

동계사료작물을 재배하는 형태가 주를 이루다가 (Ju et al., 2011), 최근 들어 동·하계사료작물을 연계한 연구가 진행되고 있다 (Kim et al., 2005). 그러나 아직까지 식용 벼만큼의 소득을 올릴 수 있는 작물이 없어 경종농가는 식용 벼의 재배를 선호하고 있다. 따라서 벼 재배에 유리한 조건의 논은 식용 벼를 재배하고, 벼 재배에 불리한 논이 휴경되어 대체작물을 재배하게 될 것으로 예상된다. 즉 경지정리가 잘 되어있고 기계화가 용이한 지역은 식용 벼를 재배하고 효율성이 떨어지는 중산간지의 논이 대체작물 재배에 이용될 것이다. 논토양의 특성을 사료작물 재배에 적합하게 개선하려는 움직임도 있으나 (Shin et al., 2008) 적용 가능한 초종 또는 품종을 찾는 것이 효율적일 수도 있다. 또한 답리작 재배나 동·하계사료작물을 연계하여 재배할 경우 여러 어려움에 직면하게 된다. 대표적으로 전작물의 수확시기와 후작물의 파종시기가 겹치는 어려움 즉 일 년에 2회 이상 이루어지는 파종과 수확에 어려움을 겪을 수 있다. 동시에 휴경 논으로 전환되기 쉬운 중산간지의 논은 면적이 협소하여 기계화가 곤란하다. 따라서 이러한 중산간지 휴경 논에서는 한번 파종하여 수년간 이용이 가능한 다년생 목초의 이용을 고려할 수 있다. 또한 최근 들어 화학비료의 가격이 급등하여 경종농가가 어려움을 겪는 가운데서도 축산 농가는 가축분뇨의 처리에 어려움을 겪고 있다. 발생량이 많아 처리에 어려움을 겪고 있는 돈분액비를 이용하여 중산간지에서 다년생 목초를 생산하는 것은 화학비료의 절감, 가축분뇨의 토양 환원, 수확이나 파종 등 번거로운 작업의 생략으로 노동비와 기계비용 절감 등 다양한 효과를 올릴 수 있다. 이에 본 연구에서는 중산간지 휴경 논에서 돈분액비를 이용한 목초재배 시 영속성과 건물생산성이 우수한 초종이나 혼파조합을 선발하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 충남 금산의 중산간지 휴경 논에서 2007년부터 2009년까지 3년에 걸쳐 수행되었다. 시험 장소는 2004년까지 관수를 통해 실제 식용 벼를 재배하던 논으로 3년간 밭작물이 재배되었거나 휴경되었던 재배경력을 가지고 있다.

돈분액비는 현지 양돈농가의 액비를 6개월 동안 충분히 부숙 시켜 전 시험기간에 소요될 양을 일시에 확보하여 이용하였으며, 성분을 분석하여 시용하였다. 돈분액비의 시용기준이 되는 질소함량은 0.26%였으며, 시용량은 질소 기준 100%로 하였고, 시용시기와 시용량은 이른 봄 60%, 3회 예취 후 40%를 나누어 시용하였다. 이는 대부분의 농가에서 가축분뇨는 2회 정도로 시용하여 목초의 생산성을 고려하여 시용시기와 시용량을 설정하였다.

처리내용은 대조구로 화학비료를 사용한 톨 페스큐 위주 혼파조합구로 하였으며 시비 방법은 관행의 4회를 준수하였다. 돈분액비 처리구는 톨 페스큐 (Fawn) 단파구, 페레니얼 라이그라스 (Reveille) 단파구, 톨 페스큐 위주 혼파조합 (톨 페스큐 (Fawn) 16, 오차드그라스 (Amba) 6, 페레니얼 라이그라스 (Reveille) 4, 켄터키블루그라스 (Kenblue) 2, 화이트클로버 (Regal) 2 (kg/ha)), 극만생 이탈리아인 라이그라스 (Ace) 단파구, 레드클로버 (Kenland) 단파구 및 리드 카나리그라스 (Venture) 단파구를 두었다. 이탈리아인 라이그라스는 월년생이나 일본에서 4~5년간 이용이 가능한 것으로 보고된 극만생 품종을 선택하였으며, 이용기간이 짧은 초종도 생산성과 사료가치가 높으면 보파를 통해 식생을 유지하여 생산성을 확보하려는 의도에서 채택하였다. 시험구 크기는 $2 \times 3 = 6 \text{ m}^2$ 이며, 난파법 3반복으로 수행하였다. 목초수량은 예취적기에 연간 4회 수확하여 생초수량을 측정하였으며, 그 중 500g 정도를 채취 칭량한 후 60°C에서 48시간 건조 후 건물생산량을 산출하였다. 목

