Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 39(1): 24~30, 2019
https://doi.org/10.5333/KGFS.2019.39.1.24

ISSN 2287-5824 (Print)
ISSN 2287-5832 (Online)

Research Article

중부지역에서 기후변화에 따른 파종시기 이동이 겉뿌림 초지의 식생변화 및 생산성에 미치는 영향

정종성*, 최기춘, 김원호, 김현섭, 최기준
농촌진흥청 국립축산과학원, 천안, 31000

The Effects of Shifting Seeding Dates on Botanical Composition and Productivity under the Climate Change in Oversown Mixed Pasture, Middle Region of South Korea

Jeong Sung Jung[1*], Ki Choon Choi[1], Won Ho Kim[1], Hyeon Shup Kim[1] and Gi Jun Choi[1]
National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Cheonan, 31000, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of seeding dates on grassland productivity and botanical composition in oversown pasture located in Cheonan of South Korea. Four treatment groups were established based on the seeding dates: 18th August, 1st September, 15th September and 29th September. Evaluation of seasonal changes in botanical composition of pasture showed that the highest ratios of grass in 18th August and 1st September (pasture species 93% and weeds 7%) and the lowest in 15th September (pasture species 75% and weeds 25%). In the plant length, there is no significantly different in 5% probability level. In the total dry matter yield of grass, 18th August (13,362 kg ha^{-1}) and 1st September (13,988 kg ha^{-1}) were higher than 15th September (11,883 kg ha^{-1}) and 29th September (11,459 kg ha^{-1}). The findings of the this study suggest that seeding by early September the most desirable results for botanical composition and grassland productivity in oversown pasture, Cheonan of South Korea.

(**Key words**: Cheonan, Pasture, Seeding date, Productivity)

Ⅰ. 서 론

기후변화 보고서에 따르면 지난 100년간 지구 평균기온이 0.75℃ 상승하였으며, 21세기 말 전 세계기온은 약 2.8~4.8℃ 상승할 것으로 보고 있다. 우리나라의 경우 과거 104년 동안 2.4℃ 상승하여 전 세계 온도 증가를 상회하고 있는 것으로 나타났다(Kang, 2015, Yoon, 2018). 기후변화로 인한 홍수 및 가뭄 등의 재해는 농업 생산성과 식량 안보 등에 막대한 영향을 주기 때문에 국제사회는 기후변화 대응에 대한 연구에 막대한 비용을 투입하고 있으며 우리나라 역시 기후변화로 인한 농업의 피해 경감을 위한 다양한 연구가 추진되고 있다(Evans, 1996). 그 중에서도 기후변화에 대응하기 위한 가장 용이한 방법은 재배시기를 조정하는 방법으로 기후변화로 인한 온도 상승의 조건 속에서도 생산량을 유지하기 위한 가장 실용적이고 환경친화적인 방법으로 제시되고 있다(Kim et al., 2013).

초지조성의 성패를 좌우하는 것은 목초의 월동 전 정착상태로 산지의 경우 경사가 심하고 유효토심이 얕아 경운초지보다 목초의 정착률이 떨어진다(Kim et al., 2015). 따라서 겉뿌림 초지 조성 시 정착률을 높이기 위해서는 목초의 생육에 적합한 온도와 수분이 맞춰질 수 있는 시기에 파종하는 것이 무엇보다 중요하다(Jung et al. 2018). Shin et al. (1976)의 연구보고서에 의하면 중부지역에서 파종할 경우 오차드그라스와 톨 페스큐는 일찍(9월6일) 파종할수록 생산성이 높았다고 보고하고 있으며 일찍 파종할 경우 잡초와의 경합과 가뭄의 피해가 있을 수 있다고 하였다. Choi et al. (2003)은 오차드그라스 종자생산을 위한 파종시기 시험에서 8월 20일이 가장 적기라고 보고 하고 있으며 Kim et al. (2012)의 연구보고서에서는 오차드그라스와 톨 페스큐의 파종 한계기 설정 시험에서 한계기를 9월 하순으로 보고하였다.

