

Research Article

중부 및 남부지역에서 초지환경과 관리기술의 차이가 초지의 생산성에 미치는 영향

최기준¹, 정종성¹, 최기춘¹, 황태영², 김지혜¹, 김원호¹, 이은자¹, 성경일³, 이기원^{*}
¹국립축산과학원, ²농촌진흥청 기술협력국, ³강원대학교

Impact of Different Environmental Conditions and Management Techniques on Productivity of Grassland in Central and Southern Area of Korea

Gi Jun Choi¹, Jeong Sung Jung¹, Ki Choon Choi¹, Tae Young Hwang², Ji Hye Kim¹,
Won Ho Kim¹, Eun Ja Lee¹, Kyung Il Sung³ and Ki-Won Lee^{1*}

¹National Institute of Animal Science, RDA, Pyeongchang-gun, 25340, Korea

²Rural Development Administration, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54875, Korea

³Dept. of Animal Life Science, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea

ABSTRACT

This experiment was carried out to study the effects of different environmental conditions and cultivation techniques on productivity of grasslands in central and southern area of Korea on 2017 and 2018. Average dry matter yield of grasslands at 10 actual production sites was 7,496 kg/ha. that was ranged from 4,652 to 13,292 kg/ha with least significant difference(LSD) of 1,577kg/ha between grasslands ($p<0.05$) on 2017. Average dry matter yield of grasslands at 10 actual production sites was 7,914 kg/ha. that was ranged from 3,927 to 12,372 kg/ha with LSD of 1,577kg/ha between grasslands($p<0.05$) on 2018. Dry matter(DM) yield of grasslands have positive correlation with soil fertility ($p<0.01$) but not correlated with rainfall and air temperature among cultivation environments. And also DM yield of grasslands have positive correlation with grassland management techniques($p<0.01$). These results suggest that practices of grassland management techniques and improvement of soil fertility are more important than cultivation environments by climate change for increasing the DM yield of grassland in central and southern area of Korea.

(Key words: Grassland, Cultivation environment, Cultivation technique)

I. 서론

우리나라 초지조성에 주로 이용되는 오차드그라스나 톨 페스 큐 등의 목초들은 우리나라의 봄과 가을과 같은 서늘한 기후에서 생육을 잘 하는 북방형 목초이다(Kim, 1991). 점차 심해지고 있는 지구온난화는 우리나라 초지의 생산성에 부정적 영향을 미치는 기후환경으로 변화시키고 있다. 최근 5년간의 기후변화는 매우 심각하여 전체 지구 평균기온이 이전 5년('11년~'15년)보다 0.2℃ 상승했다(WMO, 2019). 특히 우리나라의 최근 5년간 평균 기온이 13.3℃로서 이전('11년~'15년)보다 0.3℃나 상승하여 전체 지구 평균기온보다 0.1℃ 높은 것으로 나타났다. 이와 같이 최근 기후변화에 의한 지속적인 기온의 상승은 북방형 목초의 생육에 더욱 불리하게 작용할 수 있을 것으로 예측된다. 이러한 기후변화에 대응하여 초지식생 불량과 생산성 저하를 예방하기 위

해서는 지금까지 연구 개발된 여러 가지 많은 기술이 초지현장에서 실천되도록 하는 것이 매우 중요하다. 우리나라의 기후 및 토양환경조건에서 많은 연구자들은 초지의 식생 개선과 생산성 향상을 위해 다양한 연구결과들이 보고되고 있다. 최근 기후변화에 대응한 초지조성을 위한 파종량 조절(Jung et al., 2018) 및 파종시기 이동 연구(Jung et al., 2019), 초지 식생개선과 생산성 향상을 위한 시비량 및 시비방법 연구(Lee et al. 2004; Ryoo and Jacob, 1998; Yun et al., 1990; Hwang et al., 2007; Park et al., 1994; Park et al., 1996; Park et al., 1998; Seo et al., 1989), 방목개시 시기 및 방목 강도 조절 연구(Seo et al., 1996) 그리고 불량한 초지식생 개선을 위한 보파기술 연구(Park, 1991; Jung et al., 2016; Kim et al., 2018) 등 많은 연구결과가 보고되었다. Yan et al.(2019)은 초지의 식생개선과 식생파괴에 미치는 초지관리 인력의 역할은 기후변화의 역할보다 크고, 초지 생산성에 미치는 초지관리 인력

*Corresponding author: Ki-Won Lee, National Institute of Animal Science, Cheonan 31000, Korea. Tel: +82-41-580-6757, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: kiwon@korea.kr

Choi et al.: Productivity changes of grassland

의 역할은 기후변화에 의한 초지의 부정적 영향을 크게 상쇄할 수 있다고 하였다. 이와 같이 지구온난화의 나쁜 영향으로 초지에 대한 부정적 영향을 최소화 하고 영속적인 초지식생과 건물 생산성이 유지되도록 관리 및 이용기술의 현장적용과 실천은 기후변화로 인한 초지의 피해를 줄일 수 있는 하나의 방안이라 할 수 있다. 그러나 우리나라 초지현장에서는 초지관리에 필요한 인력과 노력이 부족한 것이 현실이고, 지속되는 기후온난화에 따른 초지의 생산성 저하를 방지하려는 축산농가에게 많은 어려움이 예상되고 있다.

본 연구에서는 우리나라 중부 및 남부지역을 대상으로 주어진 기후 및 토양 환경조건에서 초지관리기술의 현장실천 정도가 초지 생산성 변화에 미치는 영향을 평가하고, 초지에 미치는 환경요인 및 초지관리에 적용된 기술과 초지 생산성 간의 상관관계를 분석함으로써 우리나라 기후조건에서 초지의 생산성에 가장 많은 영향을 미치는 핵심기술을 파악하기 위한 기초자료를 확보하기 위해 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 2017년부터 2018년까지 우리나라 중부 및 남부지역인 충남(천안), 경북(김천), 대구(칠곡), 충북(제천), 충남(금산), 전남(구례), 경남(사천) 및 경기(연천) 지역에서 기 조성된 혼파초지를 관리 이용하고 있는 8개 지역 농가현장을 방문하여 초지 조성 및 관리와 이용기술의 적용 현황에 대한 설문조사를 실시하고 생육하고 있는 혼파초지의 생육특성 및 수량성을 조사하였다.

