경북지역에서 콩과작물의 혼파와 우분 시용이 총체밀의 생산성, 사료가치 및 단위면적당 가축 사육능력에 미치는 영향

황보순 · 조익환*

대구대학교 동물자원학과

Effects of Mixed Sowing with Legumes and Applying Cattle Manure on Productivity, Feed Values and Stock Carrying Capacity of Whole Crop Wheat in Gyeongbuk Regions

Soon Hwangbo and Ik Hwan Jo*

Department of Animal Resources, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to estimate the Hanwoo carrying capacity when whole crop wheat, as a winter forage crop, was grown on mixed-sowing of legume forage and by applying cattle manure on the productivity and feed value of whole crop wheat during the period of 2012~2013. The experiment was conducted in a split plot design with three replications. The main plots consisted of three different culture methods such as whole crop wheat and mixed sowing combination with hairy vetch or forage pea. The subplots consisted of four different applications of cattle manure (0, 50, 100 and 150 kg N/ha). The annual amount of dry matter (DM) of whole crop wheat in Gyeongju were higher than those of in Gyeongsan and Yeongju, and the mixed-sowing of hairy vetch mixture was the highest ($p<0.05$) compared with the single-sowing of whole crop wheat and mixed-sowing of legume in Gyeongju. The DM amounts were increased proportionately corresponded to the applying level of cattle manure, and was found to be significantly ($p<0.05$) high at the level of 100 and 150 kg/ha groups. With the feed value of forage, the crude protein (CP) contents tended to be higher in the mixed-sowing of legume than the single-sowing of whole crop wheat at the wintering experimental sites of legume. For whole crop wheat, total digestible nutrients (TDN) content was the highest in the mixed sowing plots of forage pea in Gyeongsan; however, there was no significant differences among the single-sowing of whole crop wheat. The carrying capacity of Hanwoo (head/ha) was higher ($p<0.05$) in Gyeongju (3.83 head) than that in Gyeongsan (3.11) and Yeongju (1.35). Further, the carrying capacity in the single-sowing of whole crop wheat was lower than that in the mixed-sowing of legume, and the hairy vetch was the highest among the mixed-sowing groups ($p<0.05$). Overall, the present results recommend taking into account the wintering for the mix-sowing of legume in Gyeongbuk province. The cattle manure may be applied for legume in the wintering unavailable regions. In addition, applying cattle manure at the level of 100~150 kg/ha and the mix-sowing of legume may increase the productivity per unit area and feed value, including the CP, for improving the carrying capacity of Hanwoo.

(**Key words** : Cattle slurry, Feed value, Productivity, Sowing with legumes, Whole crop wheat)

I. 서 론

국내 축산업은 경종농업과 병행하여 가축의 사료를 농산 부산물 형태와 산야초 등 자급자족 하던 소규모의 가축사육 상태에서 점차 규모가 기업화 대형화됨에 따라 사료도 다두 사육관리가 용이한 시판사료로 전환되어 가축생산비에서 사료비가 가장 높은 비중을 차지하게 되었다. 최근

해외 의존도가 높은 가축의 원료사료는 수급악화와 국제 곡물가격의 폭등으로 시판사료 가격은 큰폭으로 상승하고 있으며, 시판사료 원료뿐만이 아니라 막대한 양의 조사료까지 수입하여 가축 사육 농가뿐 만이 아니라 축내 축산업 기반까지도 위협을 받고 있는 실정이다.

이러한 어려움을 해결하기 위해 사료비 절감을 위한 양질의 자급 조사료 생산기반을 확대하고자 정부의 정책과

* Corresponding author : Ik Hwan Jo, Department of Animal Resources, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea. Tel: +82-53-850-6725, Fax: +82-53-850-6729, E-mail: greunld@daegu.ac.kr

생산농가의 노력으로 사료작물 재배 면적은 2000년 48천 ha, 2005년 70천 ha, 2010년 244천 ha로 크게 증가하였다(MIFAFF, 2010). 하지만 주로 사료작물이 생산되고 있는 지역은 겨울철 기온이 동계사료작물 생육에 유리한 전라도 지역을 중심으로 재배가 이루어지다 보니, 한우사육 두수가 많은 경상북도 지역은 조사료의 수요가 높으나 양질의 조사료 공급이 부족하여 높은 물류비용을 부담하고 타지역에서 양질의 조사료를 공급받고 있는 실정이다.

