

남부지역 논에서 사료맥류-사료용 옥수수-하파귀리 삼모작 시 조사료 생산성 및 사료가치

송태화^{1*} · 박태일¹ · 강현중¹ · 박형호¹ · 한옥규² · 조상균¹ · 오영진¹ · 장윤우¹ · 노재환¹ · 박광근¹

¹국립식량과학원 벼맥류부, ²국립식량과학원

Forage Productivity and Feed Value in Triple Cropping Systems with Winter Forage Crops-Silage Corn-Summer Oat Cultivation at Paddy Field in Southern Region of Korea

Tae-Hwa Song^{1*}, Tae-II Park¹, Hyeon-Jong Kang¹, Hyong-Ho Park¹, Ouk-Kyu Han², Sang-Kyun Cho¹, Young-Jin Oh¹, Yun-Woo Jang¹, Jae-Hwan Roh¹ and Kwang-Geun Park¹

¹Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea,

²National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

ABSTRACT

Multiple cropping system is an important agricultural system in Korea, which is significant to increase forage yield and promote agricultural economic development. This experiment was carried out to develop triple cropping systems (winter cereals crop for forage - silage corn - summer oats) for maximum year-around forage production at paddy field in southern region. We also to select a winter forage crop to determine corn planting time, and to examine the forage productivity and feed value of summer cultivated oat, which was planted after corn cultivation. When winter cereal crops for forages are harvested in accordance with and corn planter, the fresh yield and dry matter yield of rye were 32.0 ton/ha and 5.8 ton/ha, respectively, showing higher yielding compared to other winter crops. Corn silage as summer crop was showed the fresh yield and dry matter yield of 72.1 ton/ha and 20.2 ton/ha, respectively. In the feed value, crude protein and TDN contents were 7.4% and 69.3%, respectively. They was showed higher productivity and feed value. The heading date of High-speed oat was October 10, and its fresh yield and dry matter yield were 37.6 ton/ha and 8.0 ton/ha, respectively. As a feed value, crude protein and TDN content was 11.4% and 59.1%, respectively. Therefore, triple cropping systems for the production of forage all throughout the year are possible with the introduction of summer oats in the southern region, and rye could be the most suitable winter forage crops for triple cropping systems.

(**Key words** : Triple cropping, Winter crops, Corn, Oats, Productivity, Feed value)

I. 서 론

현재 우리나라의 축산 농가는 국제 곡물가 상승에 따른 국내 배합사료 가격의 급등으로 인해 가축 생산비가 증가하여 경영에 어려움을 겪고 있다. 이러한 난국을 타개하기 위해서 정부에서는 수입 곡물사료 대체를 위한 양질 조사료 증산대책과 더불어 여러 가지 지원책을 내놓고 있으며, 많은 성과를 거두고 있다.

우리나라는 국토가 협소하고 계절변화가 뚜렷하기 때문

에 양질의 조사료를 확대 생산하기 위해서는 단위면적당 생산성을 증가시킬 수 있는 각 작기를 조화시킨 효율적인 작부체계가 필요하다. 더구나 국내에서 사료 생산에 이용 가능한 토지가 논임을 감안하면 주곡인 쌀 생산에 지장을 주지 않으면서 사료작물 등 기타 작물의 생산이 이루어져야만 재배면적 확대에 무리가 없을 것이다. 국내에서 작물 생산을 위한 논 작부체계는 동계작물인 맥류와 하계작물인 벼의 작기 중심으로 조합하거나 동계작물인 맥류와 하계작물인 사료용 옥수수나 수단그라스를 조합하는 이모작 재배

* Corresponding author : Tae-Hwa Song, Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea, Tel: +82-63-840-2239, Tel: +82-63-840-2145, E-mail: ocean0916@korea.kr

가 일반적이다(Ju et al., 2012). 그러나 같은 토지에서 삼모작을 할 수만 있다면 생산성은 더욱 증가하리라 생각된다.