초 피복도는 각 처리구 전체를 대상으로 조사하여 잡초나 나지의 비율을 제외하고 목초가 피복하고 있는 비율로 산정하였다. 사료가치는 20 mesh의 Wiley mill로 분쇄하여, 조단백질은 Dumas법으로 vario Max Elemental Analyzer (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau, Germany)를 이용하여 분석하였으며 (AOAC, 1999), NDF와 ADF는 Ankom Fiber Analyser (ANKOM Technology, 1998)를 이용하여 분석하였다. IVDMD는 Daisy Incubator (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY)를 이용하여 분석하였다.

본 시험에서 얻은 결과는 Windows 용 SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver 12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 위액 채취 시간에 따른 처리구 간의 비교는 one-way ANOVA test를 시행하였으며, 사후 분석은 LSD 방법에 의해 실시하였고, 유의수준 α 는 0.05로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 초 장

초장은 돈분액비를 사용한 처리구보다 화학비료를 사용한 처리구에서 높은 경향을 나타내었다. 툴 페스큐 위주 혼파조합의 모든 예취회차에서 화학비료구가 초장이 높았다. 이는

화학비료는 속효성으로 즉시 이용이 가능한 형태로 공급되나 돈분액비는 이용률이 낮기 때문에 판단된다. 이러한 경향은 초장뿐만 아니라 건물수량 등 다양한 항목에서 인정되고 있다 (Park et al., 2006, Yoon et al., 2006). 초종별 초장은 툴 페스큐가 포함된 처리구에서 높고 페레니얼 라이그라스가 작았으나 이는 처리에 의한 효과라 하기보다 초종의 고유특성이라 볼 수 있다. 극만생 이탈리아인 라이그라스는 3년차에서 거의 소멸되어 초장을 조사할 수 없었다.

2. 건물생산성

각 초종의 영속성에 차이가 있어 조성 이듬해에는 모든 초종의 생육이 정상적으로 이루어져 건물생산성이 조사되었으나, 조성 3년차에는 소멸되어 건물생산성의 조사가 불가능한 초종이 나타났다. 툴 페스큐 단파구, 툴 페스큐 위주 혼파 조합구 및 리드 카나리그라스구는 지속적으로 높은 생산성을 유지하였으며 통계적으로도 유의성이 인정되었다. 생산성이 높은 처리구에서 20톤이 넘는 건물생산성을 보였다. 이는 수분상태가 양호하고 토양이 비옥한 논토양에 의해 높은 생산성이 초래된 것으로 판단된다. 1번초의 수량이 이탈리아인 라이그라스 답리작 수준에 이르는데, 상번초인 툴 페스큐의 생산성이 이탈리아인 라이그라스에 크게 뒤지지

Table 1. The plant height of grass and legume (cm)

Treatment	1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut
Control (Tall fescue Mix)	100.3	91.2	90.8	72.7
Tall fescue (Fawn)	95.0	64.8	84.3	65.9
Perennial ryegrass (Reveile)	64.1	46.5	47.4	43.1
Tall fescue Mix	89.4	68.2	83.4	69.6
Italian ryegrass (Ace)	—	—	—	—
Red clover (Kenland)	71.5	69.9	55.6	35.7
Reed canarygrass (Venture)	75.3	79.0	93.0	71.3

※ Tall fescue Mix : Tall fescue (Fawn), Orchardgrass (Amba), Perennial ryegrass (Reveile), Kentucky bluegrass (Kenblue), White clover (Regal).

Table 2. Dry matter yield of grass and legume (ton/ha)