초지의 식생과 생산성 변화에 영향을 미치는 중요한 재배환경인 지역별 평균온도와 강수량 조사는 농촌진흥청 기상정보서비스 홈페이지를 이용하여 지역별 초지현장과 가장 가까운 지점의 기상자료를 이용하였다. 지역별 초지토양의 화학적 특성은 농촌진흥청 토양화학분석법(RDA, 1988)에 준하여 분석하였다.

혼파초지 조성 및 관리기술의 현장실천에 대한 조사는 초지 조성 기술로서 파종시기, 파종량 및 파종방법을 설문조사하였고, 초지 관리기술로서 시비량과 보파 실시여부를 설문조사하였으며, 혼파초지 이용기술로서 초지 이용방법과 초지 청소배기 실시여부를 설문조사하였다. 특히 충남 천안 지역에서는 동일 방법으로 초지를 조성하여 구획을 한 후 관리비료 시비량에 따라 천안a는 정량 시용, 천안b는 반량 시용, 천안c는 무시용으로 구분하여 초지를 관리하였다.

지역별 초지환경과 초지관리기술의 현장적용 여부에 따른 건물수량과의 상관관계를 분석하기 위하여 초지환경의 적정성과 관리기술의 적용 여부 및 정도를 점수로 환산하였다. 이때 기상 환경에 대한 점수 환산은 전체 8개 지역의 평년 평균온도와 평년

강수량을 표준으로 하였다. 즉 Table 1과 Table 2의 기상자료에서 초지의 생육기인 2월부터 11월 사이의 8개 지역 평년 평균온도(13.1℃)를 기준으로 평균온도가 13℃ 이상~14℃ 미만은 9점, 14.0℃ 이상~15.0℃ 미만은 5점, 15.0℃ 이상은 1점으로 환산하였고, 강수량은 2월부터 11월 사이의 8개 지역 평년 강수량(1,019mm)를 기준으로 해당년도의 강수량이 1,000mm 이상은 9점, 900mm 이상~1,000mm 미만은 5점, 900mm 미만은 1점으로 환산하였다. 초지토양에 대한 점수는 Table 3과 같이 조사된 지역별 초지 토양의 화학적 특성에서 pH(1점=pH 5.0이하 또는 pH 8.0 이상, 5점=pH 5.1~6.0, 9점=pH 6.1~7.9), T-N(1점=0.15% 이하, 5점=0.16~0.19%, 9점=0.2% 이상), OM(1점=20g/kg 이하, 5점=21~30g/kg, 9점=31g/kg이상), P₂O₅(1점=80mg/kg 이하, 5점=81~99mg/kg, 9점=100mg/kg 이상), CEC(1점=5cmol+/kg 이하, 5점=5.1~9.9cmol+/kg, 9점=10cmol+/kg 이상)으로 환산한 후, 이들 5개 화학적 특성에 대한 환산점수의 평균값이 7점 이상은 9점, 4~6.9점 사이는 5점, 3.9점 이하는 1점으로 산정하였다. 초지 조성 및 관리기술의 현장적용 점수는 초지 조성 및 관리 이용기술(MAFRA, 2003)과 비교하여 기술의 현장적용 정도에 따라 적정은 9점, 보통은 5점, 미흡은 1점으로 환산하였다. 혼파초지별 초지식생 변화는 생산성 조사 직전에 대상초지 중 약 1,000㎡ 면적 전체를 목초와 잡초의 분포비율을 조사하였다. 혼파초지의 생산성 조사를 위해 혼파초지별 생육의 중간지점에 1㎡ 철재 방형틀을 미리 설치하였다. 혼파초지의 건물수량은 철재 방형틀이 설치되었던 1㎡ 면적을 3반복 수확하여 생초수량을 조사하고 생초시료 300g 정도를 취하여 65℃ 환풍건조기에서 4일 이상 건조 후 무게를 조사하여 건물물을 산출한 후 생초수량에 건물물을 환산하여 계산하였다.

식물체의 조단백질 함량은 AOAC법(1990)으로 분석하였고, acid detergent fiber (ADF)와 neutral detergent fiber (NDF)는 Goering 및 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. 통계분석은 SAS package program(ver. 9.2)으로 변수들 간의 상관관계를 분석하고자 피어슨 상관계수(Pearson's correlation coefficient)를 이용하였다(SAS, 2002).

III. 결과 및 고찰

1. 평균기온 및 강수량

우리나라 중부 및 남부지역에서 2017년과 2018년의 2월에서 11월 사이의 지역별 평균기온은 Table 1과 같이 8개 지역의 평년 평균기온은 13.1℃이고 당년 평균기온은 13.2℃로서 평년보다 0.1℃ 높았다. 지역별로는 남부지역인 칠곡, 구례, 사천지역이 제천 등 중부지역보다 평균기온이 약 2.5℃ 높아 서늘한 기후를 중

Table 1. Average atmospheric temperature(°C) of regions near grassland farm in central and southern area of Korea on 2017 and 2018

