

Research Article

차광정도가 임간초지 혼파초지의 식생 및 목초생산성에 미치는 영향

김원호, 김현섭, 박형수, 정종성, 최기춘*
국립축산과학원

Effect of Shading Degrees on Yields and Nutritive Values of Forage in Forest-Grassland

Won Ho Kim, Hyun Seup Kim, Hyung-Su Park, Jeong Sung Jung and Ki-Choon Choi*

Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Republic of Korea.

ABSTRACT

The present study was carried out to explore the potential effect of shading degrees on yields and nutritive values of forage in forest-grassland. This experiment was conducted this study under different natural shading at National Institute of Animal Science, Cheonan province in Korea, for 2 years (from 2015 to 2016). This experiment was consisted of four different shading degrees, such as full sunlight (control, 10% below), 25% of shading, 35% of shading, 50% of shading. Pasture species used in this study were orchardgrass 'Kodiwin', perenial ryegrass 'Linn', tall fescue 'Purumi', kentucky bluegrass 'Kenblue', and white clover 'Ladino'. Botanical composition of orchardgrass was higher than that of perenial ryegrass, tall fescue and kentucky bluegrass. Dry matter (DM) yields of forage decreased as increasing shading degrees. DM yields of forage significantly decreased as increasing shading degrees and lots of cutting times under increasing shading degrees decreased DM yields of forage. The content of crude protein increased as increasing shading degrees and the contents of acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), the activity of total digestible nutrient (TDN) and *in-vitro* digestibility (IVD), and relative feed value (RFV) were similar in control and different shading. This study suggests that orchardgrass is major component for forest-grassland and establishment of orchardgrass can be improved by increasing shading degrees.

(Key words : Forage, Forest-Grassland, Shading degree, Botanical compositionn)

I. 서론

최근 국제곡물가격과 수입조사료 가격이 상승함에 따라 축산농가 그리고 산·학·연·정의 관심과 노력으로 조사료 재배 면적은 크게 증가하고 있으며 특히 유향 산지를 초지로 조성해 양질의 조사료 확보하기 위한 노력이 진행되고 있는 실정이다(Lee et al., 1999; Park et al., 1998; Huh and Leung, 1997; Chun and Kim, 1990; Lee, 1983).

과거 우리나라 산지 초지 면적은 1980년대에 9만 5천ha 정도였으나 현재 3만 8천ha로 급격하게 초지 이용 면적이 감소되었는데 이는 높은 농후사료에 대한 의존도와 초지에 대한 부정적 인식 등에 의한 것으로 알려져 있다. 그러나 산지초지를 활용한 축산은 가축사육에 필요한 생산비를 낮추고 배설물을 다시 초지에 환원하는 순환농업이 가능하고 초지 방목으로 가축의 건강은 물론 동물복지 그리고 안전축산물 생산

까지 실현할 수 있는 장점이 있기 때문에 산지초지 활성화 측면에서도 그 필요성이 매우 크게 인정되고 있다. 현재의 축산업은 가축의 밀집사육, 다량의 가축분뇨 발생, 우량 농경지의 잠식 그리고 구제역과 같은 질병 발생 등에 대응하기 위한 새로운 축산업의 패러다임을 요구받고 있는 실정이다.

우리나라는 산이 전국토의 64%를 차지하기 때문에 가축의 풀 사료와 임목을 동시에 생산할 수 있는 임간초지를 조성하여 활용하는 것이 유리하다고 많은 연구자들은 보고하였다(Kim and Sung, 2009; Seo et al., 1990; Seo et al., 1989). 그러나 임간초지에서 목초의 생산성을 유지 또는 높이기 위해서는 광량이 중요한데 광량에 대한 목초의 생육차이는 초종과 품종에 따라 차이가 있기 때문에 초종이나 품종에 따른 광량의 차이를 고려하여야 하며, 이를 위해서는 임간초지 조성지에서 자연광량은 적어도 50% 이상은 되어야 적합하다고 보고되고 있다(Seo et al., 1990; Han et al., 1985; Stritzke et al.,

* Corresponding author : Ki Choon Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea,
Tel: +82-41-580-6752, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: choiwh@korea.kr

1976). 그리고 목초는 차광정도에 따라 건물생산성, 분얼 수 등이 현저하게 차이를 보이기 때문에 임간초지에서 차광에 관련된 연구는 매우 중요하다(Savin R. and Slafer, 1991; Mitchell and Coles, 1955).