한편, 국내 주로 생산되는 동계사료작물은 청보리, 이탈리안 라이그라스 및 호밀로 단순화되어 있어 반추가축의 기호와 욕구를 충족하기 미흡하며, 조사료 다양성에 대한 연구 또한 부족하다. 최근 우리밀에 대한 수요가 늘면서 밀 재배 면적이 2000년 919 ha에서 2011년 13,044 ha로 14.2배 증가하였으나(MIFAFF, 2011), 국내 밀의 조사료 이용에 대한 연구는 품종에 따른 사료가치 평가(Ju et al., 2010), 콩과 사료작물 혼파와 유기질 비료 시용에 따른 밀의 생산성 비교 시험(Jo, 2013), 액상우분뇨 시용과 콩과작물의 혼파가 밀의 생산성, 사료가치에 미치는 영향(Hwangbo and Jo, 2013) 등 최근 연구결과가 몇 편 보고되고 있지만 아직 많이 미약한 수준이다.

사료작물을 재배 시 화학비료를 대체하는 방법은 가축분뇨와 같은 유기자원을 활용하거나 작부체계에서 콩과 사료작물을 도입하는 방법이 있다(Ramesh et al., 2005; Sharma et al., 2004). 콩과 사료작물은 공중질소를 고정하여 토양과 식물체에 질소 함량을 증가시켜 화학비료의 사용을 대신할 수 있으며(Hargrove, 1986; Utomo et al., 1990), 화분과 작물과 혼파 시에 작물의 사료가치 및 단백질 함량이 증가된다고 보고한 바가 있다(Jo, 2012).

최근, 가축의 대규모 사육으로 인해 다량으로 발생하는 가축분뇨는 지표수와 지하수의 오염, 악취 발생 등 많은 환경 문제가 대두되었으나, 최근에는 토양유기물 공급 및 토양개량제로 폐기물 보다는 자원으로 인식되고 있으며, 가축분뇨는 각종 영양분을 함유하고 있어 오래전부터 작물 생육에 매우 중요한 양분 공급원으로 활용되어 왔다(Schechtner,

1978; Sommerfeldt et al., 1988). 가축분을 이용하여 사료작물 재배시 작물의 생산성이 화학비료에 대등한 수준의 결과를 얻었다고 확인한 바 있다(Jo, 2008, 2009; Jo et al., 2008a, 2008b).

따라서 본 연구에서는 월동작물로 재배되는 총채밀에 헤어리베치, 사료용 완두 등 콩과작물 혼파와 가축분뇨 시용으로, 총채밀의 생산성과 사료가치를 평가하여 한우 사육능력을 추정함으로써 경상북도 지역에서 양질의 조사료 생산에 필요한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 2012년 9월부터 2013년 5월까지 경산지역은 대구대학교 동물자원학과 실습포장에서 경주지역은 안강읍에서 영주지역은 장수면에서 각각 수행되었는데, 이들 논포장 토양의 이화학적 특성과 시험이 실시되었던 지역의 기상조건은 Table 1, 2와 같다

공시초종으로는 총채밀 “금강”과 콩과 사료작물은 헤어리베치 “Hungvillosa”와 사료용 완두 “Ruby”를 공시하여, 시험구 배치는 주구는 총채밀 단파, 총채밀과 헤어리베치 혼파 및 사료용 완두 혼파이고, 세구에는 우분 4수준으로 무비구, 우분을 질소수준으로 50, 100 kg N/ha 및 150 kg N/ha로 분할집구로 배치한 3반복이며, 파종은 산파로 파종하였고, 구당 면적은 8 m²(2 m × 4 m)으로 하였다.

총채밀은 200 kg/ha 씩 파종하였고, 혼파 구에서는 주초종인 총채밀은 ha당 160 kg을 파종하였고 콩과작물(헤어리베치 혹은 forage pea)은 ha당 40 kg을 파종하였으며 파종시기와 수확일은 각각 2012년 9월 21일 및 2013년 5월 23일이었다.

한편 생초수량을 얻기 위해서는 수확일에 지상에서 5 cm 높이로 예취하여 측정하였고, 건물함량은 각 시험구마다 500 g 정도를 샘플링하여 65℃ 순환열풍건조기에서 48 시간 건조시킨 다음 건물율을 계산하고 이를 기준으로 하여 단위면적당의 건물 수량을 산출하였다. 건조된 시료는

Table 1. Chemical characteristics of the soil at experimental sites

Region	pH	EC ¹⁾	Available P ₂ O ₅	T-N ²⁾	OM ³⁾	CEC ⁴⁾	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺
	(1:5)	(dS/m)	(mg/kg)	(%)	(%)	(Cmol/kg)			
Gyeongsan	5.7	0.75	188.33	0.019	5.92	41.65	9.67	0.44	2.65
Gyeongju	6.8	0.77	632.22	0.018	6.03	19.16	9.98	0.8	3.76
Yeongju	5.1	0.54	33.21	0.015	6.65	47.68	4.61	0.22	0.99

¹⁾ EC: electrical conductivity, ²⁾ T-N: Total nitrogen, ³⁾ OM: organic matter, ⁴⁾ CEC: cation exchange capacity.