Regions	Years	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Average	
2017	Cheonan	Current	-0.8	4.8	12.4	18.1	21.9	26.4	24.9	19.5	13.7	4.5	14.5
		Normal	-1.9	5.9	11.9	17.9	22.1	26.6	26.0	19.5	12.4	5.5	14.6
	Kimcheon	Current	0.3	5.5	13.4	18.1	21.5	25.2	24.0	18.8	13.7	5.4	14.6
		Normal	-0.8	5.1	11.5	17.5	21.8	25.0	24.7	19.1	12.2	5.7	14.2
	Chilgok	Current	2.2	7.1	14.7	20.0	23.3	27.0	25.9	20.4	15.4	6.6	16.3
		Normal	1.5	7.8	14.2	19.1	22.8	27.0	26.7	20.8	15.1	8.2	16.3
	Jecheon	Current	-1.4	4.3	12.4	17.6	20.9	24.7	23.5	18.3	13.4	3.6	13.7
		Normal	-1.4	4.3	10.9	16.9	21.2	24.0	24.2	18.8	12.2	5.1	13.6
	Keumsan	Current	0.3	5.1	12.9	17.4	21.8	26.2	24.8	19.1	13.6	4.5	14.6
		Normal	0.0	5.2	11.4	17.7	22.4	25.5	25.4	19.7	12.8	6.1	14.6
	Gurye	Current	2.5	6.9	14.4	19.0	22.7	27.6	26.5	20.9	15.5	7.1	16.3
		Normal	1.8	7.1	13.2	18.6	22.7	26.3	26.4	21.0	14.6	8.5	16.0
	Sacheon	Current	3.2	7.5	15.0	18.9	22.1	27.3	26.7	21.1	16.3	7.8	16.6
		Normal	3.0	8.4	13.7	18.9	22.2	26.3	26.7	21.5	15.8	9.1	16.6
	Yeoncheon	Current	-2.5	3.9	12.3	17.3	21.4	26.0	24.3	19.2	12.9	2.6	13.7
		Normal	-2.4	3.8	10.3	16.5	21.2	24.2	24.8	19.3	12.3	4.6	13.5
	Average	Current	0.4	5.0	11.8	16.0	19.3	23.2	22.1	17.3	12.6	4.6	13.2
		Normal	0.1	5.3	10.7	15.7	19.3	22.5	22.5	17.6	11.9	5.9	13.1
2018	Cheonan	Current	-3.0	7.0	11.5	17.7	22.3	26.7	27.3	19.6	11.2	6.4	14.7
		Normal	-1.9	5.9	11.9	17.9	22.1	26.6	26.0	19.5	12.4	5.5	14.6
	Kimcheon	Current	-2.8	6.4	11.7	17.3	21.2	26.4	25.6	19.0	10.4	4.6	14.0
		Normal	-0.8	5.1	11.5	17.5	21.8	25.0	24.7	19.1	12.2	5.7	14.2
	Chilgok	Current	0.3	8.3	13.9	18.5	22.8	27.5	27.3	20.3	13.1	7.7	16.0
		Normal	1.5	7.8	14.2	19.1	22.8	27.0	26.7	20.8	15.1	8.2	16.3
	Jecheon	Current	-3.3	6.2	11.6	16.4	21.3	25.7	26.0	21.1	10.0	5.2	14.0
		Normal	-1.4	4.3	10.9	16.9	21.2	24.0	24.2	18.8	12.2	5.1	13.6
	Keumsan	Current	-2.2	6.9	12.1	17.8	22.1	26.7	26.9	19.7	11.3	6.0	14.7
		Normal	0.0	5.2	11.4	17.7	22.4	25.5	25.4	19.7	12.8	6.1	14.6
	Gurye	Current	0.7	9.2	14.2	19.0	23.4	28.1	27.8	21.0	13.4	7.9	16.5
		Normal	1.8	7.1	13.2	18.6	22.7	26.3	26.4	21.0	14.6	8.5	16.0
	Sacheon	Current	1.6	8.4	13.7	18.4	22.0	26.9	27.4	21.0	14.0	8.8	16.2
		Normal	3.0	8.4	13.7	18.9	22.2	26.3	26.7	21.5	15.8	9.1	16.6
	Yeoncheon	Current	-4.3	6.3	11.3	17.0	21.7	25.2	26.9	19.1	10.1	4.6	13.8
		Normal	-2.4	3.8	10.3	16.5	21.2	24.2	24.8	19.3	12.3	4.6	13.5
	Average	Current	-1.3	6.5	11.0	15.6	19.5	23.4	23.7	17.7	10.4	5.8	13.2
		Normal	0.1	5.3	10.7	15.7	19.3	22.5	22.5	17.6	11.9	5.9	13.1

Table 2. Precipitation(mm) of regions near grassland farm in central and southern area of Korea on 2017 and 2018

Regions	Years	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Sum of Feb. to Nov.	
2017	Cheonan	Current	24	49	85	87	15	90	116	97	71	30	664
		Normal	41	75	103	106	87	155	160	115	147	121	1,110
	Kimcheon	Current	45	31	65	21	61	273	204	106	48	17	871
		Normal	27	58	80	51	85	239	254	111	77	42	1,024
	Chilgok	Current	27	27	61	21	112	151	173	93	49	1	715
		Normal	20	58	97	64	74	153	182	162	92	25	927
	Jecheon	Current	29	22	71	15	69	477	261	44	25	32	1,045
		Normal	32	47	77	74	73	256	208	93	67	52	979
	Keumsan	Current	48	27	58	24	66	273	223	89	31	12	851
		Normal	27	47	80	65	90	277	230	92	61	42	1,011
	Gurye	Current	47	37	56	28	38	118	194	75	122	1	716
		Normal	30	83	109	76	121	269	296	125	100	66	1,275
	Sacheon	Current	39	36	73	38	42	64	212	118	81	0	703
		Normal	46	104	146	117	132	171	288	236	131	55	1,426
	Yeoncheon	Current	10	9	71	27	68	381	304	20	11	38	939
		Normal	26	33	94	114	129	453	293	115	105	60	1,422
	Average	Current	28	26	59	30	51	194	185	67	49	14	704
		Normal	28	56	88	77	88	217	207	117	88	53	1,019
2018	Cheonan	Current	65	104	100	176	171	258	305	100	203	162	1,644
		Normal	41	75	103	106	87	155	160	115	147	121	1,110
	Kimcheon	Current	22	97	112	89	56	38	309	101	124	18	1,157
		Normal	27	58	80	51	85	239	254	111	77	42	1,024
	Chilgok	Current	21	111	87	98	108	144	265	105	135	16	1,090
		Normal	20	58	97	64	74	153	182	162	92	25	927
	Jecheon	Current	29	73	130	177	144	172	385	179	104	69	1,462
		Normal	32	47	77	74	73	256	208	93	67	52	979
	Keumsan	Current	24	85	122	93	90	147	352	115	95	43	1,166
		Normal	27	47	80	65	90	277	230	92	61	42	1,011
	Gurye	Current	21	134	144	89	158	125	569	115	108	32	1,495
		Normal	30	83	109	76	121	269	296	125	100	66	1,275
	Sacheon	Current	43	208	129	143	143	159	409	251	267	255	2,007
		Normal	46	104	146	117	132	171	288	236	131	55	1,426
	Yeoncheon	Current	18	35	119	228	192	192	451	53	72	45	1,405
		Normal	26	33	94	114	129	453	293	115	105	60	1,422
	Average	Current	28	94	104	126	126	150	342	115	123	78	1,284
		Normal	28	56	88	77	88	217	207	117	88	53	1,019