궁극적으로 산지초지를 이용한 조사료 생산기반 확대 그리고 친환경 축산실현을 위해 초지이용 기술 개발, 특히 가축과 산림을 효율적이면서 경제적으로 이용하기 위하여 임간초지 형태의 산지초지 조성기술 개발이 시급한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 오차드그라스 위주의 혼파 임간초지 조성지에서 차광정도에 따른 혼파목초의 생산성을 유지하기 위한 기초자료를 얻기 위해서 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 차광 정도별 오차드그라스 위주의 혼파조합에서 식생비율 및 목초생산성을 파악하기 위하여 충남 천안 소재 국립축산과학원 축산자원개발부 임간초지내의 영년혼파초지 시험포에서 2014년 4월부터 2016년 10월까지 2개년에 걸쳐 수행하였으며, 공시토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

시험설계는 소나무 위주의 목본류에 의한 자연차광 조건하에서 차광정도를 달리하여 관행구(10%이하), 25% 이하, 35% 이하 및 50% 이하로 하였고 공시작물로서 톨페스큐(푸르미),

오차드그라스(Potomac) 페레니얼라이그라스(Linn), 켄터키블루그라스(Kenblue), 화이트클로버(Ladino)를 이용하였다. 그리고 목초의 파종량은 ha당 오차드그라스 17.5kg, 톨페스큐 7.5kg, 페레니얼라이그라스 3kg, 켄터키블루그라스 3kg, 화이트클로버 2kg를 각각 2014년 9월 5일에 파종하였다. 시험구의 배치는 난괴법 3반복으로 하였으며 각 시험구의 면적은 12m(3m×4m)씩으로 하였다. 초지내 시비량과 시비방법은 Table 2 및 Table 3과 같다. 초지내 목초의 생육상태를 시기별로 조사하였으며 또한 목초의 생산성 조사를 위한 목초의 예취횟수는 년간 4회씩으로 관행에 의하여 적기에 수확 후 생초량을 측정하였고 그중 일부를 채취 칭량후 80℃ 건조기에서 48시간 건조 후 건물생산량을 산출하였다. 이때 목초의 수확은 각각 1차는 2015년 5월 4일 및, 2016년 5월 2일, 2차는 2015년 6월 29일 및 2016년 6월20일, 3차는 2015년 8월 17일 및 2016년 8월 24일, 4차는 2015년 10월 12일, 2016. 10월 10일에 하였으며 건물생산량은 시험구 전량을 수확하여 환산하여 제시하였다.

목초의 사료가치를 파악하기 위하여 건조된 시료는 20 mesh의 wiley mill로 분쇄하여 조단백질(Crude protein, CP)은 AOAC법(1990)에 의해 분석하였고, Neutral detergent fiber (NDF) 및 Acid detergent fiber (ADF) 함량은 Goering 및 Van soest법(1970)으로 그리고, 가소화영양소 총량(total digestible nutrients, TDN)은 산출하였다(Choi et al., 2015).

Table 1. Chemical characteristics of the soil used in this experiment

pH (1:5H ₂ O)	TN ¹⁾ (%)	OM ²⁾ (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable Cations(cmol ⁺ /kg)				CEC ³⁾ (cmol ⁺ /kg)
				K	Ca	Mg	Na	
4.65	0.35	74.25	15.39	0.31	2.02	1.06	0.10	16.52

¹⁾TN: total nitrogen, ²⁾OM: organic matter, ³⁾CEC: cation exchange capacity

Table 2. Application levels and times of chemical fertilizer in this experiment

Items	Year	Date	Applied Chemical Fertilizer (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O, kg/ha)
Chemical fertilizer for creating forest-grassland	2014	Sept.	80 - 200 - 70 (100% Full application)
1st harvest & Fertilization	2015	May 4.	32 - 80 - 28
	2016	May 2.	
2nd harvest & Fertilization	2015	June 29.	24 - 60 - 21
	2016	June 20.	
3rd harvest & Fertilization	2015	Aug. 17.	24 - 60 - 21
	2016	Aug. 24.	
4th harvest & Fertilization	2015	Oct. 12.	24 - 60 - 21
	2016	Oct. 10.	