사료작물의 삼모작 재배는 가을에 작물을 파종하여 이듬해 수확하고, 바로 사료용 옥수수를 재배하여 늦여름에 수확한 후 이어서 귀리를 가을재배 하는 기술인데, 이 기술은 농촌진흥청에서 옥수수 후작으로 재배할 수 있는 단기 생육형 여름파종용(가을재배용) 귀리품종인 하이스피드(2005)와 다크호스(2005)를 육성함으로써 가능하게 되었다. 이들 두 품종은 8월 중·하순경 파종하여 70일~80일이 경과한 10월 하순 경이면 30톤/ha 정도의 사일리지를 생산할 수 있다.

본 연구에서는 남부지역에서 동계 사료맥류, 하계 옥수수, 추계 하파귀리 등 삼모작 재배기술을 확립하기 위해 사료용 옥수수의 앞그루에 적합한 맥종 선정과 더불어 옥수수 뒷그루로 귀리를 가을재배 하였을 때 생산성 및 사료 가치를 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험재료 및 재배방법

이 시험은 2012년 10월부터 2013년 10월까지 전북 익산에 소재한 국립식량과학원 벼맥류부 논에서 실시하였다. 삼모작 작부조합은 동계작물 + 사료용 옥수수 + 하파귀리, 동계작물을 가을에 파종 후 이듬해 봄에 사료용 옥수수 파종기에 맞춰 수확 한 다음 사료용 옥수수를 파종하고, 늦은 여름에 옥수수 수확 후 월동맥류 재배 전에 약 2개월간 하파귀리를 재배하는 처리를 두었다. 처리내용은 ① 청보리 + 옥수수 + 하파귀리, ② 호밀 + 옥수수 + 하파귀리, ③ 총채밀 + 옥수수 + 하파귀리, ④ 트리티케일 + 옥수수 + 하파귀리 등 4처리를 두었다. 동계작물은 유효보리(220 kg/ha), 곡우호밀(240 kg/ha), 청우밀(220 kg/ha), 조성트리티케일(220 kg/ha)을 11월 1일에 휴림광산파로 파종하였다. 시비는 답리작 보리재배의 기준시비량인 N-P₂O₅-K₂O = 91-74-39 kg/ha에서 질소는 30% 증량하였으며, 이중 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였고, 질소는 기비 대 추비를 40 : 60으로 나누어 분시하였으며, 수확은 4월 30일에 실시하였다. 하계작물은 사료용 옥수수 품종인 광평옥을 사용하였는데, 2013년 5월 7일에 재식거리 휴간 60 cm, 주간 20 cm로 하여 ha당 83,333주를 파종하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O = 200-150-150 kg/ha으로 하였고, 이중 질소는 기비 대 추비를 50 : 50으로 분시하였으며, 추비는 파종 후 본엽이 7~8엽기에 하였고, 수확은 8월 16일에 하였다. 하파귀리는 하

이스피드 품종을 8월 28일에 파종하였다. 파종량은 200 kg/ha, 시비는 추파 맥류의 70% 수준으로 N-P₂O₅-K₂O = 64-52-27 kg/ha를 전량 기비로 사용하였으며, 수확은 10월 27일에 실시하였다. 모든 작물의 병해충 및 잡초방제는 기본방제를 기준으로 하였으며, 기타 재배 및 생육조사 등은 국립식량과학원 표준재배법(NICS, 2010)과 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2012a)에 의하여 실시하였다.

2. 사료가치 분석

분석용 시료는 각 품종의 수확기별로 반복마다 1 kg씩 시료를 취하여 70℃ 순환식 건조기에 60시간 이상 건조한 후 건물 중량을 칭량하여 건물함량을 산출한 다음 이를 분쇄기로 분쇄하여 사료가치 분석에 이용하였다. 옥수수 시료는 구당 2주씩 채취하여 잎과 줄기, 암이삭을 분리하여 60℃의 열풍건조기에 72시간 건조 후 건물함량을 산출한 다음 이를 분쇄하여 분석에 이용하였다. 시료의 조단백질은 AOAC(1995) 방법으로, neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. Total digestible nutrients(TDN)는 ADF와 NDF는 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 $TDN(\%) = 88.9 - (0.79 \times \%ADF)$ 의 계산식을 이용하여 산출하였다(Holland et al., 1990). 옥수수의 TDN 수량은 Pioneer Hi-bred사가 제시한 TDN 수량 = (경엽 건물수량 × 0.582) + (암이삭 건물수량 × 0.85)에 의하여 계산하였다(Holland et al., 1990).