Treatment		1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	Total
Control (Tall fescue Mix)	'08	8.78	3.75	4.00	5.00	21.53 ^a
	'09	12.72	4.38	3.52	5.99	26.61 ^A
	Mean	10.75	4.07	3.76	5.50	24.07 ^a
Tall fescue	'08	8.07	2.22	2.80	4.09	17.18 ^b
	'09	6.61	3.48	4.06	4.31	18.46 ^B
	Mean	7.34	2.85	3.43	4.20	17.82 ^b
Perennial ryegrass	'08	6.83	2.52	0.96	2.00	12.31 ^c
	'09	5.66	1.45	—	—	7.11 ^d
	Mean	6.25	1.99	0.96	2.00	9.71 ^d
Tall fescue Mix	'08	7.85	2.73	3.53	3.98	18.09 ^b
	'09	7.55	4.91	3.67	4.22	20.35 ^{ab}
	Mean	7.70	3.82	3.60	4.10	19.22 ^{ab}
Italian ryegrass	'08	5.75	2.75	—	—	8.50 ^d
	'09	—	—	—	—	—
	Mean	2.88	1.38	—	—	4.25 ^d
Red clover	'08	7.93	4.09	3.69	5.00	20.71 ^{ab}
	'09	6.92	2.33	0.36	1.85	11.46 ^c
	Mean	7.43	3.21	2.03	3.43	16.09 ^c
Reed canarygrass	'08	5.20	—	2.73	4.73	12.66 ^c
	'09	5.56	3.16	3.92	3.73	16.37 ^{bc}
	Mean	5.38	3.16	3.33	4.23	14.52 ^{cd}

※ a~c, A~B and a~d Values with different letters are significantly different at the 5% level.

않음을 전제로 한다면 수용 가능한 범위로 판단된다. 또한 산지초지에서는 2번초 이후의 수량이 크게 감소하나 토양수분이 안정된 중산간지 논토양에서는 2번초 이후의 재생초 수량도 현저히 줄어들지 않아 높은 연중생산성을 보이는 것으로 판단된다. 중부지역의 논에서 재배한 톨 페스큐 건물생산성이 21.0톤에 이르는 보고도 있다(Ji et al., 2010, Ji et al., 2011). 본 시험은 3년간 휴경한 논으로 토양이 밭 토양에 가깝게 통기성, 배수성이 개선된 결과로 판단된다. 퇴구비 혹은 우분액비 등 다른 가축분뇨를 이용하였을 경우에도 유사한 결과를 나타내고 있다(Yoon et al., 2010, Jo et al., 2007). 이 세 처리구에서의 연간 건물수량이 14.5 ~ 19.2톤으로 이는 산지 경사초지에서 가축분뇨 시용시의 생산성 7.1 ton/ha 보다 매우 높은 결과이다(Jung et al., 2007). 이는 중산간지의 휴경답이 목초 재배에 매우 유리함을 입증하는

것이다. 생산성이 높은 다년생 목초를 이용하면 이탈리아 라이그라스에 뒤지지 않는 결과로 매년 파종 수확하는 노력을 절감하면서 이탈리아 라이그라스를 능가하는 생산성을 올릴 수 있음을 의미한다. 따라서 이러한 초종과 조합은 중산간지 휴경 논에 재배에 적합하다 할 수 있다. 레드클로버는 조성 2년차에는 수량이 매우 높아 우수한 초종으로 판단되었으나 3년차 3번초 이후에는 식생이 불량해져 건물수량이 급격히 감소하였다. 그로 인해 통계적 유의성도 연도에 따라 다르게 나타나고 있다. 그러나 조성 3년차 중반까지 높은 수량을 유지하여 보파에 의한 관리를 통해 식생유지가 가능하면 충분히 이용 가능한 초종으로 판단된다. 일본에서 극만생종으로 다년간 이용이 가능한 것으로 알려진 이탈리아 라이그라스품종 Ace는(平野 et al., 2006, 山本 et al., 2008) 국내에서 재배되고 있는 이탈리아 라이그라스와 다르지 않

은 생육특성을 나타내었다. 이는 극만생 품종에 맞는 재배관리가 필요한 것일 수도 있음을 의미한다. 페레니얼 라이그라스는 예취회수에 의한 건물수량 변이 폭이 크고 3년차에서는 예취가 불가능한 경우도 있어 휴경 논 재배에 적합하지 않은 것으로 판명되었다.