아하는 북방형 목초의 생육에는 남부지역이 다소 불리한 조건으로 나타났다. 강수량은 Table 2에서와 같이 2월에서 11월 사이의 평년 강수량은 1,019mm이었으나 2017년은 704mm로서 평년보다 315mm 적어 다소 불리한 가뭄조건이었고, 2018년은 1,284mm로서 평년보다 265mm 많은 강수량을 나타내었다.

2. 토양의 화학적 특성

우리나라 중부 및 남부지역의 혼파초지별 토양의 화학적 특성은 Table 3과 같다. 혼파초지의 토양 pH는 칠곡과 금산지역을 제외하고는 모두 pH 5.9 이하로 산도가 낮았다. 초지의 유기물함량은 칠곡의 약 2% 제외하고는 모두 3.1% 이상으로 양호하였다. 그러나 초지의 유효인산 함량은 김천, 금산, 구례 및 연천 지역은 약

60ppm 이하로 매우 부족하였고 칠곡, 제천, 사천지역은 100ppm 이상으로 양호한 것으로 나타났다.

3. 초지 관리기술의 현장적용

우리나라 중부 및 남부지역의 혼파초지별 초지조성, 관리 및 이용기술의 현장적용 현황은 Table 4와 같다. 현재 표준기술로 제시되고 있는 초지조성 및 관리 이용기술(MAFRA, 2003)과 비교하였을 때, 초지조성 시기는 8월 15일에서 9월 15일까지 지역에 따라 차이가 있었으나, 대부분 그 지역의 초지조성 적기에 이루어진 것으로 나타났다. 파종량은 대부분 30~35 kg/ha으로 적정한 것으로 나타났다. 파종은 줄뿌림으로 파종한 천안지역의 초지를 제외하고는 모든 초지의 경사가 심하여 흩어 뿌림으로 초지

Table 3. Chemical characteristics of experimental grassland soil in central and southern area of Korea on 2017

Regions	pH (1:5 H ₂ O)	T-N* (%)	OM** (g/kg)	Avail. P ₂ O ₅ (mg/kg)	CEC*** (cmol+/kg)
Cheonan	5.22	0.16	30.9	148.7	11.1
Kimcheon	5.90	0.12	38.3	45.1	6.3
Chilgok	6.34	0.10	19.8	203.9	8.3
Jecheon	5.05	0.39	77.0	216.9	12.5
Keumsan	6.17	0.12	27.5	24.5	11.6
Gurye	5.34	0.21	40.3	59.2	12.3
Sacheon	5.39	0.21	34.3	272.1	13.2
Yeoncheon	5.30	0.40	76.7	33.5	16.9
Regional average	5.59	0.21	43.1	125.5	11.5

*T-N: Total nitrogen, **OM: Organic matter, ***CEC: Cation exchange capacity

Table 4. Pasture establishment, management and utilization techniques applied for forage production of grassland in central and southern area of Korea on 2017 and 2018

Regions	Establishment			Management		Utilization
	Seeding date	Seeding amount (kg/ha)	Seeding method	Fertilizing	Re-seeding (O, ×)	Using method
Cheonan(a)	13 Sep.	30	Drill	Enough	×	Cutting
Cheonan(b)	13 Sep.	30	Drill	Medium	×	Cutting
Cheonan(c)	13 Sep.	30	Drill	Lack	×	Cutting
Kimcheon	10 Sep.	35	Scatter	Medium	○	Grazing
Chilgok	30 Aug.	35	Scatter	Medium	○	Grazing
Jecheon	15 Aug.	35	Scatter	Medium	○	Grazing
Keumsan	15 Sep.	35	Scatter	Lack	×	Grazing
Gurye	15 Sep.	35	Scatter	Lack	×	Grazing
Sacheon	15 Sep.	35	Scatter	Lack	×	Grazing
Yeoncheon	20 Aug.	35	Scatter	Lack	×	Grazing

가 조성되었다. 초지관리기술에 있어서 관리비료는 천안a 지역의 초지는 충분히 사용되었으나, 천안b, 김천, 칠곡 및 제천지역의 초지는 보통 정도로 사용되고, 금산 등 나머지 5개 지역의 초지는 관리비료 사용량이 매우 부족한 것으로 나타났다. 초지관리에 있어 또 하나의 중요한 기술인 보파는 김천, 칠곡 및 제천을 제외하고는 전혀 이루어지지 않은 것으로 나타났다. 초지의 이용방법은 대부분 경사가 심하고 기계작업이 곤란하여 한우나 젖소의 방목으로 이용되고 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 우리나라 초지의 대부분은 현재 표준기술로 제시되고 있는 초지조성 및 관리 이용기술(MAFRA, 2003)과 비교하였을 때, 충분한 시비관리가

되지 않고 있을 뿐만 아니라 초지보파기술도 거의 적용되지 않는 것으로 나타났다.