3. 통계분석

이 실험에서 얻어낸 데이터는 SAS Ver. 9.1 program을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간의 통계적인 차이를 구명하였다.

4. 기상조건

시험기간 중의 기상 조건은 Fig. 1과 같다. 사료맥류의 월동기간은 평년보다 저온으로 경과되었고, 옥수수의 생육기간은 평년과 비슷한 기온을 보였으며, 귀리 생육기간의 기상경과는 파종기인 8월 하순에 평년보다 강수량이 많고 이후에는 큰 차이가 없었으며, 평균기온은 대체로 생육기간 전반에 걸쳐 높게 경과하였다.

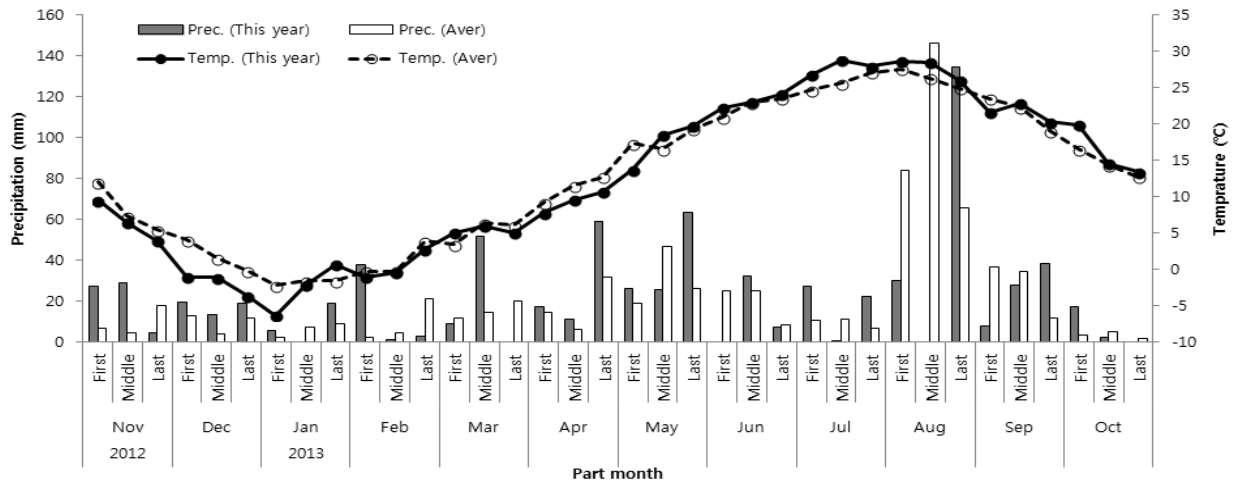


Fig. 1. Air temperature and the amount of precipitation during the growing season from November 2012 to October 2013.

III. 결 과

1. 동계 사료맥류

(1) 생육특성 및 수량성

옥수수의 파종기에 맞춰 4월 30일에 수확한 월동 사료맥류의 생육특성 및 수량성은 Table 1과 같다. 청보리, 호밀, 트리티케일 및 밀 등 시험한 사료맥류의 생육은 2012~2013년 월동기간 중 저온으로 경과하여 매우 저조하였으며, 호밀을 제외한 다른 맥류는 수확할 때까지 출수하지 않았다. 초장은 호밀이 81 cm로 가장 컸고, 트리티케일은 56 cm이었으며, 보리와 밀은 45 cm 정도 밖에 되지 않았다. 건물수량은 호밀 > 트리티케일 > 총체밀 > 보리 순으로 많았으며, TDN 수량도 건물수량과 같은 경향을 보였다.