Table 2. Meteorological data during the growth period in 2012~2013 and averages for 30 years

Region	Item	Year	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.
Gyeongsan	Temperature (°C)	2012~2013	19.0	12.5	4.7	0.9	-1.9	2.5	6.2	8.0	18.1
		1981~2010	20.0	13.7	6.9	5.3	-1.0	1.2	6.0	12.5	17.3
	Precipitation (mm)	2012~2013	265.5	37.2	42.8	48.3	20.6	23.7	80.2	84.6	75.8
		1981~2010	135.0	31.8	32.8	15.2	22.6	27.3	46.9	62.4	87.2
Gyeongju	Temperature (°C)	2012~2013	18.0	13.7	6.9	-0.9	-1.1	1.6	7.9	10.6	17.8
		1981~2010	21.6	16.6	10.3	4.4	1.8	3.8	7.9	13.8	18.2
	Precipitation (mm)	2012~2013	328.8	23.3	56.0	49.0	20.0	18.4	66.0	83.0	77.2
		1981~2010	177.1	43.7	41.1	25.7	36.5	40.8	60.9	68.9	85.2
Yeongju	Temperature (°C)	2012~2013	18.9	12.3	4.7	-3.9	-4.2	-0.3	6.0	9.4	17.6
		1981~2010	19.1	12.5	5.6	-0.6	-2.9	-0.3	4.8	11.7	16.9
	Precipitation (mm)	2012~2013	183.3	55.1	68.0	60.0	48.3	55.0	41.9	80.6	187.8
		1981~2010	153.2	43.2	39.3	18.3	19.8	28.8	54.3	82.9	109.9

Wiley mill로 분쇄하여 일반성분은 AOAC법(1990)으로, ADF와 NDF 함량은 Georing과 Van Soest법(1970)에 의해 분석하였다. 또한 ADF와 NDF 함량으로 부터 TDN(total digestible nutrients)은 Nahm(1992)과 Linn과 Martin (1989) 등의 계산식에 의하여 구하였다. 한편 얻어진 조단백질 함량과 가소화 양분총량(TDN)은 건물수량과 곱하여 단위면적당 조단백질 수량과 가소화양분총량 수량을 구하였다. 이들은 한우사양표준(RDA, 2012)에 의거 한우 암소 육성우 약 450 kg이 일일 증체 400 g 목표로 하는 경우, 조사료 자원을 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 가소화양분 총량은 1일 각각 426.3 g과 3.479 kg을 기준으로 하여 조단백질과 가소화양분 총량에 의한 단위면적당 연간

가축 사육능력을 평가하였다(Jo, 2003; Ryu et al., 2006).

본 실험의 결과는 SAS package program(2013)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리 평균간의 비교는 5% 수준의 최소유의차 검정(LSD test)으로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 총체밀의 생산성

콩과 사료작물의 혼파와 우분의 시용이 총체밀의 건물(Dry matter; DM) 수량에 미치는 영향은 Table 3과 같다.

경산 시험구에서 총체밀 단파구의 평균 건물수량이 4.52

Table 3. Effects of mixed sowing with legume and applying cattle manure on dry matter yield(ton/ha) of whole crop wheat or its mixture crops

Region	Culture method	Applying amounts of cattle manure (kg N/ha)								Mean	
		0		50		100		150			
Gyeongsan	Whole crop wheat	4.30 ^{ab}	Y	2.87 ^b	Y	5.32 ^a		5.61 ^a	Y	4.52	Y
	Hairy vetch mixture	7.22	X	4.97	X	7.87		8.02	X	7.02	X
	Forage pea mixture	3.80	Y	5.72	X	5.12		6.00	XY	5.16	Y
Gyeongju	Whole crop wheat	7.29		7.79		7.59		8.19	X	7.71	
	Hairy vetch mixture	6.62 ^c		6.97 ^{bc}		8.08 ^a		7.56 ^{ab}	XY	7.31	
	Forage pea mixture	8.79		8.04		7.71		7.09	Y	7.91	
Yeongju	Whole crop wheat	2.87 ^b		3.13 ^{ab}		3.57 ^a		3.34 ^{ab}		3.23	
	Hairy vetch mixture	2.70 ^b		2.90 ^{ab}		3.52 ^a		3.12 ^{ab}		3.06	
	Forage pea mixture	2.69		3.05		3.55		3.26		3.14	

a, b, c : Values with different superscripts in the same row significantly differ(p<0.05)

X, Y, Z : Means in the same column with different letters were significantly different(p<0.05)