4. 재배환경 및 재배기술의 점수화

우리나라 중부 및 남부지역에서 혼파초지의 재배환경과 초지 관리기술을 현장에 적용한 정도에 따른 초지 생산성 간의 상관관계를 분석하기 위하여 재배환경과 관리기술의 현장적용 현황을 점수로 환산한 결과는 Table 5와 같다. 초지환경에서 대상 초지별 토양비옥도 점수는 천안, 제천 및 사천지역은 양호하였으나, 나머지 5개 지역의 초지는 중간 정도를 나타내었다. 지역별 강수량은

Table 5. Conversion scores of cultivation environments and techniques applied for forage production of grassland in central and southern area of Korea on 2017 and 2018

Division	Regions	Score of cultivation environment (1~9)*				Score of cultivation technique (1~9)**				Total score
		Soil fertility	Rain fall	Mean temp.	Sub-total	Establi-shm ent.	Mana-gem ent	Utiliza-tion	Sub-total	
2017	Cheonan(a)	9	1	5	15	9	9	5	23	38
	Cheonan(b)	9	1	5	15	9	5	5	19	34
	Cheonan(c)	9	1	5	15	9	1	5	15	30
	Kimcheon	5	1	5	11	9	5	5	19	30
	Chilgok	5	1	1	7	9	5	5	19	26
	Jecheon	9	9	9	27	9	5	5	19	46
	Keumsan	5	1	5	11	9	1	5	15	26
	Gurye	5	1	1	7	9	1	5	15	22
	Sacheon	9	1	1	11	9	1	5	15	26
	Yeoncheon	5	5	9	19	9	1	5	15	34
Average		7	2	5	14	9	3	5	17	31
2018	Cheonan(a)	9	9	5	23	9	9	5	23	46
	Cheonan(b)	9	9	5	23	9	5	5	19	42
	Cheonan(c)	9	9	5	23	9	1	5	15	38
	Kimcheon	5	9	5	19	9	5	5	19	38
	Chilgok	5	9	1	15	9	5	5	19	34
	Jecheon	9	9	5	23	9	5	5	19	42
	Keumsan	5	9	5	19	9	1	5	15	34
	Gurye	5	9	1	15	9	1	5	15	30
	Sacheon	9	9	1	19	9	1	5	15	34
	Yeoncheon	5	9	9	23	9	1	5	15	38
Average		7	9	4	20	9	3	5	17	38

* Soil fertility score: 1= below 3.9, 5= 4~6.9, 9= over 7 in average score of soil point conversion

- Soil point conversion: pH(1= below 5.0 or over 8.0, 5= 5.1~6.0, 9 =6.1~7.9), T-N(1= below 0.15, 5= 0.16~0.19, 9= over 0.2), OM(1= below 20, 5= 21~30, 9= over 31), P₂O₅(1= below 80, 5= 81~99, 9= over 100, CEC(1= below 5, 5= 5.1~9.9, 9= over 10)

* Mean temperature of Feb. to Nov.: 1= over 15°C, 5= 14°C~below 15°C, 9= below 14°C

* Rainfall of Feb. to Nov.: 1= below 900mm, 5= over 900mm~below 1000mm, 9= over 1000mm

** (1~9): Scores(1=lack, 5=medium, 9=good) of cultivation techniques were converted by field-applied degrees of standard cultivation techniques in grassland farms

2017년에는 제천지역 1,024mm를 제외하고는 대부분의 지역에서 8개 지역의 평년 평균 강수량(1,019mm)보다 148~335mm 적은 천안, 김천, 칠곡, 금산 및 구례지역은 강수량이 부족하여 1점으로 환산되었고 연천지역은 80mm 적어 5점으로 환산되었다. 그러나 2018년에는 8개 모든 지역에서 강수량이 평년 평균 강수량(1,019mm)보다 평균 265mm 많은 충분한 수분조건이기 때문에 9점으로 환산되었다. 이와 같이 강수량은 년차 간에 상이한 차이를 나타내었다. 지역별 평균온도는 8개 지역 평년 평균온도(13.1℃)보다 2℃ 이상 높아 서늘한 기후를 좋아하는 북방형 목초의 생육특성을 고려하여 칠곡, 구례 및 사천지역의 기온점수는 1점으로 낮게 환산되었고, 평년 평년온도보다 1℃ 정도 높은 지역은 5점, 비슷하거나 1℃ 미만 높은 지역은 9점으로 환산되었다. 이와 같이 지역별 재배환경 중에서 강수량은 년차 간 변화가 심하였으나, 평균온도는 년차 간 변이가 크지 않았고, 8개 지역 중에서 칠곡, 구례, 사천지역은 기온이 높아 재배환경 점수가 낮게 환산되었다. 지역별 혼파초지 조성 및 관리 이용에 적용된 기술은 지역 간 차이를 구분하기 어려웠다. 10개의 초지재배지 중에서 초지관리비료 사용량이 부족하고 초지식생개선을 위한 보파도 하지 않는 천안c, 금산, 구례, 사천 및 연천지역의 초지관리기술 적용 점수가 1점으로 낮게 환산되었고, 천안b, 김천, 칠곡 및 제천지역은 5점, 천안a 지역은 9점으로 환산되었다. 이와 같이 현재 표준 기술인 초지조성 및 관리 이용기술(MAFRA, 2003)과 비교하였을 때, 우리나라에서 초지관리기술의 현장적용은 아직 부족한 실정인 것으로 나타났다.

5. 초지식생

우리나라 중부 및 남부지역에서 2017년 1차 수확부터 2018년 3차 마지막 수확까지 지역별 초지환경과 관리기술의 적용에 따른 혼파초지의 식생변화는 Table 6과 같다. 2017년 1차 수확할 때 금산, 구례, 사천 및 연천 지역의 초지는 잡초가 30~50% 차지하여 초지식생이 불량한 편이었고 천안, 김천, 칠곡 및 제천 지역의 초지는 잡초비율이 1~5% 수준으로 초지식생이 양호하였다. 그러나 2018년 3차 수확 할 때 지역별 초지식생은 관리비료 사용 및 초지보파 등 관리방법에 따라 변화가 나타났다. 관리비료 사용량을 정량의 중간 정도로 사용하고 매년 초지보파를 실시했던 김천, 칠곡 및 제천지역의 초지식생은 매우 안정적으로 유지되었으며, 관리비료를 매우 적게 사용하고 초지보파를 하지 않았던 금산, 구례, 사천 및 연천지역의 초지식생도 연차 간 큰 변화가 없이 유지되었다. 그러나 초지의 경사가 거의 없는 평지에 위치한 천안지역 초지에서는 관리비료 시비량이 많을수록 잡초의 비율이 점차 증가하는 양상을 보였는데, 초지관리 비료의 정량(MAFRA, 2003)을 사용했던 천안a 지역 초지는 반량 및 70% 감량으로 사용했던 천안b 지역의 잡초비율 45%와 천안c 지역의 잡초비율 35%보다 높은 55%의 잡초비율을 나타내었다. 이와 같이 초지의 식생변화는 토양 및 기후환경은 물론 관리비료 시비량 등 여러 가지 요인의 영향을 받으며(Park et al., 1994; Ryoo and Jacob, 1998), 특히 질소 시비량 증가는 미미하지만 잡초의 발생을 증가시키는 경향이 있다는 보고(Yun et al., 1990)와 같은 경향이다. 초지관리에 있어서 초지식생의 복원과 부실화에 미치는