(2) 사료가치

월동 사료맥류의 사료가치는 Table 2과 같다. 4월 30일에 수확한 사료맥류는 호밀을 제외하고 모두 출수 전으로

조단백질 함량은 높고, 조섬유 함량은 낮게 나타났다. 조단백질 함량은 청우밀이 22.7%로 가장 높게 나타났고, 호밀이 13.8%로 가장 낮았으며, NDF와 ADF는 유호보리가 44.6%, 18.3%로 가장 낮았고, 호밀이 59.7%, 31.4%로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 또한 TDN 함량은 유호보리 > 청우밀 > 트리티케일 > 호밀 순으로서 보리가 가장 높은 가소화 영양소 함량을 보였다($p < 0.05$). 초종마다 생육특성이 다르고, 영양소 함량도 다르기 때문에 같은 시기에 비교했을 때 사료가치에서 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$).

2. 하계사료용 옥수수

(1) 생육특성 및 수량성

동계작물인 맥류를 수확한 후에 5월 7일에 파종한 사료용 옥수수의 생육특성 및 수량성은 Table 3과 같다. 옥수수의 평균 출사기는 7월 17일이었고, 간장은 266 cm, 착수고는 149 cm이었다. 수확 시 암이삭 비율은 40.3%이었고, 건물률은 28.0% 이었다. 옥수수의 생초수량은 ha당 72.1톤

Table 1. Growth characteristics and forage yield of winter cereal crops on April 30 2013

Species	Heading date	Plant height (cm)	Number of spikelet (No/m ²)	Yield (MT ha ⁻¹)		
				Fresh	Dry matter	TDN
Barley	-	45 ^c	964	7.8 ^d	1.4 ^d	1.0 ^d
Rye	April 27	81 ^a	1,022	32.0 ^a	5.8 ^a	3.7 ^a
Triticale	-	56 ^b	820	23.5 ^b	4.5 ^b	3.2 ^b
Wheat	-	47 ^c	1,206	11.5 ^c	2.2 ^c	1.6 ^c
Mean	-	57	1,003	18.7	3.5	2.4

^{a-d} Means in the same column with different letter were significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Feed value of winter cereal crops harvested on April 30 2013.

Species	Feed value (%)			
	CP ¹⁾	NDF	ADF	TDN
Barley	21.1 ^a	44.6 ^c	18.3 ^d	74.4 ^a
Rye	13.8 ^d	59.7 ^a	31.4 ^a	64.1 ^d
Triticale	18.3 ^c	50.6 ^b	23.5 ^b	70.3 ^c
Wheat	22.7 ^b	51.7 ^b	21.3 ^c	72.1 ^b
Mean	19.0	51.7	23.6	70.2

^{a-d} Means in the same column with different letter were significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾ CP : Crude protein, NDF : Neutral detergent fiber, ADF : Acid detergent fiber, TDN : Total digestible nutrients.

Table 3. Agronomic characteristics and forage yield of silage corn cultivated after winter forage crops production at paddy field

Cropping system	Date of silking	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear rate (%)	Dry matter rate (%)	Yield (MT ha ⁻¹)		
						Fresh	Dry matter	TDN
Barley + Corn	July 17	259 ^{ns}	142	43.8	27.6	70.7	19.5	13.6
Rye + Corn	July 17	275	159	38.2	28.8	71.2	20.5	14.0
Triticale + Corn	July 17	253	139	41.5	27.2	72.9	19.8	13.7
Wheat + Corn	July 17	275	154	37.8	28.3	73.6	20.8	14.2
Mean	July 17	266	149	40.3	28.0	72.1	20.2	13.9

^{ns} Means in the same column were not significant ($p > 0.05$).

이었고, 건물수량은 20.2톤이었으며, TDN 수량은 13.9톤/ha으로, Son et al. (2011)이 발표한 고창지역에서 광평옥 생초수량 67.7톤/ha, 건물수량 19.1톤, TDN 수량 12.46톤의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 사료용 옥수수의 수량은 앞작물로 재배된 사료맥류의 초중에 영향을 받지 않았다.

(2) 사료가치

사료용 옥수수의 조사료 품질은 Table 4와 같다. 조단백질 함량은 평균 7.4%, NDF와 ADF의 함량은 각각 49.1%, 26.5%, TDN 함량은 69.3% 이었다. 옥수수의 조단백질, NDF, ADF, TDN 함량은 앞작물에 재배된 맥중에 관계없

이 처리 간에는 유의성이 없었다.