톤/ha로 헤어리베치 혼파구의 7.02톤/ha 보다 유의하게 낮게 나타났으며($p<0.05$), 우분 시용수준에 따른 건물 수량은 시용수준이 높아짐에 따라 증가하였으며 특히 이러한 경향은 총체밀 단파구에서 유의하게 나타났다($p<0.05$). 경주 시험구에서는 평균 건물 수량이 7.31~7.91톤/ha로 경북 3지역 중 가장 높은 수량을 보였고, 평균 건물 수량에서는 단 혼파간 차이가 나타나지 않았으나, 우분 시용수준간에는 헤어리베치 혼파구에서 무비구보다 100~150 kg N/ha가 유의하게 높았다($p<0.05$). 영주시험구에서는 경북 3지역 중 낮은 수량을 보였고, 단 혼파간 차이는 없었으나, 시용수준에 있어서는 총체밀 단파구와 헤어리베치 혼파구에서 무비구에 비해 100 kg N/ha가 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$).

기존의 콩과혼파와 우분 시용시 총체밀의 건물수량에 대한 연구결과를 보면, 연간 ha당 6.25~6.39 톤(Jo, 2013), 6.90~7.63톤(Hwangbo and Jo, 2013)으로 보고하여, 본 시험에서 경산 시험구의 4.52~7.02 톤/ha, 경주 시험구의 7.31~7.91톤/ha, 영주 시험구의 3.06~3.23톤/ha과 비교시 경주 시험구는 높은 건물 수량을 보였으나, 영주 시험구는 다소 낮은 수량을 보였다. 이러한 결과는 경주 시험구의 토양이 다른 시험구보다 비옥하였고(Table 1), 시험기간 겨울철 기온 또한 따뜻했기 때문이며(Table 2), 영주 시험구의 낮은 건물수량의 결과는 시험기간인 10월에서 1월까지 기온이 평년 30년 평균기온보다 낮은 혹한의 영향으로 작물의 월동율과 성장율이 낮았기 때문으로 사료된다.

본 시험에서 경산지역의 경우 총체밀 단파구(평균 4.52톤/ha) 보다 헤어리베치 혼파구가(평균 7.02톤/ha) 유의하게 높은 건물수량을 나타내었고, 경주지역에서도 단파보다(평

균 7.71톤/ha) 사료용 완두 혼파구가(평균 7.91톤/ha) 유의적 차이는 나타나지 않았지만 수량이 높은 경향을 나타내어, 화분과 사료작물과 콩과 작물의 혼파로 인해 건물 수량이 증가된다는 보고와 일치하였다(Ta and Faris, 1987; Hwangbo and Jo, 2013). 하지만, 영주 시험구에서 단, 혼파간 차이가 나타나지 않았던 것은 겨울철 낮은 온도로 인해 콩과작물의 월동율이 낮아 혼파의 효과가 나타나지 않았던 것으로 사료되며, 영주 시험구에서는 단, 혼파간 차이는 나타나지 않았으나 우분 시용수준 차이에서 무비구보다 100 kg N/ha가 유의하게 높게 나타나, 겨울철 콩과 작물의 월동이 어려운 지역은 질소시비 수준을 높일 경우 작물의 생산성 향상을 기대할 수 있을 것이라 사료된다.

2. 총체밀의 사료가치

콩과 사료작물의 혼파와 우분의 시용이 총체밀의 조단백질 함량과 TDN 함량에 미치는 영향은 Table 4, 5와 같다.

평균 조단백질 함량(Table 4)은 경산 시험구가 10.0~11.59%, 경주가 8.95~10.89% 및 영주는 6.38~6.54%로 경산 시험구가 높은 경향이었고, 같은 시험구에서도 단·혼파처리에 따라 0.16~3.94%로 상당한 차이가 나타났다. 경산 시험구에서 사료용 완두 혼파구가 평균 11.59%로 총체밀 단파구와 헤어리베치 혼파구보다 유의있게 높게 나타났으며($p<0.05$), 우분 시용수준이 높아짐에 따라 무비구에 비해 유의하게 높은 조단백질 함량을 보였다($p<0.05$). 경주 시험구에서는 헤어리베치 혼파구>사료용 완두 혼파구>총체밀 단파 순으로 단파보다 콩과 혼파구가 조단백질 함량이 유

Table 4. Effects of mixed sowing with legume and applying cattle manure on the contents of crude protein(%) in whole crop wheat or its mixture crops