본 연구를 통해 얻어진 실험결과는 Windows 용 SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver 12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 최소유의성을 검정 P -value가 0.05로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식생변화

임간초지에서 오차드그라스 위주 혼파초지 조성지에서 차광정도에 따른 혼파목초의 식생변화에 대한 결과는 Table 3과 같다.

초지조성 1년차의 경우, 예취가 진행될수록 오차드그라스의 식생비율은 증가되었으나 톨페스큐, 페레니얼라이그라스 그리고 켄터키블루그라스는 감소하였다. 잡초는 1차 예취 후에는 줄어드는 경향을 보였다.

초지조성 2년차의 경우, 예취가 진행될수록 오차드그라스와 톨페스큐는 비슷한 식생비율을 보였으나 페레니얼라이그라스 그리고 켄터키블루그라스는 감소하였다. 1년차의 경우와 비슷한 경향을 보였다. 1차 년도 보다 2차 년도에서 오차드그라스 식생은 현저하게 증가하였으나 톨페스큐, 페레니얼라이그라스 그리고 켄터키블루그라스는 2차년도에서 감소하는 추세를 보였다.

초지조성 1년차의 경우 차광정도가 높을수록 오차드그라스는 감소하는 경향을 보였으나 톨페스큐, 페레니얼라이그라스 그리고 켄터키블루그라스는 증가하였다.

초지조성 2년차의 경우 1차 년도와 같이 차광정도가 높을수록 오차드그라스, 페레니얼라이그라스 그리고 켄터키블루그라스는 약간 감소하는 경향을 보였으나 톨페스큐는 증가하였다. 잡초는 1차 년도와는 달리 비슷한 수준을 보였다.

모든 혼파초지에서 차광정도에 관계없이 1차 년도 및 2차 년도 모두 오차드그라스의 식생비율이 가장 높은 경향을 보였으며 켄터키블루그라스, 톨페스큐 그리고 페레니얼라이그라스의 순으로 나타났다. 그리고 차광정도가 많을수록 오차드그라스의 식생비율은 감소하였으나 톨페스큐는 증가하였다. 또한 1차 년도에서 페레니얼라이그라스 그리고 켄터키블루그라스는 증가하였으나 2차 년도에서는 감소하였다. 식생비율측면에서도 1차년도에 비해 2차년도에서 오차드그라스는 약 20~25% 증가하였으나 톨페스큐, 페레니얼라이그라스 그리고 켄터키블루그라스는 약 4~12% 정도 감소하였다.

Kim and Sung (2009)는 혼파초지에서 차광정도와 관계없이 오차드그라스가 우점되고 또한 페레니얼라이그라스는 모

든 차광조건에서 평균 20%의 식생을 보였다고 보고하였는데 본 연구에서도 오차드그라스 식생의 결과는 유사한 경향을 보였다. 그러나 페레니얼라이그라스는 1년차에서는 약 12%, 2년차에서는 0.3%정도를 보였는데 이는 오차드그라스의 생육이 왕성하여 음지에서 페레니얼라이그라스의 생육이 활발하지 못한 것이기 때문인 것으로 사료된다. 본 연구에서 차광정도가 높고 예취빈도가 많아지면 혼파목초의 식생은 현저하게 감소되었다.

많은 연구자들은 임간초지 조성 시 가장 주의를 기울여야 할 것은 임목의 그늘에 의한 하층식물의 생육저하라고 하였는데 임간초지에서 안정된 식생을 유지하기 위한 자연광량은 보통 40-50%라고 알려져 있다(Stritzke et al., 1976; Han et al., 1985).