3. 가을재배 귀리

(1) 생육특성 및 수량성

여름에 옥수수 수확한 후 가을에 월동 맥류를 파종하기 전에 틈새작물로 파종한 가을재배용 귀리품종인 하이스피드의 생육특성 및 수량성은 Fig. 2, Table 5와 같다. 출수기는 10월 10일이었으며, 수확기인 10월 27일의 초장은 평균 106 cm, 경수는 m²당 1,226개이었다. 하이스피드 초장은 수확 시까지 지속적 증가하였으며, 경수는 10월 7일을 기점

Table 4. Feed value of of silage corn cultivated after winter forage crops production at paddy field

Cropping system	Feed value (%)			
	CP ¹⁾	NDF ²⁾	ADF ³⁾	TDN ⁴⁾
Barley + Corn	8.0	49.1	26.3	69.4 ^{ns}
Rye + Corn	6.9	48.5	26.9	69.0
Triticale + Corn	7.6	50.1	27.3	68.6
Wheat + Corn	6.9	48.5	25.3	70.1
Mean	7.4	49.1	26.5	69.3

^{ns} Means in the same column were not significant ($p > 0.05$).

¹⁾ CP : Crude protein, ²⁾ NDF : Neutral detergent fiber, ³⁾ ADF : Acid detergent fiber, ⁴⁾ TDN : Total digestible nutrients.

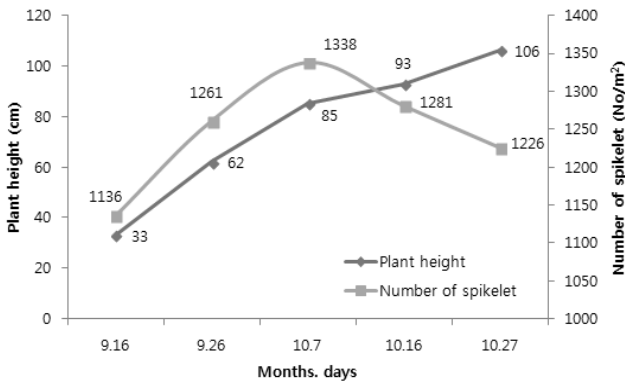


Fig. 2. Changes in plant height and number of spikelet according to growing stages of oat cultivar High-speed.

으로 감소하는 경향을 보였다. 생초수량은 44.9톤/ha, 건물수량은 약 8.5톤/ha, TDN 수량은 5.0톤/ha을 나타내었는데, 이는 8월 7일에 파종한 하이스피드의 건물수량이 3.9톤/ha 이었다는 Han et al. (2012)의 결과보다 높았다.

(2) 사료가치

가을재배 귀리의 사료가치는 Table 6과 같다. 조단백질

함량은 평균 11.4%로 높았으며, NDF와 ADF의 함량은 각각 61.3%, 37.7% 이었으며, TDN의 함량은 59.1% 이었다. 하이스피드귀리의 조단백질, NDF, ADF, TDN 함량은 앞작물인 사료맥류의 맥종별 + 옥수수 처리간에 유의성이 없었다.

IV. 고찰

삼모작은 같은 경지에서 세 가지 농작물을 순차적으로 재배하는 방법으로 토지이용률을 높임으로써 생산성을 향상시킬 수 있는 작부체계이다. 우리나라에서 삼모작 관련 연구가 이루어지지 않았기 때문에 본 논문의 삼모작을 통한 조사료 연중생산의 연구결과는 의미가 있다고 본다.

본 연구에서 사료용 맥류의 생육이 많이 저조한 것으로 나타났는데, 이는 2012~2013년의 월동기간 중 기온이 평년보다 저온으로 경과되면서 생육에 영향을 미친 것으로 생각되었다. Choi and Kim(2008)에 의하면 청보리는 출수기 전후 초기생산량이 적다고 보고하였는데, 이 연구에서도 보리, 트리티케일, 총채밀은 옥수수의 파종시기에 맞추어 모두 출수기 이전에 수확되어 낮은 수량성을 보였다. 사료용 맥류의 수확적기는 호밀이 4월 말~5월 초순이고, 청보