하지만 목초의 파종시기 연구는 주로 혼파초지가 아닌 단일 초종을 이용하였고 경운초지 조건에서 수행되었기 때문에 중부지역의 불경운 산지초지에 적용하기에는 무리가 있다

*Correspondingauthor: Jeong Sung Jung, National Institute of Animal Science, Cheonan 31000, Korea,
Tel: +82-41-580-6748, Fax: +82-41-580-6777, E-mail: jjs3873@korea.kr

(Shin, 1976; Lee et al., 1986; Kim, 2012). 따라서 본 연구는 중부지역(천안)에서 겉뿌림 산지초지 조성 시 목초 파종시기가 초지의 연차별 식생 및 생산성에 미치는 영향을 평가하고자 수행되었다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 시험지

본 시험은 2015년 8월부터 2017년 10월까지 충청남도 천안시 소재 국립축산과학원 축산자원개발부의 구릉지 해발고도 200m에서 수행되었다. 초지 조성지의 경사면은 북향이었고, 약 10%의 경사도를 보였다. 토양은 pH 6.2로 약알칼리성 토양이었으며 유기물함량은 45.5 g kg^{-1}, 총 질소(total nitrogen)는 0.35%, 유효인산은 305.22 mg kg^{-1}, 양이온치환용량(CEC)은 14.0 comol+ kg^{-1}로 양호한 토양 이었다 (Table 1).

2. 시험 설계 및 수행

산지초지의 파종시기는 8월 18일, 9월 1일, 9월 15일, 9월 29일 4처리로 하였고, 처리별 초종 및 파종량은 Jung et al. (2018)이 제시한 겉뿌림 초지 기준으로 설정하였다 (Table 2).

시험구 크기는 6㎡(2m×3m)로 하였으며 초지조성 전 제초제 glyphosate(8L ha^{-1})와 mecoprop(6L ha^{-1})를 이용하여 선점식생을 제거한 후 잡관목 및 장애물을 제거하였다. 토양개량을 위해 고토석회를 파종 전 ha당 2톤과 초지 조성용비료(N : P_2O_5 : K_2O= 80-200-70 kg ha^{-1})를 시용하였다. 관리용 비료는 가축방목이 이루어지지 않았기 때문에 일반 초지기준인 N : P_2O_5 : K_2O= 210-150-180 kg ha^{-1}로 시용하였으며, 분시비율은 이른 봄 35%, 1차 예취 후 30%, 2차 예취 후 15%, 4차 예취 후 20%로 연 3회 시용하였다.

3. 조사항목

초지의 월동 전과 후의 생육특성은 2015년 11월과 2016년 3월 조사하였으며, 목초 정착률(%), 식생비율(%), 분얼경수(한 개체의 분얼의 개수), 생육상태(1:매우우수, 9:매우불량), 초장(cm)을 조사하였다. 정착률(%)은 30cm×30cm 사각틀을 이용하여 월동 전의 정착개체수와 월동 후 정착개체수를 비교하여 산출하였다.

목초의 생육특성은 예취시기마다 초장과 식생비율을 조사하였다. 연간 목초의 예취 횟수는 4회로 하였다. 생육특성은 RDA (Rural Development Administration, 2012) 조사분석 기준에 준하여 조사하였고 식생구성비율은 육안으로 초종을 구분하여 백분율로 하였다. 생산성 조사는 시험구 전체(6㎡)를 수확하여 Lee et al.(1997)의 방법에 따라 ha당 수량으로 환산하였으며, 건물수량은 처리별로 생초중량을 칭량하고, 65~70℃의 열풍순환 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물함량을 산출한 다음 ha 당 수량으로 환산하였다.

4. 통계분석

통계분석은 SAS package program(ver. 9.2)의 Proc ANOVA procedure으로 최소유의차 검정(Least Significant Difference Test, LSDT)을 이용하여 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 시험대상지 평균기온 및 강수량

시험 수행기간 동안 시험 대상지의 기상 및 강수량은 Fig. 1과 같다. 평균기온은 전체적으로 평년(1981-2010)보다 높았고 특히, 파종 후 생육초기인 2015년 11월부터 2016년 4월까지의 기온이 평년(1981-2010) 보다 높아 월동에 긍정적인 영향을 주었을 것으로 판단된다. 강수량은 대체적으로 평년(1981-2010)과 유사하였지만 2017년 3월부터 6월 중순까지

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment

Location	pH (1:5H_2O)	T-N[1)] (%)	OM[2)] (g kg^{-1})	Average P_2O_5 (mg kg^{-1})	CEC[3)] (cmol+ kg^{-1})	Ex. cation[4)](cmol+/kg)			
						K	Ca	Mg	Na
Cheonan	6.22	0.35	45.48	305.22	14.01	4.17	2.71	0.45	0.12

[1)] T-N: total nitrogen, [2)] OM: organic matter, [3)] CEC: Cation exchange capacity, [4)] Ex. Cation: Exchangeable cation.