Table 6. Change of botanical composition at grasslands managed for forage production in central and southern area of Korea on 2017 and 2018

Regions	Botanical composition (%)											
	2017						2018					
	1 st cut		2 nd cut		3 rd cut		1 st cut		2 nd cut		3 rd cut	
	G*	W*	G	W	G	W	G	W	G	W	G	W
Cheonan(a)	95	5	80	20	50	50	90	10	50	50	45	55
Cheonan(b)	95	5	70	30	60	40	80	20	55	45	55	45
Cheonan(c)	95	5	90	10	75	25	80	20	60	40	65	35
Kimcheon	90	10	98	2	100	0	95	5	100	0	99	1
Chilgok	99	1	99	1	99	1	100	0	100	0	99	1
Jecheon	95	5	100	0	100	0	90	10	99	1	95	5
Keumsan	70	30	90	10	80	20	80	20	50	50	60	40
Gurye	60	40	45	55	45	55	60	40	65	45	50	50
Sacheon	50	50	50	50	52	48	50	50	45	55	70	30
Yeoncheon	70	25	80	20	100	0	95	5	70	30	74	26
Average	82	18	80	20	76	24	82	18	69	32	71	29

*G= grass, W=weed

초지관리 인력의 역할은 기후변화의 영향보다 크다고 보고하였다(Yan et al., 2019). 이와 같이 심화하는 기후변화 대응에 있어 초지관리기술의 현장실천의 중요성이 점차 증대하는 것으로 사료된다.

6. 생산성 및 사료가치

우리나라 중부 및 남부지역에서 10개소 초지의 생산성은 Table 7과 같다. 2017년 10개소 초지의 평균 건물수량은 7,492 kg/ha이었으며 초지별로 4,652~13,292 kg/ha 범위로서 차이가 많았고, 초지별 최소유의차는 1,577 kg/ha이었다($p<0.05$). 2018년 10개소 초지의 평균 건물수량은 7,914 kg/ha이었으며 초지별로 3,927~12,372 kg/ha 범위로서 차이가 많았고, 초지별 최소유의차는 1,464 kg/ha이었다($p<0.05$). 초지의 생산성은 기상 및 토양환경은 물론 시비, 관수 등 초지관리 인력의 역할에 의해 많은

영향을 받는 것으로 보고되고 있다(Yan et al., 2019; Geruo et al., 2020; Zeeman et al., 2019). 본 연구에서는 2017년과 2018년 사이에 온도는 비슷하였으나 강수량에 많은 차이가 있었다. 초지 생육기간인 2월부터 11월까지의 강수량이 평년에 비해 315mm나 적었던 2017년의 평균 건물수량은 강수량이 충분했던 2018년보다 422kg/ha 정도 낮았으나 가뭄피해를 고려하면 예상했던 것 보다는 수량의 차이가 적었던 것으로 나타났다. 초지관리에 있어 시비관리는 초지의 생산성 변화에 크게 영향을 미치고, 특히 질소의 영향이 큰 것으로 보고되고 있다(Seo et al., 1989; Yun et al., 1990; Park et al., 1998; Lee et al., 2004). 그러나 초지를 조성하고 5년차 초지 생산성은 1년차 초지보다 30% 정도의 수량 감소가 있다는 보고(Han et al., 1994)와 같이 본 연구에 사용된 초지는 초지조성 후 2년차인 천안지역을 제외한 나머지 지역의 초지는 조성 후 5년 이상 된 기성초지였기 때문에 건물 생산

Table 7. Dry matter yield of grasslands managed for forage production in central and southern area of Korea on 2017 and 2018

Division	Regions	Dry matter yield (kg/ha)			
		1 st cut	2 nd cut	3 rd cut	Total
2017	Cheonan(a)	7,569 ^a	3,459 ^a	2,264 ^c	13,292 ^a
	Cheonan(b)	5,484 ^b	1,784 ^{bc}	1,930 ^{cd}	9,198 ^b
	Cheonan(c)	4,790 ^b	2,299 ^b	1,552 ^d	8,640 ^b
	Kimcheon	1,984 ^c	1,316 ^{cd}	2,023 ^c	5,323 ^{de}
	Chilgok	1,961 ^c	1,119 ^{cd}	1,878 ^{cd}	4,958 ^{de}
	Jecheon	2,355 ^c	2,430 ^b	2,896 ^b	7,680 ^{bc}
	Keumsan	2,894 ^c	1,710 ^{bc}	1,719 ^{cd}	6,323 ^{cd}
	Gurye	2,385 ^c	2,104 ^b	1,751 ^{cd}	6,239 ^{cd}
	Sacheon	2,927 ^c	804 ^d	4,883 ^a	8,614 ^b
	Yeoncheon	2,589 ^c	1,246 ^{cd}	817 ^e	4,652 ^c
Average		3,494	1,827	2,171	7,492
2018	Cheonan(a)	5,154 ^b	2,276 ^a	4,943 ^a	12,372 ^a
	Cheonan(b)	3,999 ^{bc}	1,730 ^{abc}	4,991 ^a	10,719 ^b
	Cheonan(c)	4,139 ^{bc}	2,006 ^a	4,726 ^a	10,871 ^b
	Kimcheon	2,321 ^{de}	1,123 ^c	1,590 ^{bc}	5,034 ^{ef}
	Chilgok	7,830 ^a	1,752 ^{ab}	2,160 ^b	11,742 ^{ab}
	Jecheon	4,438 ^b	1,262 ^{bc}	1,534 ^{bc}	7,234 ^c
	Keumsan	4,243 ^{bc}	1,218 ^{bc}	1,080 ^c	6,541 ^{cd}
	Gurye	2,798 ^d	1,230 ^{bc}	1,413 ^{bc}	5,440 ^{de}
	Sacheon	1,471 ^e	1,246 ^{bc}	1,210 ^c	3,927 ^f
	Yeoncheon	3,089 ^{cd}	1,177 ^{bc}	996 ^c	5,263 ^{def}
Average		3,948	1,502	2,464	7,914