Table 5. Agronomic characteristics and forage yield of oat cultivated in the fall season after corn cultivation at paddy field

Former cultivated crops	Heading date	Plant height (cm)	Number of spikelet (No/m ²)	Yield (MT ha ⁻¹)		
				Fresh	Dry matter	TDN
Barley + Corn	10. Oct	107	1,097	42.5	8.2	4.8 ^{ns}
Rye + Corn	10. Oct	105	1,267	42.5	7.5	4.5
Triticale + Corn	10. Oct	106	1,378	48.2	9.1	5.4
Wheat + Corn	10. Oct	108	1,258	46.3	9.3	5.4
Mean	10. Oct	107	1,250	44.9	8.5	5.0

^{ns} Means in the same column were not significant (p>0.05).

Table 6. Feed value of oats cultivated in the fall season after corn cultivation at paddy field

Former cultivated crop	Feed value (%)			
	CP ¹⁾	NDF ²⁾	ADF ³⁾	TDN ⁴⁾
Barley + Corn	11.5 ^{ns}	61.3	37.8	59.0
Rye + Corn	10.9	60.9	36.9	59.7
Triticale + Corn	11.9	59.8	36.8	59.8
Wheat + Corn	11.1	63.3	39.3	57.9
Mean	11.4	61.3	37.7	59.1

^{ns} Means in the same column were not significant (p>0.05).

¹⁾ CP : Crude protein, ²⁾ NDF : Neutral detergent fiber, ³⁾ ADF : Acid detergent fiber, ⁴⁾ TDN : Total digestible nutrients.

리, 트리티케일, 총채밀은 모두 5월 말경으로(Song et al., 2009), 옥수수의 권장 파종기인 4월 중순~하순(RDA, 2012b)에 맞춰 일찍 수확하면 호밀을 제외한 다른 맥류는 매우 낮은 수량성을 보였다. 동계사료용 맥류와 하계 사료용 옥수수의 작부체계 연구와 사료용 옥수수의 파종기 연구에 따르면 옥수수의 파종이 늦어질수록 수량이 현저히 감소한다고 보고되었다(Son et al., 2009; Cho et al., 2012). 또한 옥수수는 만파할수록 수량이 감소되고, 이삭크기와 무게의 감소 및 이삭의 발육부전과 암이삭비율의 감소가 있다고 보고되어 있다(Lim et al., 1991; Ju et al., 2010; Cirilo and Andrade, 1996; Son et al., 2010). 따라서 사료용 옥수수의 생산을 고려한 삼모작 체계에서는 조기수확에 따른 수량 감수가 적은 호밀을 도입하는 것이 가장 적합할 것으로 사료되었다. 하지만 삼모작 작부체계에서 옥수수의 적기 파종을 위한 사료맥류의 조기수확에 따른 수량감소와 사료맥류 적기수확을 위한 옥수수 파종기 지연에 따른 수량감소의 비교연구는 더 세밀하게 이루어질 필요성이 있다고 생각된다. 사료용 맥류의 사료가치는 호밀을 제외하고 청보리, 트리티케일, 총채밀에서 조단백질 함량이 높고, 섬유소 함량이 낮게 나타났다. 사료맥류의 조단백질 함량은 생육초기에 높고 출수 후 생육이 진행됨에 따라 감소한다고 보고하였다(Hwang et al., 1985; Kim et al., 1992). 식물체 구조를 형성하는 세포벽 구성물질인 NDF와 ADF는 가축의 섭취량 및 소화율과 관련이 있고, 사료맥류에서 출수기에 정점으로 증가되다가 유숙기에 감소한다는 보고가 있다(Shin and Kim, 1995; Song et al., 2009). 본 연구에서 사료맥류를 옥수수 파종기에 맞춘 4월 30일 경에 수확한 관계로 호밀을 제외하고는 모두 출수기 전에 수확되어 높은 조단백질 함량을 보였고, 섬유소 함량은 낮은 값을 나타내었으며, 가소화영양소 함량은 높게 나타난 것으로 보였다.