Region	Culture method	Applying amounts of cattle manure (kg N/ha)								Mean	
		0		50		100		150			
Gyeongsan	Whole crop wheat	9.77 ^c	Y	9.94 ^b	Z	10.14 ^a	Y	10.13 ^a	Z	10.00	Z
	Hairy vetch mixture	10.89 ^b	X	11.16 ^b	Y	11.16 ^{ab}	X	11.48 ^a	Y	11.17	Y
	Forage pea mixture	11.25 ^c	X	11.69 ^b	X	11.32 ^c	X	12.11 ^a	X	11.59	X
Gyeongju	Whole crop wheat	11.52 ^a	Y	7.98 ^c	Z	8.88 ^b	Z	7.42 ^d	Z	8.95	Z
	Hairy vetch mixture	12.41 ^b	X	12.90 ^a	X	9.20 ^c	Y	9.04 ^c	X	10.89	X
	Forage pea mixture	9.71 ^b	Z	9.29 ^c	Y	10.33 ^a	X	8.80 ^d	Y	9.53	Y
Yeongju	Whole crop wheat	7.10 ^a	X	6.30 ^{bc}	X	6.51 ^b		6.25 ^c	Y	6.54	X
	Hairy vetch mixture	6.65 ^a	Y	6.14 ^c	Y	6.42 ^b		6.57 ^{ab}	X	6.45	Y
	Forage pea mixture	6.01 ^c	Z	6.28 ^b	X	6.55 ^a		6.69 ^a	X	6.38	Y

a, b, c, d : Values with different superscripts in the same row significantly differ ($p<0.05$).

X, Y, Z : Means in the same column with different letters were significantly different ($p<0.05$).

Table 5. Effects of mixed sowing with legume and applying cattle manure on total digestible nutrient(%) of whole crop wheat or its mixture crops

Region	Culture method	Applying amounts of cattle manure (kg N/ha)						Mean	
		0		50		100		150	
Gyeongsan	Whole crop wheat	61.7		61.9		61.1	XY	61.6	X
	Hairy vetch mixture	61.5 ^a		61.0 ^{ab}		60.2 ^b	Y	60.0 ^b	Y
	Forage pea mixture	62.1		62.6		61.2	X	61.2	X
Gyeongju	Whole crop wheat	56.9 ^b	XY	58.0 ^a		55.6 ^c		55.2 ^c	
	Hairy vetch mixture	56.5 ^a	Y	57.0 ^a		55.6 ^{ab}		54.7 ^b	
	Forage pea mixture	57.5 ^a	X	57.1 ^a		56.8 ^a		54.1 ^b	
Yeongju	Whole crop wheat	61.8 ^b	Y	64.1 ^a		62.4 ^{ab}		62.8 ^{ab}	X
	Hairy vetch mixture	63.6 ^a	X	62.6 ^{ab}		61.5 ^b		62.3 ^b	XY
	Forage pea mixture	62.2 ^{ab}	Y	61.5 ^c		62.5 ^a		61.8 ^{bc}	Y

a, b, c : Values with different superscripts in the same row significantly differ (p<0.05).

X, Y, Z : Means in the same column with different letters were significantly different (p<0.05).

의하게 높게 나타났으며(p<0.05), 우분 시용수준에 따라서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다. 영주 시험구에서는 총체밀 단파구가 콩과 혼파구보다 유의하게 단백질 함량이 높았으며(p<0.05), 우분 시용수준에서는 사료용 완두 혼파구에서 우분 시용수준이 높은 100~150 kg N/ha가 가장 높게 나타났(p<0.05).

TDN 함량(Table 5)은 경산 시험구에서 헤어리베치 혼파구가(평균 60.7%) 총체밀 단파구(평균 61.5%)와 사료용 완두(평균 61.8%)를 혼파한 시험구보다 낮은 함량을 보였으며(p<0.05), 우분 시용수준에 따라서는 헤어리베치 혼파구에서 무비구가 가장 높은 함량을 나타내었다(p<0.05). 경주 시험구의 평균 TDN 함량은 56.0~56.4% 범위로 단 혼파간 차이가 나타나지 않았고, 우분 시용수준간에는 시용수준이 높을수록 낮은 함량을 보였다(p<0.05). 영주 시험구는 총체밀 단파구가(평균 62.8%) 사료용 완두 혼파구(평균 62.0%) 보다 높았으며(p<0.05), 우분 시용수준에 따라서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다.

총체밀의 사료가치 비교에서 조단백질 함량은 보리에 비해 높고(Ju et al., 2010), 보리와 호밀보다 높으며(Lee and Lee, 2006), 보리나 호밀보다 총체밀의 단백질 함량이 높은 이유는 등숙과정에서 상대적으로 단백질 축적이 높기 때문이라고 보고하였으며(Kwon et al., 2008), 또한, 총체밀의 사료가치는 청보리로 사용되는 영양보리에 비해 대등하거나 높다고 보고하였다(Cho et al., 2013). 본 시험에서 총체밀의 단백질과 TDN 함량은 각각 6.38~11.59%와 56.0~62.8%로 나타나, 우분시용과 콩과작물 혼파시 보리의 6.87

~7.61%와 61.75~65.25%, 호밀의 4.67~5.80%와 51.45~ 53.64%(Hwanbo and Jo, 2013)보다 조단백질과 TDN 함량이 대등하거나 우수하여 총체사료용 맥류 중에 총체밀의 사료가치가 높음을 알 수 있다.