Table 2. Grass mixture, varieties and its seeding rate for pasture in hilly pasture

Species	Tall fescue	Orchardgrass	Perennial ryegrass	Kenkucky bluegrass	White Clover
Varieties	Green master	Kordione	Linn	Kenblue	Ladino
Seeding rate(kg ha^{-1})	18	9	5	2	2

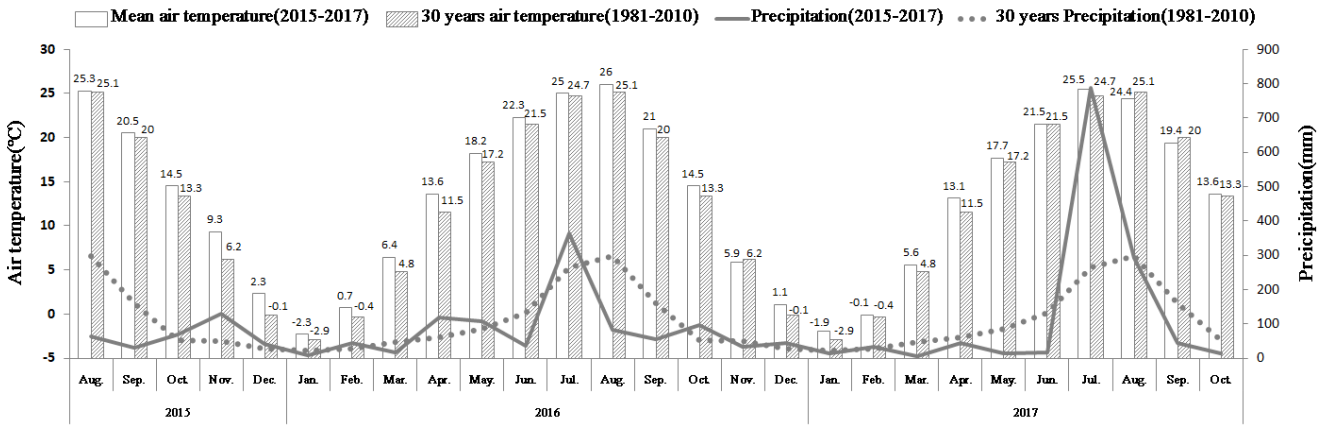


Fig. 1. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing period of Cheonan region 2015 to 2017.

극심한 가뭄이 있었고 이후 2017년 6월 중순부터 8월 하순까지 강우량이 높은 것으로 조사되었다. 이러한 2017년 기상조건으로 인하여 전체 시험구의 초지 생육이 불량해지는 결과가 나타났다 (Fig. 2).

2. 초기 목초의 생육특성 및 월동성 평가

목초 파종시기별 생육특성은 Table 3과 같다. 초지의 식생구성은 8월 18일과 9월 1일 파종에서 목초 93%, 잡초 7%로 가장 우수한 식생을 보였고, 9월 15일 파종은 목초 83%, 잡초 17%로 양호한 식생을 보였지만 9월 29일 파종은 목초 75%, 잡초 25%로 약간 저조한 식생을 보였다.

목초의 분얼 수는 8월 18일이 7.2개로 가장 높게 나타났으며, 9월 29일이 3.7개로 가장 낮게 나타났다. 이는 상대적으로 파종시기가 빠를수록 월동 전 생육기간이 길기 때문일 것으로 판단되며 9월 29일의 경우 파종 시기가 늦어 월동 전 생육기간이 짧았던 것이 분얼수가 적었던 주요 원인으로 판단된다. Kim (2012)은 오차드그라스와 톨 페스큐 파종시기가 9월 하순 이후부터 월동이 불량한 것으로 보고하였다. 월동 후 초장은 파종시기가 빠를수록 높게 나타났으며 파종시가 늦을수록 짧게 나타났다. 정착 개체수는 9월 1일과 9월 15일에서 75개(30cm×30cm)로 가장 높게 나타났으며 8월 18일에서 49개(30cm×30cm)로 가장 낮게 나타났다. 정착률은 전체적으로 87%에서 92%로 높게 나타났으며, 월동 전 분얼이 모두 3개(본/주)이상으로 월동 전 생육이 충분히 일어난 것이 정착률을 높이는 주요 원인으로 작용했을 것으로 판단된다.