사료용 옥수수의 생육특성과 수량성은 앞그루인 사료맥류의 종류에 따른 차이를 나타내지 않았는데, 이 결과는 논토양에서 사일리지 옥수수 재배 시 앞그루의 종류에 따라 건물수량과 TDN 수량이 증감현상이 나타난다는 Kim and Kim(1993)의 결론과 상이한 결과를 보였다. Kim and Kim(1993)은 옥수수의 수량의 증감현상은 앞그루 공시작물 중에 일부 작물의 그루터기로부터 분비되는 유해물질 또는 부패에 따른 영향이나, 다시 재생되는 초종과 경합이 이루어져서 수량감소가 나타난다고 보고하였는데, 본 연구에서는 옥수수 파종 전 로터리 작업으로 전 작물의 그루터기가 옥수수의 생장에 큰 영향을 미치지 않아 수량의 차이가 나타나지 않았을 것이라고 생각된다. 사료용 옥수수의 사료가치 역시 앞그루에 관계없이 차이를 나타내지 않았는데,

이 결과는 논에서 재배한 사일리지용 옥수수 경영의 NDF와 ADF는 앞그루의 영향이 없는 것으로 나타났다는 Kim and Kim (1993)의 보고와 일치하였다.

가을재배용 귀리품종인 하이스피드의 초장은 출수 후에도 지속적으로 자라지만 경수는 출수기 전 후를 기점으로 줄어드는 것으로 나타났다. Han et al.(2012)은 8월 17일에 파종한 하이스피드의 출수기는 10월 11~12일이라고 보고하였는데, 본 연구에서도 귀리의 파종기가 8월 28일로 10일 정도 늦기는 하였지만 출수기는 비슷한 시기였다. 건물수량은 8.5톤/ha으로, 8월 7일에 파종한 하이스피드의 건물수량이 3.9톤/ha이었다는 Han et al.(2012)의 결과보다 높았다. 이는 Han et al.(2012)의 연구에서는 8월 하순부터 9월 중순까지 평균기온이 평년과 큰 차이를 보이지 않았지만 강수량이 많았고, 본 연구에서는 평균기온이 평년보다 다소 높게 경과되면서 강수량도 8월 하순에만 많았고 그 후에는 많은 강수가 없었기에 귀리의 생육에 더 유리하게 작용하였을 것이라고 생각되었다. 또한 조단백질 함량은 11.3%이었고, NDF, ADF, TDN은 각각 61.1%, 37.7%, 59.1%로 조단백질은 다소 낮은 결과를 보였으며, 섬유소 함량은 기존 연구결과와 비슷한 결과를 보였다. 삼모작에서 재배되는 귀리는 2개월만 생육하는 단기성 작물로 기후에 더 민감하게 반응할 것으로 예상되어 앞으로 틈새작물로 이용하기 위해 하파귀리의 생육특성 및 안전 재배법에 대한 연구가 필요한 것으로 생각되었다.

V. 요약

이 연구는 남부지역에서 동계 사료맥류, 하계 옥수수, 추계 하파귀리 등 삼모작 재배기술 확립하기 위해 옥수수의 앞그루에 적합한 사료용 맥류 맥종 선정과 더불어 옥수수 뒷그루로 귀리를 가을재배 시 생산성 및 사료가치를 검토하고자 실시하였다. 월동 사료작물을 옥수수 파종기에 맞춰 수확할 경우 호밀이 생초수량 32.0톤/ha, 건물수량 5.8톤/ha로 다른 작물에 비해 높은 수량을 보였다. 하계 사료용 옥수수는 생초수량으로 72.1톤/ha, 건물수량으로 20.2톤/ha 수확되었으며, 사료가치는 조단백질 함량이 7.4%, 가소화영양소 함량이 69.3%로 양호한 생육과 사료가치를 보였다. 가을재배용 귀리의 출수기는 10월 10일이었으며, 생초수량은 44.3톤/ha, 건물수량은 8.5톤/ha이었고, 사료가치는 조단백질이 11.3%, 가소화영양소 함량이 59.1%를 나타내었다. 따라서 남부지역에서 조사료 연중 생산을 위해 가을재배용 귀리의 도입으로 삼모작이 가능하며, 하계 옥수수의 최대 안전 생산을 위한 월동 사료작물은 호밀이 가장 유리한 것으

로 사료되었다.