^{a-f} means in the same column with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

성이 대체로 낮은 것으로 사료된다. 특히 초지관리가 많이 부족한 금산, 구례, 사천 및 연천의 초지 생산성이 더 낮은 것은 낮은 토양 pH와 낮은 유효인산함량 등 토양환경의 영향이 큰 것으로 판단되며 이러한 결과는 초지관리 부실로 인한 토양비옥도 저하, 초지잡초 발생, 생산성 저하로 나타난다(Lee, 1997)는 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

우리나라 중부 및 남부지역의 10개소 초지의 1차 생육 수확기의 사료가치는 Table 8과 같다. 2017년 10개소의 평균 ADF 함량은 37.9%, NDF 함량은 61.2%, CP 함량은 9.2%, TDN 함량은 58.9%로서 사료가치는 일반적인 양질 건초수준이었다. 특히 초지별 목초의 CP 함량은 5.8~12.1% 범위였다. 2018년 10개소의 평균 ADF 함량은 37.7%, NDF 함량은 61.6%, CP 함량은 8.7%, TDN 함량은 59.1%로서 2017년과 비슷하였다. 특히 초지별 목초의 CP 함량은 7.1~13.1% 범위였다. 이러한 결과는 초지토양의 비옥도, 초지시비관리에 따른 초지식생의 변화가 초지의 CP 함량에 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

7. 재배환경 및 재배기술과 초지 생산성 간의 상관

우리나라 중부 및 남부지역 초지의 생산성 변화요인을 분석하기 위하여 2017년과 2018년에 초지환경 및 재배기술과 건물 생산성 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 9와 같다. 재배환경에서 강수량과 평균온도는 초지 건물수량과 상관성이 없었으나, 초지 토양의 비옥도와 건물수량 간에는 고도의 상관성이 있는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 재배기술에서 시비관리 및 초지보파 등 초지관리기술의 현장적용 정도와 건물수량 간에는 고도의 상관($p < 0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 ‘더위와 가뭄은 목초의 지상부와 지하부의 건물수량을 감소시키지만, 추가적인 강우에도 가뭄의 부정적 효과를 바꾸지 못한다’는 Eze et al.(2018)의 보고와 ‘초지의 생산성에 미치는 초지관리 인력의 긍정적 기여도는 기후변화보다 적지만 기후변화로 인한 초지에 대한 부정적 효과를 크게 상쇄할 수 있다’는 Yan et al.(2019)의 보고와 같이 초지시비로 인한 초지비옥도 증진과 초지보파를 통한 초지식생 유지 등 초

Table 8. Acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF), crude protein(CP), and total digestible nutrients(TDN) of grasslands harvested in spring for forage production in central and southern area of Korea on 2017 and 2018

Division	Regions	ADF (%)	NDF (%)	CP (%)	TDN* (%)
2017	Cheonan(a)	37.7	64.9	10.3	59.1
	Cheonan(b)	42.4	64.2	9.8	55.4
	Cheonan(c)	42.0	62.1	7.8	55.7
	Kimcheon	34.2	59.8	11.7	61.9
	Chilgok	39.7	59.0	10.6	57.6
	Jecheon	32.0	59.6	12.1	63.6
	Keumsan	37.9	63.6	5.8	59.0
	Gurye	37.9	63.8	6.7	58.9
	Sacheon	42.4	59.2	9.4	55.4
	Yeoncheon	33.1	56.2	7.7	62.8
Average		37.9	61.2	9.2	58.9
2018	Cheonan(a)	37.9	63.3	7.1	59.0
	Cheonan(b)	39.5	63.8	8.3	57.7
	Cheonan(c)	39.1	64.0	6.8	58.0
	Kimcheon	38.5	61.5	8.3	58.5
	Chilgok	40.9	63.1	8.0	56.6
	Jecheon	33.3	58.2	13.1	62.6
	Keumsan	38.1	61.7	8.4	58.8
	Gurye	36.3	59.6	8.8	60.2
	Sacheon	36.9	62.1	9.5	59.7
	Yeoncheon	36.8	59.1	8.3	59.8
Average		37.7	61.6	8.7	59.1

* TDN = 88.9 - (0.79 × ADF%)

Table 9. Correlation between cultivation environment, cultivation techniques, and Dry matter yield of grasslands managed for forage production in central and southern area of Korea on 2017 and 2018

Division	Dry matter yield	Cultivation environment					Cultivation techniques				Total score	
		Soil fertil.	Rain fall	Mean temp.	Sub-total	Establish.	Manag.	Utiliz.	Sub-total			
Dry matter yield		1										
Cultivation environment	Soil fertil.	0.56**	1									
	Rain fall	0.02	0.05	1								
	Mean temp.	0.01	0.08	0.19	1							
	Sub-total	0.21	0.43	0.80**	0.63**	1						
Cultivation technique	Establish.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1					
	Manag.	0.59**	0.34	0.08	0.10	0.22	0.00	1				
	Utilization	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1			
	Sub-total	0.59**	0.34	0.08	0.10	0.22	0.00	1**	0.00	1		
Total score		0.42	0.50*	0.68**	0.56**	0.91**	0.00	0.60**	0.00	0.61**	1	

* Significant at 5% level, ** Highly significant at 1% level.