3. 초지 식생변화 및 생육특성 평가

목초 파종시기에 따른 식생구성비율의 변화는 Fig. 2와 같다. 2016년 1차 예취 시 초지식생은 9월 1일 파종에서 목초 96%, 잡초 4%,로 가장 우수하게 나타났으며 9월 29일파종에서 목초 88%, 잡초 12%로 상대적으로 잡초 비율이 높아 초지식생유지에 불리하였다. 2016년 1차 예취 시기에서 초종별 식생비율은 일찍 파종할수록 톨 페스큐의 비율이 높았고 늦게 파종할수록 상대적으로 오차드그라스의 비율이 높게 나타났다. 페레니얼 라이그라스의 경우 1차와 2차에서는 어느 정도 유지가 되었으나 3차 예취시기부터 급격하게 감소하는 경향을 보였다(Kim et al., 2016). 그러나 늦게 파종한 시험구에서 2016년 켄터키블루그라스와 화이트크로버의 비율이 3차 예취시기에서 급격하게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 상대적으로 하고 및 건조에 강한 톨 페스큐가 많았던 8월 18일 파종과 9월 1일 파종에서는 피해가 없었으나 오차드그라스 비율이 높았던 원인은 9월 15일 파종과 9월 29일 파종에서 더위 및 하고에 약한 오차드그라스가 고사하면서 그 자리에 하번초인 켄터키블루그라스와 화이트크로버가 침입한 것으로 판단된다(Ji et al., 2013). 2017년 1차 예취 시기에서는 목초 비율이 87%에서 95%로 양호하게 나타났지만 2차 예취 시기부터 잡초의 비율이 50%이상으로 높아지는 것으로 나타났다. 이는 2017년 5월부터 7월까지 지속된 극심한 가뭄으로 목초가 크게 피해를 받았기 때문에 상대적으로 잡초의 비율이 높게 나타났을 것으로 판단된다(Fig. 1). 다른 연구에서도 초지의 생산성과 강우는 중정도(r=0.69)의 상관관계가 있다고 보고 하였고 가뭄에 의하여 식생이 단순화 될 수 있다고 보고하였다 (Gutauskas, J. et al., 2005)

파종시기에 따른 목초의 초장은 파종시기별 유의성이 나타나지 않았다(Table 4).

4. 목초의 건물생산성 변화

2년간의 시험 결과를 종합해보면 시험기간 동안의 건물수량은 1차 예취 시기에서 9월 1일(7,109 kg ha^{-1})파종과 8월 18일(6,716 kg ha^{-1})파종이 9월 15일(5,625 kg ha^{-1})파종과 9월 29

Table 3. Effect of seeding dates on botanical composition, and growth characteristics in hilly mixed pasture by overwintering, Cheonan, 2015 to 2016