Seo et al. (1990)은 차광정도가 45-50%되는 초지에서 목초의 생육은 차이가 있다고 하였으며 또한 계절에 따라 차이가 커서 여름철과 가을철로 갈수록 식생은 불량하다고 보고하였는데 본 연구에서도 비슷한 결과를 보였다.

이처럼 오차드그라스는 다른 화분과 목초에 비하여 차광조건에서 강한 생장을 보이기 때문에 차광정도가 높은 임간초지 조성지에 가장 적합한 초종이다. 또한 예취횟수를 조절함으로써 톨페스큐, 켄터키블루그라스 및 페레니얼라이그라스의 식생비율을 높일 수 있을 것으로 보여지기 때문에 차광정도에 따라 예취빈도 및 예취시기를 조절함으로써 초지의 수명을 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다. 또한 임간초지의 경우 목초예취관리 및 방목이용 관련 시험에서는 계절별 초지 식생 관리에 많은 주의가 필요할 것으로 생각된다.

2. 목초생산성

임간초지에서 오차드그라스 위주 혼파초지에서 차광정도에 따른 혼파목초의 식생변화에 대한 결과는 Table 4와 같다. 초지조성 1년차 및 2차 년도 모두 예취가 진행될수록 목초의 건물 수량은 감소하였으며 차광정도가 높을수록 수량감소가 나타났으나 감소 폭은 적었다. 그러나 예취횟수 및 차광정도에 따른 통계적인 차이는 인정되지 않았다. 그리고 초지조성 1년차의 목초 건물수량은 2차년에 비해 약 20%정도 많았다. 임간초지에서 1차년도 오차드그라스 위주 혼파조합에서는 차광정도가 35%이상에서도 안정적으로 목초가 생육하는 것을 확인하였다($p < 0.05$). 이는 오차드그라스는 어느 정도 음지인 곳에서 생육이 왕성하기 때문인 것으로 보여 진다. 그러나 2차년도에서는 차광정도에 따라 큰 차이는 보이지 않았다.

Table 3. Botanical composition under various shading degrees at each harvest date in forest-grassland

Cutting times	Shading degree (%)	Year	Botanical composition (%)						
			ORG ¹⁾	TF ²⁾	PRG ³⁾	KBG ⁴⁾	WC ⁵⁾	Weed	
1st	< 10%	2015	28.0	0.0	20.7	23.3	0.0	27.9	
		2016	89.7	2.0	0.3	4.2	0.0	3.8	
		Mean	58.9	1.0	10.5	32.7	0.0	15.7	
	25	2015	39.7	0.0	33.7	26.5	0.0	0.0	
		2016	82.2	1.8	0.5	6.2	0.0	9.0	
		Mean	61.0	0.9	17.1	16.4	0.0	4.5	
	35	2015	25.5	0.0	38.6	33.1	0.0	2.6	
		2016	78.9	10.4	0.2	7.8	0.0	2.4	
		Mean	52.2	5.2	19.4	20.5	0.0	2.5	
	50	2015	26.9	0.0	40.4	31.5	0.0	1.1	
		2016	81.9	6.9	0.0	6.4	0.0	4.6	
		Mean	54.4	3.5	20.2	19.0	0.0	2.9	
	2nd	< 10%	2015	61.2	21.4	11.6	5.7	0.0	1.1
			2016	93.8	3.6	0.0	2.5	0.0	0.0
			Mean	77.5	12.5	5.8	4.1	0.0	0.6
25		2015	66.7	13.1	11.1	8.4	0.2	0.5	
		2016	91.4	2.1	1.2	5.0	0.0	0.0	
		Mean	79.1	7.6	6.2	6.7	0.1	0.3	
35		2015	48.3	25.0	14.7	11.3	0.0	0.7	
		2016	83.8	10.1	2.7	3.3	0.0	0.0	
		Mean	66.1	17.6	8.7	7.3	0.0	0.4	
50		2015	53.8	19.9	16.3	9.6	0.0	0.4	
		2016	77.9	14.9	0.0	7.1	0.0	0.0	
		Mean	65.9	17.4	8.2	8.4	0.0	0.2	
3rd		< 10%	2015	85.5	9.0	0.9	4.0	0.0	0.6
			2016	98.2	0.7	0.0	1.0	0.0	0.0
			Mean	91.9	4.9	0.5	2.5	0.0	0.3
	25	2015	86.2	6.9	2.6	4.3	0.0	0.0	
		2016	98.3	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	
		Mean	92.3	3.5	1.3	3.0	0.0	0.0	
	35	2015	65.0	17.1	3.6	12.6	0.0	1.7	
		2016	93.3	5.1	0.0	1.5	0.0	0.0	
		Mean	79.2	11.1	1.8	7.1	0.0	0.9	
	50	2015	77.1	11.6	3.2	7.1	0.0	1.0	
		2016	96.2	2.6	0.0	1.0	0.0	0.0	
		Mean	86.7	7.1	1.6	4.1	0.0	0.5	
	4th	< 10%	2015	91.6	3.5	0.0	4.8	0.0	0.0
			2016	97.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
			Mean	94.3	3.2	0.0	2.4	0.0	0.0
25		2015	90.8	2.2	0.0	7.0	0.0	0.0	
		2016	94.3	1.1	0.0	4.5	0.0	0.0	
		Mean	92.6	1.7	0.0	5.8	0.0	0.0	
35		2015	91.0	5.0	0.0	4.0	0.0	0.0	
		2016	86.1	11.5	0.0	2.3	0.0	0.0	
		Mean	88.6	8.3	0.0	3.2	0.0	0.0	
50		2015	81.3	13.3	0.0	5.4	0.0	0.0	
		2016	82.0	13.8	0.0	4.0	0.0	0.0	
		Mean	81.7	13.6	0.0	4.7	0.0	0.0	