3. 목초피복도

영속성에 지대한 영향을 미치는 식생을 연차별 목초율로 나타내었으며 그 결과는 초종에 따라 차이를 나타내었다 (Table 3). 다년생 목초 가운데 툴 페스큐, 툴 페스큐위주 혼파조합 및 리드 카나리그라스구는 3년간 양호한 식생을 유지하여 우수한 영속성을 보였다. 이에 비해 페레니얼 라이그라스, 레드클로버 및 이탈리아 라이그라스는 시험 종료 시까지 양호한 식생을 유지하지 못하고 3년차부터 목초율이 급격히 낮아짐을 알 수 있다. 초종에 따라 3년차 전체

에 걸쳐 목초율이 낮은 초종이 있고, 2번초 혹은 3번초 이후부터 현저히 목초율이 떨어지는 초종이 있어 다양한 식생유지 패턴을 나타내고 있다. 레드클로버는 초종 특성상 영속성이 낮으나 조성 이듬해 식생은 매우 양호하였고, 건물생산성도 우수하였다. 페레니얼 라이그라스는 영속성이 우수한 초종이나, 하고현상 등에 의해 식생이 부실화되는 결과를 초래하였다. 두과목초로 사료가치가 높은 레드 클로버와 화본과 목초 중 사료가치와 기호성이 높은 페레니얼 라이그라스는 초지조성 후 방치하면 3년차 2번초 혹은 3번초부터 식생이 갑자기 불리하여지는 결과를 보였다. 이 초종은 산지초지에서 돈분액비를 이용할 경우 영속성이 우수한 초종이나 (Ko et al., 2003) 논토양 특성상 영속성이 저하되는 것으로 판단된다. 이러한 특성에 맞추어 3년차의 적절한 시기에 보파 등을 통해 논 초지에서도 양호한 식생유지가 가능할 것으로 판단되어 이에 대한 노력이 수행된다면

Table 3. Coverage of grass and legume (%)

Treatment		1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut
Control (Tall fescue Mix)	'08	95.0	90.6	82.0	77.5
	'09	94.6	91.2	90.4	98.3
	Mean	94.8	90.9	86.2	87.9
Tall fescue	'08	93.6	79.4	65.3	74.0
	'09	55.3	98.0	63.0	95.7
	Mean	74.5	88.7	64.2	84.9
Perennial ryegrass	'08	91.2	76.3	36.0	33.0
	'09	4.7	37.7	1.7	3.0
	Mean	48.0	57.0	18.9	18.0
Tall fescue Mix	'08	63.1	56.4	57.7	79.7
	'09	61.3	86.3	68.3	95.0
	Mean	62.2	71.4	63.0	87.4
Italian ryegrass	'08	99.1	94.6	—	—
	'09	—	—	—	—
	Mean	49.6	47.3	—	—
Red clover	'08	89.1	84.6	58.0	88.3
	'09	100	96.7	8.3	—
	Mean	94.6	90.7	33.2	44.2
Reed canarygrass	'08	74.3	84.9	92.7	79.7
	'09	95.7	97.3	89.7	91.3
	Mean	85.0	91.1	91.2	85.5

레드클로버나 페레니얼 라이그라스의 이용도 고려할 수 있을 것이다.

4. 사료가치와 소화율

사료가치와 소화율은 돈분액비구와 학비료구 간 큰 차이와 경향은 발견되지 않았다. 이는 사용된 비료원의 차이에 기인하는 것이 아니라 생육단계의 차이에 기인하는 것으로 보고되고 있다(Hwang et al., 2009). 즉 화학비료 사용구는 속효성 비료의 사용으로 인해 왕성하게 생육이 진행되고 비교적 완효성인 돈분액비 사용구는 생육단계가 늦어지게 된다. 즉 생육단계가 진행된 상태에서 NDF와 ADF의 값이 높아지고 조단백질 함량과 소화율은 낮아진다(Goering and Van Soest, 1970). 초종별로는 페레니얼 라이그라스가 사료가치 및 소화율이 높

았다. 레드클로버와 페레니얼 라이그라스의 ADF, NDF 구성이 1번초와 2번초에서는 우수하나 3번초 이후에는 다른 초종과 차이가 없었다. 이는 식생이 불량해지면서 잡초의 발생이 증가한 점에 기인한다. 조단백질 함량은 당연한 결과이기는 하나 두과사료작물에서 높았다.

5. 시험 전후 토양 분석

토양분석 결과 토양 내 성분함량의 변화는 시험전과 시험 후에 큰 차이가 없었다(Table6). 이는 돈분 액비 사용량이 질소기준 100%에 맞추어져 있어 사용된 거의 모든 성분함량이 흡수 이용되었기 때문으로 판단된다. 적정하게 사용된 돈분액비의 사용은 토양 특성을 크게 바꾸지 않는 것으로 보고되고 있다(Kim et al., 2008). 유기물함량 및 인산함량은 돈분 액비 시

Table 4. ADF and NDF value of grass and legume (%)