VI. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 남부지역 3모작 재배를 위한 작부체계 개발, 세부과제번호: PJ009170)의 지원에 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

VII. REFERENCES

- AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Cho, S.K., Cho, K.M., Park, T.I., Park, H.H., Roh, J.H., Choi, I.B., Oh, Y.J., Song, T.H., Kim, K.J. and Park, K.H. 2012. Studies on cropping system with winter forage crops and summer forage corn in paddy field. *Korean Journal of International Agriculture*. 24(3):303-308.
- Choi, G.J. and Kim, W.H. 2008. Winter forage crop production and utilization in Korea. *Proceedings of 2008 Symposium of Korean Society of Grassland and Forage Science*. pp. 19-48.
- Cirilo, A.G. and Andrade, F.A. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. *Crop Science*. 36(2):325-331.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agricultural Handbook* 379. U.S. Government Print. Office Washington, DC.
- Han, O.K., Park, T.I., Park, H.H., Song, T.H. Hwang, J.J., Baek, S.B., Kim, D.W., and Kwon, Y.U. 2012. Effect of seedling dates on yield and quality of various oat cultivars for year-around forage production. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 12(3):209-220.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des moines, IA.
- Hwang, J.J., Sung, B.R., Youn, K.B., Ahn, W.S., Lee, J.H., Chung, K.Y. and Kim, Y.S. 1985. Forage and TDN yield of several winter crops at different clipping date. *Korean Journal of Crop Science*. 30(3):301-309.
- Ju, J.I., Seong, Y.G., Kim, C.K. and Lee, H.B. 2010. Planting date and hybrid influence on silage corn yield and quality at paddy field in middle region. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 30(1):1-8.
- Ju, J.I., Kang, Y.S., Seong, Y.G., Ji, H.J. and Lee, H.B. 2012. Study on high forage production in double cropping systems with barley and corn at paddy field in middle region. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 32(3):258-292.
- Kim, D.A., Kwon, C.H., and Han, G.J. 1992. Effect of harvesting dates on forage yield and quality of winter rye. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 12(3):173-177.
- Kim, D.A. and Kim, W.H. 1993. Effects of winter annual forage crops on growth, yield and quality of silage corn. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 13(2):122-131.
- Lim, K.B., Yang, J.S., Han, H.J. and Choe, Y.W. 1991. The application of early-maturing corn to cropping system of forage crop. I. The late-sowing adaptability of corn varieties requiring the short period to maturing. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 11(2):137-142.
- National Institute of Crop Science, Rural Development Administration (RDA). 2010. Task performance plan for test research business. pp. 45-54.
- Rural Development Administration (RDA). 2012a. *Agricultural science and technology of analysis based on research(I)*. pp. 315-374.
- Rural Development Administration (RDA). 2012b. *Development of new varieties of joint research report(summer crop)*. p. 844.
- Shin, C.N. and Kim, B.H. 1995. Dry matter yield and chemical composition of spring oats at various stage of growth. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 15(1):61-66.
- Son, B.Y., Kim, J.T., Song, S.Y., Baek, S.B., Kim, C.K. and Kim, J.D. 2009. Comparison of yield and forage quality of silage corns at different planting dates. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 29(3):179-186.
- Son, B.Y., Kim, J.T., Lee, J.S., Baek, S.B. Kim, W.H. and Kim, J.D. 2010. Comparison of growth characteristics and yield of silage corn hybrids by different planting dates at paddy and upland field. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 30(3):237-246.
- Son, B.Y., Kim, J.T., Lee, J.S., Baek, S.B., Kim, W.H., Kim, J.D. and Ko, K.H. 2011. Response of growth characteristics and yield of silage corns at different regions. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 31(3):251-260.
- Song, T.H., Han, O.K., Yun, S.K., Park, T.I., Seo, J.H., Kim K.H. and Park K.H. 2009. Changes in quantity and quality of winter cereal crops for forage at different growing stages. *Journal of the Korean Grassland and Forage Science*. 29(2):129-136.

(Received May 8, 2014 / Revised June 14, 2014 / Accepted June 17, 2014)