¹⁾ORG: orchardgrass, ²⁾TF: tall fescue, ³⁾PRG: perennial ryegrass, ⁴⁾KBG: kentucky bluegrass, ⁵⁾WC: white clover

Table 4. Dry matter yields under various shading degrees at each harvest date in forest-grassland. for 2 years

Shading degree (%)	Year	Dry matter yield (kg/ha)				
		1st	2nd	3rd	4th	Total
< 10%	2015	2,147	2,075	1,264	1,249	6,735 ^{ab}
	2016	2,009	1,814	831	756	5,410
	Mean	2,078	1,945	1,048	1,003	6,073
25	2015	2,129	1,615	1,305	1,035	6,084 ^{bc}
	2016	2,090	1,182	904	667	4,843
	Mean	2,110	1,399	1,105	851	5,464
35	2015	2,492	2,178	1,537	1,133	7,340 ^a
	2016	2,022	1,535	1,196	790	5,543
	Mean	2,257	1,857	1,367	962	6,442
50	2015	1,952	1,648	1,098	799	5,497 ^c
	2016	2,024	1,150	1,259	659	5,092
	Mean	1,988	1,399	1,179	729	5,295

^{a,b} Means with different letters within a column are significantly different at the 5% level.

Seo et al. (1990)은 차광정도와 계절에 따라 목초 생산성은 차이가 있다고 하였으며 본 연구에서도 비슷한 경향을 보였다. 특히 차광정도가 높은 상태에서 예취횟수가 많아지면 목초생산성은 현저하게 감소하는 경향을 보였다. 또한 Seo et al. (1990)은 여름철과 가을철로 갈수록 목초 생육과 생산성이 차이가 있다고 하면서 임간초지에서는 비음도에 따라 목초의 생산성이 차이를 보이기 때문에 질소시비수준도 비음도에 따라 결정해야 한다고 제시하였다.

3. 사료가치

임간초지에서 오차드그라스 위주 혼파초지 조성지에서 차광정도에 따른 혼파목초의 사료가치에 대한 결과는 Table 5와 같다.