Treatment	1st cut		2nd cut		3rd cut		4th cut	
	ADF	NDF	ADF	NDF	ADF	NDF	ADF	NDF
Control (Tall fescue Mix)	33.3	57.6	31.1	54.3	33.6	53.7	29.1	51.5
Tall fescue	34.5	61.7	34.9	58.0	25.5	63.9	26.8	47.6
Perennial ryegrass	31.4	49.7	35.5	55.4	—	—	—	—
Tall fescue Mix	33.2	54.9	32.9	50.3	27.5	68.8	27.1	44.4
Italian ryegrass	28.9	47.9	—	—	—	—	—	—
Red clover	29.2	40.7	30.2	40.2	28.8	64.7	25.6	38.6
Reed canarygrass	36.2	61.4	43.4	63.4	23.2	58.1	29.1	51.7

ADF = Acid detergent fiber, NDF = Neutral detergent fiber.

Table 5. CP and IVDMD value of content of grass and legume (%)

Treatment	1st cut		2nd cut		3rd cut		4th cut	
	CP	IVDMD	CP	IVDMD	CP	IVDMD	CP	IVDMD
Control (Tall fescue Mix)	14.2	64.7	16.1	67.6	19.5	66.5	16.6	75.4
Tall fescue	11.3	62.6	12.3	65.9	16.6	64.2	17.0	82.6
Perennial ryegrass	11.8	71.2	13.8	67.7	—	—	—	—
Tall fescue Mix	11.6	66.6	15.3	70.5	19.3	68.1	17.5	82.1
Italian ryegrass	11.8	73.6	—	—	—	—	—	—
Red clover	17.3	76.0	19.7	69.2	21.1	71.2	20.2	84.0
Reed canarygrass	13.3	63.8	13.5	65.2	13.8	66.6	14.9	73.6

CP = Crude protein, IVDMD = *In Vitro* dry matter digestibility.

Table 6. Change of soil characteristics before and after experiment

Item	pH	OM	Avail. P_2O_5	Ex. cations ($cmol^+/kg$)		
	(1:5)	(g/kg)	(mg/kg)	Ca	Mg	Na
Before the experiment	5.6	18.4	114.7	2.7	1.7	0.2
After the experiment	5.8	20.6	131.8	2.7	1.9	0.2

용에 의해 약간 높아짐을 알 수 있다(Sommerfeldt et al., 1988). 유기물함량의 증가는 돈분 액비의 고형물의 부식화에 기인하고, 인산함량의 증가는 돈분 내 인산함량이 높은 것에 기인한다.

IV. 요약

중산간지 휴경답에서 돈분액비를 이용한 다년생 목초 재배 시험을 수행하였다. 장소는 충남 금산이며 처리는 화학비료를 이용한 톨 페스큐 위주 혼파조합(대조구)과 돈분액비를 이용한 톨 페스큐(Fawn) 단파구, 페레니얼 라이그라스(Reveille) 단파구, 톨 페스큐 위주 혼파조합(톨 페스큐 16, 오차드그라스 6, 페레니얼 라이그라스 4, 켄터키블루그라스 2, 화이트클로버 2(kg/ha), 극만생 이탈리아인 라이그라스(Ace), 레드클로버(Kenland) 단파구 및 리드 카나리그라스(Venture) 단파구를 두었다. 건물수량 및 목초율은 톨 페스큐 단파구, 톨 페스큐 위주 혼파구, 리드 카나리그라스가 우수하여 이 초종과 혼파 조합이 중산간지 휴경답에서 돈분액비를 이용하여 초지를 조성 이용할 경우 유리한 것으로 판명되었다. 또한 이 처리구의 ha당 건물생산성은 14.5톤 이상으로 중산간지 휴경답이 목초 재배에 매우 유리함을 입증하고 있다. 또한 다년생 목초의 도입으로 매년 경운 파종이 반복되는 번거로움을 생략할 수 있는 유리함도 있다. 또한 사료가치와 기호성이 높은 레드클로버나 페레니얼 라이그라스는 영속성이 낮으나 보파 등 관리방법의 개선을 통해 이용이 가능할 수 있을 것이다. 이와 같이 중산간지 휴경답에 적합한 초종이나 혼파조합을 이용하면 생력적으로 사료가치와 기호성이 높

은 양질목초의 고위 생산성을 달성할 수 있음이 입증되었다.