본 시험에서 단, 혼파간 단백질 함량을 보면, 겨울철 혹은 한으로 인해 콩과작물의 월동이 불량했던 영주 지역을 제외하고, 경주와 경산 지역에서는, 총체밀 단파보다는 헤어리베치 또는 사료용 완두를 혼파시 높은 함량을 보여, 화본과 작물과 콩과 작물의 혼파는 조단백질 함량이 높은 화본과 작물을 생산할 수 있다는 보고와도 일치하였다(Osman and Osman, 1982; Drew et al., 2005).

3. 총체밀의 가축 사육능력

콩과 사료작물의 혼파와 우분의 시용이 총체밀의 단위면적당 가축 사육능력을 나타낸 것은 Table 6과 같다.

한우 암소 체중 450 kg을 일당증체량 400 g 목표로 하여 총체밀을 사료 자원으로 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 TDN은 1일 각각 426.3 g과 3.479 kg을 기준으로 하였을 때(Jo, 2003; RDA, 2012), 경산 시험구에서 총체밀의 조단백질수량과 TDN 수량에 따른 단위면적당 연간 가축 사육능력은 단파구(평균 2.40두) 보다 콩과 작물 혼파구가 2.99~3.94두로 높은 경향의 사육능력을 보였으며, 우분 시용수준에 따른 사육능력은 콩과 혼파구에서는 나타나지 않았으나 단파 구에서는 150 kg 시용시 2.99두로 가장 높게 나타났(p<0.05). 경주 시험구에서도 단파구(평균 3.68

Table 6. Effects of mixed sowing with legume and applying cattle manure on carrying capacity (head/ha) for Hanwoo heifers (450 kg) with 400 g of average daily gain fed the diets including 70% whole crop wheat or its mixture crops

Region	Culture method	Applying amounts of cattle manure(kg N/ha)							Mean		
		0		50		100		150			
Gyeongsan	Whole crop wheat	2.25 ^{ab}	Y	1.52 ^b	Y	2.83 ^a		2.99 ^a	Y	2.40	Y
	Hairy vetch mixture	4.02	X	2.79	X	4.40		4.55	X	3.94	X
	Forage pea mixture	2.17	Y	3.34	X	2.90		3.53	XY	2.99	Y
Gyeongju	Whole crop wheat	4.06		3.56		3.60		3.52		3.68	
	Hairy vetch mixture	3.85 ^{ab}		4.16 ^a		3.90 ^{ab}		3.60 ^b		3.88	
	Forage pea mixture	4.44		3.96		4.01		3.30		3.93	
Yeongju	Whole crop wheat	1.28		1.35		1.54		1.42		1.40	
	Hairy vetch mixture	1.19		1.22		1.49		1.35		1.31	
	Forage pea mixture	1.11 ^b		1.28 ^{ab}		1.53 ^a		1.41 ^{ab}		1.34	

a, b : Values with different superscripts in the same row significantly differ($p<0.05$).

X, Y, Z : Means in the same column with different letters were significantly different($p<0.05$).

두)보다 콩과 작물 혼파구가 3.88~3.93두로 높은 경향의 사육능력을 보였으며, 우분 시용수준에 따른 사육능력은 헤어리베치 혼파구는 시비수준이 가장 높은 150 kg N/ha가 가장 낮았으며, 단파와 사료용 완두 혼파구에서도 비슷한 경향이 나타났다. 영주 시험구에서는 평균 사육능력은 1.31~1.40두로 지역별 시험구간 비교시 낮은 사육능력을 보였고, 단 혼파간에는 유의적 차이가 나지 않았으나, 우분 시용수준간에는 사료용 완두 혼파구의 100 kg N/ha가 1.53두로 무비구보다 유의하게 사육 능력이 높게 나타났다($p<0.05$).

동계사료 작물에 우분시용과 콩과혼파 재배시 연간 ha당 가축사육 능력은 청보리가 2.78~2.95두, 호밀이 2.75~3.08두 및 트리트케일이 3.42~3.72두로 보고하여(Hwangbo and Jo, 2013), 콩과작물의 월동불량으로 혼파재배의 효과를 보지 못했던 영주지역을 제외하고는 총체밀의 가축사육 능력이 다른 동계사료작물 보다 우수하거나 대등한 것으로 사료된다.