모든 예취시기에서 차광정도가 높을수록 조단백질 함량이 증가하였으나 통계적인 차이는 인정되지 않았다. 차광정도별로 ADF 및 NDF 함량차이는 보이지 않았으며 소화율과 가소화영양소 총량도 차이를 보이지 않았다. 또한 상대적 사료가치도 차광정도에 따라 큰 차이는 보이지 않았다.

Park et al.(1988)은 차광정도가 높을수록 단백질 함량은 증가하였는데, 이는 차광정도가 높을수록 흡수한 질소가 아미노산이나 단백질로 합성 되어야 하는데 그러지 못하고 질산태질소 형태로 축적되기 때문인 것으로 보고하였는데 본 연구 결과도 유사한 조단백질 함량 변화를 보였다. 그리고 차광정도가 높아질수록 섬유소 함량은 낮아진다고 보고(Park et al., 1988) 하였으나 본 연구에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 많은 연구자들은 목초의 품질을 고려한 한계광량은 자연광량의 55-60%정도라고 보고하고 있다(Lee and Yoon, 1985;

Park, 1988; Seo et al., 1989). 따라서 여러 차광조건하에서 예취빈도 및 예취시기에 따른 사료가치 변화에 대한 다각적인 연구가 진행되어야 할 것으로 보여 진다.

IV. 적 요

본 연구는 임간초지에서 차광정도에 따른 목초의 식생변화 및 생산성을 조사하기 위해서 수행되었다. 본 시험구는 충남 천안 소재 국립축산과학원 축산자원개발부 천연 임간초지 시험포에서 2014년 4월부터 2016년 8월까지 3개년에 걸쳐 수행하였다. 시험구는 차광정도를 달리하여 관행구(10%이하), 25%이하, 35% 이하 및 50% 이하로 하였으며 공시작물로서 툴페스큐(Furumi), 오차드그라스(Kodiwin), 페레니얼라이그라스(Linn), 켄터키블루그라스(Kenblue), 화이트클로버(Ladino)를 이용하였다.

본 시험의 임간초지 식생구성은 오차드그라스가 가장 높았고 페레니얼라이그라스, 켄터키블루그라스, 툴페스큐 순으로 높았다. 혼파초지에서 차광정도가 높을수록 목초의 건물수량은 감소되었으며 차광정도가 높은 상태에서 예취횟수가 많아지면 목초생산성은 현저하게 감소하는 경향을 보였다. 차광정도가 높을수록 목초의 조단백질 함량이 증가하는 경향을 보였으나 통계적인 차이는 보이지 않았다 그리고 ADF 및 NDF 함량, 가소화영양소 총량 그리고 소화율에서도 차이를 보이지 않았다. 또한 상대적 사료가치도 차광정도에 따라 큰 차이는 보이지 않았다. 따라서 오차드그라스는 임간초지에서 매우 중요한 목초이며 특히 차광정도가 심할수록 오차드그라스의 효과는 높을 것이라 생각한다.

Table 5. Nutritive values under various shading degrees at each harvest date in forest-grassland

Cutting times	Shading degree (%)	CP ¹⁾ (%)	ADF ²⁾ (%)	NDF ³⁾ (%)	TDN ⁴⁾ (%)	IVDMD ⁵⁾ (%)	RFV ⁶⁾
1st	< 10%	17.0	33.4	53.7	62.5	-	79.7
	20%	15.0	35.6	59.6	60.7	-	67.4
	35%	16.8	33.5	57.8	62.4	-	67.8
	50%	22.5	33.1	56.5	62.7	-	76.4
	Mean	17.8	33.9	56.9	62.0	-	72.8
2nd	< 10%	20.8	33.8	61.1	62.1	76.3	69.2
	20%	18.2	33.7	62.3	62.2	74.6	68.1
	35%	19.6	35.0	62.5	62.2	74.8	65.4
	50%	19.2	33.9	60.8	61.2	75.7	69.4
	Mean	19.4	34.1	61.6	61.9	75.3	68.0
3rd	< 10%	19.4	35.4	61.7	60.9	75.1	65.5
	20%	19.9	34.4	60.2	61.7	76.2	69.1
	35%	19.8	34.2	61.4	61.7	75.2	69.1
	50%	22.0	34.7	61.1	61.8	77.2	68.1
	Mean	20.2	34.67	61.1	61.5	75.93	67.9
4th	< 10%	22.1	32.0	55.4	63.6	78.9	80.2
	20%	18.6	30.2	53.8	65.0	78.9	86.6
	35%	20.8	32.7	55.9	63.0	78.4	78.0
	50%	20.4	29.6	53.0	65.5	78.5	89.3
	Mean	20.4	31.1	54.5	64.2	78.6	83.5