지관리기술의 현장실천이 초지 생산성 향상에 중요한 요인으로 작용하고 있는 것으로 판단된다. 따라서 심화하는 기후변화에 대응하여 우리나라 초지의 식생유지와 생산성 향상을 위해서는 그 지역의 기상 및 토양환경을 고려한 토양비옥도 증진과 초지보파 등 초지관리기술의 현장실천이 매우 중요한 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 우리나라 중부 및 남부지역에서 초지환경과 재배기술의 현장실천 정도에 따른 초지 생산성의 변화 요인을 분석하기 위하여 2017부터 2018년까지 수행되었다. 2017년 10개소 초지의 평균 건물수량은 7,492 kg/ha이었으며 초지별로는 4,652~13,292 kg/ha 범위로서 차이가 많았으며, 초지별 최소유의차는 1,577 kg/ha 이었다($p < 0.05$). 2018년 10개소 초지의 평균 건물수량은 7,914 kg/ha이었으며 초지별로는 3,927~12,372 kg/ha 범위로서 차이가 많았으며, 초지별 최소유의차는 1,464 kg/ha이었다($p < 0.05$). 재배 환경 중에서 강수량과 평균온도는 초지 건물수량과 상관성이 없었으나 초지토양의 비옥도와 건물수량 간에는 고도의 상관성이 있는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 또한 시비관리 및 초지보파 등 초지관리기술의 현장적용 정도와 건물수량 간에는 고도의 상관($p < 0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 우리나라 중부 및 남부지역에서 기후변화에 대응하여 초지의 건물수량 증가를 위해서는 초지 관리기술의 현장실천과 초지토양 비옥도 증진의 중요성을 제시하고 있다.

V. 사 사

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 지역별 초지 및 사료작물의 재배환경과 재배기술 적용에 따른 조사료 생산성 변화 현장조사 및 결과분석(중부 및 남부지방), 세부과제번호: PJ 01243202)의 지원에 의해 이루어진 것임

VI. REFERENCES

AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.). Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.

Eze, S., Palmer, S.M. and Chapman, P.J. 2018. Negative effects of climate change on upland grassland productivity and carbon fluxes are not attenuated by nitrogen status. *Science of the Total Environment*. 637-638:389-407.

Geruo, A., Velicogna, I., Zhao, M., Colliander, A. and Kimball, J.S. 2020. Satellite detection of varying seasonal water supply restrictions on grassland productivity in missouri basin, USA. *Remote Sensing of Environment*. 239:1-14.

Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Ag. Handbook*. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.

Han, I.K., Kim, D.A., Jo, M.H. and Lee, P.S. 1994. Effect of pasture ages on the dry matter yield, botanical composition and forage quality of pasture mixtures. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 14:264-270.

Hwang, K.J., Ko, S.B., Park, H.S., Park, N.G., Go, M.S., Kim, M.C. and Song, S.T. 2007. Effect of cattle manure application on forage productivity and soil characteristics of pasture. *Journal of the Korean Society of*

Grassland and Forage Science. 27:45-52.

- Jeong, J.S., Choi, K.C., Kim, W.H., Kim, H.S. and Choi, G.J. 2019. The effect of shifting seeding dates on botanical composition and productivity under the climate change in oversown mixed pasture, middle region of south Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 39:24-30.
- Jung, J.S., Kim, J.G., Kim, H.S., Park, H.S., Choi, K.C., Ji, H.J., Choi, G.J. and Oh, S.M. 2018. The effect of seeding rate of seed mixture on productivity and botanical composition in oversown hilly pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 38:30-38.
- Jung, J.S., Kim, J.G., Park, H.S., Lee, S.H., Kim, H.S., Kim, W.H., Kim, Y.J., Lee, H.W. and Choi, G.J. 2016. The effect of improvement of botanical composition technology application on botanical composition and dry matter productivity in *Rumex acetosella* dominated hilly pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 36:81-88.
- Kim, D.A. 1991. Forage crops. Sunjinmuhwasa. Seoul. pp. 91-359.
- Kim, Y.J., Song, S.T., Hwang, K.J., Kim, S.H. and Park, N.G. 2018. A study on the improvement of pasture productivity in a horse low productive pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 38:266-272.
- Lee, J.H., Lee, I.D. and Lee, H.S. 2004. Effect of N levels on dry matter yields and quality of turf type mixtures. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 24:137-144.
- Lee, S.K. 1997. Annual fresh weight yield of oversowing grassland and vegetational succession of abandoned grassland in Wonju area. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 17:257-264.
- MAFRA. 2003. Guidebook on roughage production and utilization techniques. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Park, G.J. 1991. Vegetational improvement of low productive grassland by oversowing. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 11:102-107.
- Park, G.J., Choi, G.J. and Lee, P.S. 1994. Studies on phosphate fertilizer application in grassland. IV. Effects of phosphate fertilization levels on the botanical composition and mineral content of grasses, and chemical properties of soil. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 14:223-229.
- 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, G.J., Kim, J.G., Kim, M.J. and Seo, S. 1996. Studies on residual effect of phosphate fertilization in grassland. I. Residual effect of phosphate fertilization on dry matter yield and nutrient productivity of pasture plants in mixed sward. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 16:260-266.
- RDA. 1988. Chemical analysis of soil. Rural Development Administration.
- Ryoo, J.W. and Jacob H. 1998. Influence of different fertilizer management on forage production and botanical composition. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 18:19-26.
- SAS. 2002. Statistical analysis system version 9.2. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Seo, S., Han, Y.C. and Park, M.S. 1989. Studies on 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.
- Seo, S., Shin, J.S. and Lee, J.K. 1996. Effect of grazing stage and intensity on the forage production and nutritive value in orchardgrass dominant pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 16:53-60.
- WMO. 2019. The global climate in 2015-2019. World Meteorological Organization.
- Yan, Y., Liu, X., Wen, Y. and Ou, J. 2019. Quantitative analysis of the contributions of climatic and human factor to grassland productivity in northern China. *Ecological Indicators*. 103:542-553.
- Yun, S.G., Dyckmans A. and Zimmer E. 1990. Effects of differentiated N rates on botanical composition and dry matter production of herbage in white clover(*Trifolium repens*)/grasses sward under grazing utilization. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 10:36-41.
- Zeeman, M.J., Shupe, H., Baessler, C. and Ruehr, N.K. 2019. Productivity and vegetation structure of three differently managed temperate grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 270-271:129-148.

(Received : April 29, 2020 | Revised : May 26, 2020 | Accepted : May 28, 2020)