~147.
- Reneau, R. B., Jr. G. D. Jones, and J. B. Fredricks. 1983. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. *Agron. J.* 75 : 5~8.
- 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 grown as winter catch crop. *Herb. Abst.* 55(2) ; 297.
- 서성, 조무환, 이효원. 1995. Reed canarygrass 초지의 관리 및 이용에 관한 연구 IV. 질소시비수준이 'palaton' reed canarygrass의 건물생산성과 사료가치에 미치는 영향.. *한초지* 15(2) : 118~123.
- 高崎 卷. 1936. 小麥及裸麥の養分吸收狀態の比較. *農及園* 11(13) : 789~795.
- Thompson, R. K., and A. D. Day. 1959. Spring oats for winter forage southwest. *Agron., J.* 51 : 9~11
- Thurman, R. L. 1956. Small grain experiments in arkansas, *Arkansas Agr. Exp. Sta. Bull. No.* 276.
- Tobino, T., N. Mikami., Y. Yamasita., and A. Yamazaki. 1976. The studies on the development of a whole-crop feed. Part 1. The quality and nutritive value of whole-crop silages made of oats, wheat and barley, *Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., No.*113, 159~187.
- Wardeh, M. F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. diss. Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
- 梁昌範, 李熙碩, 白潤基, 池永植. 1989. 사료용 귀리의 생육시기별 수량 및 성분변화. *농시논문집(축산편)*. 31(1) : 61~65.

## 感謝의 글

본 논문이 나오기까지 시종 관심과 지도편달을 해 주신 조남기 지도 교수님, 깊은 관심을 가지고 심사를 해 주신 김문철교수님, 박양문교수님, 강영길교수님, 송창길교수님께 충심으로 감사를 드립니다.

지도와 조언을 해주신 권오균교수님, 오현도교수님, 김한림교수님, 고영우교수님께도 깊이 감사드립니다.

연구를 수행하고 마무리하는데 큰 도움을 주신 제주도농업기술원 김광호원장님, 강명선국장님, 윤상태과장님과 강성근박사님, 직장동료인 김태균, 고승찬, 양영택, 김유경, 강호준, 양석철, 조은숙연구사, 대학의 고동환조교, 오은경양에게도 고마움을 전합니다.

걱정과 애정으로 묵묵히 지켜봐 주신 어머니, 빙장어른과 빙모님, 사랑하는 내자에게 이 논문을 드립니다.