V. 인용문헌

- Ankom. Technology Corporation. 1998. Method for determining acid detergent fiber, neutral detergent fiber and crude fiber, using the Ankom fiber analyser. Ankom Technology Corporation, 14 Turk Hill Park, Fairport New York 14450, USA.
- AOAC. 1999. Official methods of analysis (16th ed.). Association & Official Analysis Chemists, Washington DC.
- Goering H.K and Van Soest. P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agic. Handbook 379. U.S. Gov. Print. Office Washington DC.
- Ji, H.C., Lee, S.H., Yoon, S.H., Lee, K.W. and Lim, Y.C. 2010 Selection of Pasture Species at Paddy Field in the Middle Region of Korea. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 30(2):103-108.
- Ji, H.C., Kwon, O.D., Kim, W.H., Lim, Y.C., Cho, J.H. and Lee, K.W. 2011 Selection of Pasture Species at Paddy Field in Southern Region of Korea. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 31(2):113-118.
- Jo, I.H. 2007 The Effect of Application of Cattle Slurry on Dry Matter Yield and Feed Values of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) in Uncultivated Rice Paddy. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 27(1): 9-20.
- Ju, J.I., Lee, H.B., Han, O.K., Song, T.H. and Ji, H.C. 2011 Growth Characters and Yield of Wheat Species Depend on Soil Fertility in Paddy Field. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 31(4):345-352.

- Jun, H.K., Park, H.S., Park, N.G., Jeong, H.Y., Ko, M.S., Kim, M.C., Song, S.T. and Kim, D.W. 2009. Effect of Cattle Manure Application on Mineral Contents of Grazing Pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29(1):37-42.
- Jung Min Woong, Ki Choon Choi, Chang Yoon, Won Ho Kim and Wan Bang Yook. 2007 Effects of Cattle Slurry Application According to the Slopes on Forage Yield and Nutrient Runoff in Mixed Grassland. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 27(1):21-28.
- Kim, M.C., Song, J.Y., Hwang, K.J., Song, S.T., Hyun, C.H. and Kang, T.H. 2008 The Effects of Application of Liquid Swine Manure on Productivity of Rye and Subsequent Soil Quality. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28(2):81-88.
- Kim, W.H., Shin, J.S., Lim, Y.C., Seo, S., Kim, K.Y. and Lee, J.K. 2005. Study on the Promising Double Cropping System of Summer and Winter Forage Crop in Paddy Field. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 25(4):233-238.
- Ko, S.B., Park, N.G. Hwang, K.J., Lee, C.E. and Kang, S.Y. 2003. Effects of Pig Slurry Application on Body Weight Gain of Grazing Hanwoo Heifer and Forage Yields in a Grass-Legume Mixed Pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 23(4): 255-264.
- Park, J.G., Kim, J.D. and Kwon, C.H. 2006 Effect of Liquid Manure Source, Application Rate and Time on Agronomic Characteristics and Forage Yield of Winter Rye. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 26(4):227-232.
- Shin, J.S., Jeon, J.G., Lee, S.B., Kim, W.H., Yoon, S.H., Lee, J.K., Kim, J.G., Jung, M.W., Seo, S. and Lim, Y.C. 2008 Effect of Drainage Culvert Spacing on Forage Crops Production in Poorly Drained Paddy Field Converted to Upland Crop Cultivation. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28(4):301-306.
- Sommerfeldt, T.G., Chang, C. and Entz, T. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen and decrease carbon to nitrogen ratio. *Soil Sci. Soc. Am J.* 52:1667-1672.
- Yoon, S.H., Lim, Y.C., Kim, J.G. and Jeong, E.S. 2006 The Study on the Application Level of Swine Slurry in Grassland Pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 26(2):63-68.
- Yoon, S.H., Ji, H.C., Lee, S.H., Chol, E.M. and Jeong, M.W. 2010 Study on Dry Matter Yields and Persistence of Forage Plants Using Cattle Feedlot Manure in Fallow Paddy Land Located in the Mid-mountain Area. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30(4): 317-324.
- 平野清, 中西雄二, 小路敦. 2006. 有機畜産へ向けた草地管理利用技術の開発Ⅳ. 冬季イタリアンライグラス (エ-ス) 放牧草地の生産性 *日本草地學會誌 (52 別 2)*:24-25.
- 山本嘉人, 北川美弥, 平野清, 的場和弘, 梅村恭子. 2008. 周年放牧に向けた冬季草地の造成管理利用技術の開発 2. ライムギとイタリアンライグラス単播草地の生産量と利用率. *日本草地學會誌54(別)*:96-97.

(Received October 8, 2012/Accepted November 14, 2012)