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

⁵⁾IVDMD: in vitro dry matter digestibility, ⁶⁾RFV: Relative feed value

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(산림 율폐도별 적정 혼파조합 선발 및 초지조성 기술 개발, PJ01018602)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th. Washington, DC.
- Choi, K.C., Ilavenil, S., Valan Arasu, M., Park, H.S. and Kim, W.H. 2015. Effect of addition of lactic acid bacteria on fermentation quality of rye silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35:277-282.
- Chun, W.B. and Kim, K.H. 1990. Effects of slope exposure and altitude on productivity of orchardgrass in mountain pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 10:137-140.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Han, Y.C., Park, M.S., Seo, S., Kim, J.G., Lee, J.Y. and Kim, D.A. 1985. Studies on the grassland development in the forest. I. Botanical composition and yield of grass-clover mixtures grown under pine trees. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 5:37-44.
- Huh, S.N. and Leung, D. 1997. Studies on the improvement and management of hill pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 17:329-344.
- Lee, J.S., Lee, S.Y. and Cho, I.H. 1999. The estimation of optimal nitrogen and lime application levels on the growth control of sheep sorrel(*Rumex acetocella* L.) in Mountainous Pastures. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 19:363-372.
- Lee, I.D. 1983. Studies on the improvement of mountainous pasture I. Effect of the various litters on germination, establishment, and herbage production of oversown grasses. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 4:35-40.
- Lee, I.D. and Yoon, I.S. 1985. Studies on the improvement and utilization of pasture in the forest. I. The effect of shading degree and fertilization levels on early seedling growth and dry matter yield of forest pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 8:162-166.
- Kim, B.W. and Seong, K.I. 2009. Effect of shading degree on grass production, forage quality and botanical composition of grass-clover mixture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29:245-252.
- Mitchell, K.J. and Coles, S.T.J. 1955. Effects of defoliation and shading

- on short rotation ryegrass. *New Zealand Journal of Science Technology*. 37A:586-604.
- Park, G.J., Choi, G.J. and Lee, P.S. 1998. Effect of NPK-application and utilization on the productivity of dry matter and nutrient of forages in hilly pasture *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 18:251-258.
- Park, M.S., Seo, S., Han, Y.C. and Lee, J.K. 1988. Studies on the grassland development in the forest. VIII. Effect of shading degrees on the grass quality, digestibility and nitrate nitrogen concentration of main grasses. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 8:85-91.
- Seo, S., Han, Y.C. and Park, M.S. 1989. Studies on the grassland management in late-autumn and early-spring IV. Effect of application levels of NPK fertilizer in late-autumn on winter survival, early spring growth and yield of grasses. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 9:82-87.
- Savin, R. and Slafer, G.A. 1991 Shading effects on the yield of an Argentinian wheat cultivar. *Journal of Agricultural Science*. 116:1-7.
- Seo, S., Lee, J.K., Han, Y.C. and Lee, M.Y. 1990. Studies on the grassland development in the forest. XI. Effect of nitrogen fertilization on grass growth, yield and botanical composition by growing season and growth stage in pasture under shade condition. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 10:89-95
- Stritzke, J.F., Croy, L.I. and McMurphy, W.E. 1976. Effect of shade and fertility on $\text{NO}_3\text{-N}$ accumulation, carbohydrate content and dry matter production of tall fescue. *Agronomy Journal*. 60:387-389.
- (Received : May 08, 2017 | Revised : November 10, 2017 | Accepted : November 11, 2017)