또한, 앞서 발표된 우분시용과 콩과혼파로 재배된 총체밀의 가축사육 능력과 본 시험의 결과와 비교시 가축사육 능력이 3.13~3.46두(Jo, 2103), Hwangbo와 Jo(2013)가 보고한 3.12~3.69두 보다 영주지역은 1.31~1.40두로 낮았고, 경산 경주 지역의 각각 평균 2.4~3.94두, 3.68~3.93두와 비슷한 것으로 나타나, 같은 작물임에도 불구하고 재배지역의 토성과 기후 조건에 많은 영향이 있음을 알 수 있었다.

본 시험에서 콩과작물 월동이 양호했던 경산과 경주 시험구에서는 단파보다는 콩과작물의 혼파가 가축 사육 능력이 향상된 것으로 나타났는데, 이와 같은 결과는 화본과

작물은 단파보다 콩과작물 혼파가 가축사육능력이 높다는 보고와 일치하여(Jo, 2012, 2013; Hwangbo and Jo, 2013) 콩과 사료작물의 혼파가 가축 사육 능력이 증가됨을 시사하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 경북지역에서 콩과 사료작물의 혼파는 월동성을 고려해야 하며, 겨울철 기온이 낮아 콩과작물의 월동이 어려운 지역에는 우분을 시용하며, 적정 우분 질소는 ha당 100~150 kg 시용과 함께 콩과작물 혼파가 가축사육 능력을 증대할 수 있으리라 사료된다.

IV. 요약

본 실험에서는 2012년부터 2013년까지 월동작물로 재배되는 총체밀에 콩과작물의 혼파재배와 우분시용이 작물의 생산성과 사료가치를 평가함으로써 단위면적당 가축사육 능력을 추정하고자 시험은 분할구 집구로 배치한 3반복으로 주구는 총체밀 단파, 총체밀과 헤어리베치 혼파 및 사료용 완두 혼파를, 세구에는 우분 4수준으로(0, 50, 100 및 150 kg N/ha) 시험이 실시되었다. 총체밀의 연간 건물수량은 지역 시험구 비교에서는 경주 시험구가 경산과 영주 시험구보다 높게 나타났으며, 경주 시험구에서 시험구별 단·혼파 비교에서는 헤어리베치 혼파구가 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 우분 시용수준에 따른 건물은 전 시험구에서 시용수준이 높을수록 증가하였고 ha당 100, 150 kg 수준에서 유의하게 높았다($p<0.05$). 사료작물의 사료가치 평가에서 조단백질 함량은 콩과작물의 월동이 가능한 시험구에서는

총체밀 단파보다는 콩과 혼파구가 높은 경향으로 나타났다($p<0.05$). 경산지역에서 총체밀의 가소화양분총량(TDN) 함량은 사료용 완두구가 가장 높았으나($p<0.05$), 총체밀 단파구와 유의적 차이는 나지 않았다. 한우 사육능력은 경주 시험구가 ha당 3.83두로 경산 시험구의 ha당 3.11두, 영주 시험구의 ha당 1.35두 보다 높았으며($p<0.05$), 총체밀 단파 보다는 콩과 작물혼파구가, 혼파구에서는 헤어리 배치가 높게 나타났다($p<0.05$). 이상의 결과를 종합해 볼 때, 경북 지역에서 사료가치 증진을 위한 콩과 사료작물 혼파는 겨울철 콩과작물의 월동성을 고려해야 하며, 콩과작물의 월동이 어려운 지역에는 우분을 시용하며, 또한 단위면적당 수량과 단백질 함량 등의 사료가치를 높이기 위해서는 우분 수준을 ha당 100~150 kg 시용과 함께 콩과작물을 혼파하는 것이 가축사육 능력 증대를 기대할 수 있으리라 사료된다.

V. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
- Cho, K.M., Lee, S.B., Kang, C.H., Back, N.H., Yang, C.H., Lee, K.B., Park, K.H., Huh, M.R. and Park, C.S. 2013. The effect of liquid-pig-manure application with Korea wheat cultivation on yield and feed value in upland. *Journal of Agriculture & Life Science*. 47(6):43-51.
- Drew, Elizabeth A., Vadakattu VSR. Gupta and David K. Roget. 2005. Are legumes doing their job? The effect of herbicides on N₂ fixation in Southern Australian agricultural system. *Biological nitrogen fixation, sustainable agriculture and Environment. Proceedings of the 14th international nitrogen fixation congress*. pp. 162-164.
- Goering, H.K. and Van Soest. P.J. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. Handbook No. 379, Washington, D. C.
- Hargrove, W.L. 1986. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum. *Agronomy Journal*. 78:70-74.
- Hwangbo, S. and Jo, I.H. 2013. Effects of applying cattle slurry and Mixed sowing with legumes on productivity, feed values and organic stock carrying capacity of winter forage crops in gyeongbuk regions. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 21(3): 451-465.
- Jo, I.H. 2003. A Study on area types of recycling agriculture. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 11(3):91-108.
- Jo, I.H. 2008. The Assessment of Cattle Slurry Application on Productivity and Feed Values of Barley and Hairy Vetch Influenced by Sowing Methods. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 16(2):219-230.
- Jo, I.H. 2009. The Effects of Cattle Slurry Application and Mixed Sowing with legumes on Productivity and Feed Values of Barley and Rye. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 17(3):371-380.
- Jo, I.H. 2012. Evaluation of carrying capacity of Hanwoo heifers when fed whole crop barley and rye as influenced by organic fertilizer application and mixed sowing with legumes. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32(2): 117-124.
- Jo, I.H. 2013. Estimation of Productivity and Organic Hanwoo Carrying Capacity per Unit Area of Whole Crop Wheat and Triticale by Application of Organic Fertilizer and Legumes-Mixed Sowing. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 21(2):207-217.
- Jo, I. H., Yun, Y.B., Park, W.R., Hwangbo, S., Lee, S.H. and Lee, J.S. 2008a. The Effect of Application of Cattle Slurry and Chemical Fertilizer on Productivity of Rye and Hairy Vetch by Single or Mixed Sowing. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28(4):323-330.
- Jo, I.H., Hwangbo, S. and Lee, J.S. 2008b. Effects of Applying Livestock Manure on Productivity and Organic Stock Carrying Capacity of Summer Forage Crops. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 16(4):421-434.
- Ju, J.I., Lee, D.H., Seong, Y.G., Han, O.K., Song, T.H., Lee, K.W. and Kim, C.H. 2010. Comparisons of growth, Yield and feed quality at spring sowing among five winter cereals for whole-crop silage use. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30(3):205-216.
- Kwon, Y. U., Baek, S.B., Heo, H.Y., Park, H.H., Kim, J.G., Lee, J.E., Lee, C.K. and Shin, J.C. 2008. Changes in forage quality of plant parts with Harvesting time in five winter cereal crops. *Korean Journal of crop Science and Biotechnology*. 53(2): 144-149.
- Lee, H.S. and Lee, I.D. 2006. A comparative study of dry matter yield and nutritive value of autumn sown forage crops in Daejeon area. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 26(4):249-256.
- Linn, J. and Martin, N. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.
- MIFAFF. 2010. Outlook of agriculture. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.
- MIFAFF. 2011. Production measures on crude feed. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.
- Nahm, K.H. 1992. Practical guide to feed, forage and water analysis. Yoohan Pub. 1-70.
- Osman, A.E. and Osman, A.M. 1982. Performance of mixture of cereal and legume forage under irrigation in the Sudan. *The*

- Journal of Agricultural Science. 98:71-72.
- Ramesh, P., Ghosh, P.K., Reddy, K.S., Ajay, Ramana, S. and Choudhary, R.S. 2005. Assessment of biomass, productivity and sustainability of soybean based cropping systems at three levels of nitrogen in deep vertisols of semi-arid tropical India. *Journal of Sustainable Agriculture*. 26(2):43-59.
- RDA National Institute of Animal Science. 2012. Korean feeding standard for Hanwoo.
- Ryu, D.K., Yun, S.I., Lee, J.S., Jo, I.H. and Ahn, J.H. 2006. Standard model development of nature-circulating organic agriculture. Ministry of Agriculture and Forestry.
- SAS. 2013. Statistical Analysis System ver., 8. 01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schechtner, G. 1978. Zur Wirksamkeit des Güllestickstoffs auf dem Grünland in Abhängigkeit vom Düngungsregime. *Die Bodenkultur*. 29:351-371.
- Sharma, R.P., Pathak, S.K., Haque, M. and Raman, K.R. 2004. Diversification of traditional rice(*Oryza sativa*)-based cropping system for sustainable productions in South Bihar alluvial plains. *Indian Journal of Agronomy*. 49(4):218-222.
- Sommerfeldt, T., Chang, G. and Entz, T. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen and decrease carbon to nitrogen ratio. *Soil Science Society of America Journal*. 52:1668-1672.
- Ta, T.C. and Faris, M.A. 1987. Species variation in the fixation and transfer of N from legumes to associated grasses. *Plant and Soil*. 98:265-274.
- Utomo, M., Frye, W.W. and Blevins, R.L. 1990. Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover crop. *Agronomy Journal*. 82:979-983.
- (Received January 11, 2014 / Revised February 27, 2014 / Accepted March 3, 2014)