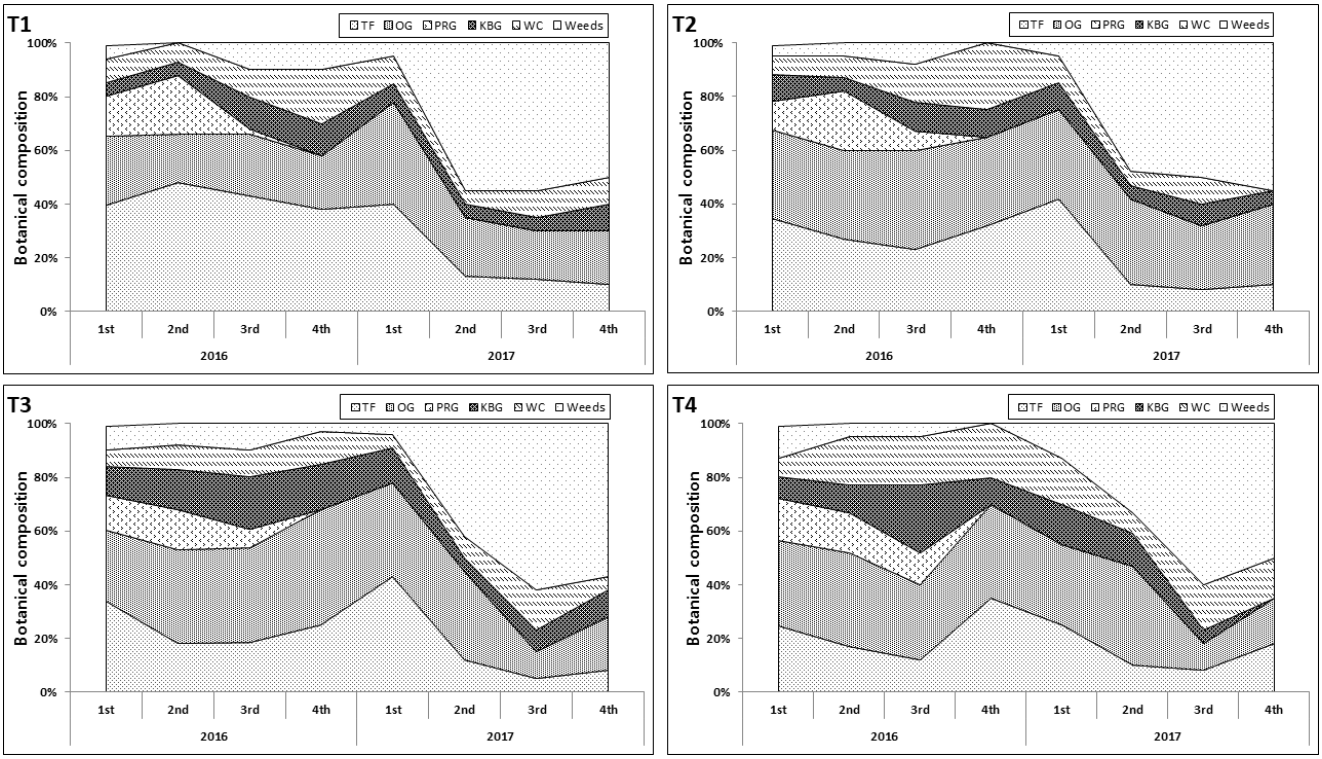
Treatments	Botanical composition (%)			Tiller number (No. per plant)	Growth state[1)]	Plant length of early spring (cm)	Establishment*	
	Grass	Weed	Bare land				Plant (No, 30×30cm)	Percentage (%)
18th August	93	7	0	7.2	1	22	49	92
1st September	93	7	0	6.7	1	20	75	92
15th September	83	17	0	6.5	1	15	75	87
29th September	75	25	0	3.7	2	14	69	90

[1)] Growth state: 1=best, 9=worst

* Results of grassland establishment were evaluated using a 30×30cm quadrate

일(5,363 kg ha^{-1})파종보다 건물수량이 높게 나타났으며 2차 예취 시기에서는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 3차 예취 시기에서는 9월 1일(2,128 kg ha^{-1})파종과 8월 18일(2,043 kg ha^{-1})파종이 9월 15일(1,742 kg ha^{-1})파종과 9월 29일(1,731 kg ha^{-1})파종보다 건물수량이 높게 나타났으며 4차 예취 시기에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 총 건물수량은 8월 18일(13,632 kg ha^{-1})파종과 9월 1일(13,988 kg ha^{-1})파종이 9월 15일(11,883 kg ha^{-1})파종과 9월 29일(11,459 kg ha^{-1})파종보다 높게 나타났다($p<0.05$). 보통 초지조성 후 2차 년도에 생산성이 증가한다는 여러 연구보고가 있지만 이번 시험에서는 1차 년도(2016) 건물 생산성이 2차 년도(2017) 보다 높게 나타났다(Shin et al., 1994; Sung et al., 2005; Kim et al., 2006; Hwang et al., 2016). 이러한 원인은 2017년 지속된 가뭄의 영향으로 초지의 생육이 부실해진 것이 주요 원인이었을 것으로 판단된다(Fig. 1).

결과를 종합해보면 중부지역에서는 되도록 9월 초까지 파



TF: tall fescue, OG: orchardgrass, PRG: perennial ryegrass, KBG: Kentucky bluegrass, WC: white clover

* T1: seeding time(18th August), T2: seeding time(1st September), T3: seeding time(15th September), T4: seeding time(29th September)

Fig. 2. The change of botanical composition by the treatments in Cheonan, 2016 to 2017.

Table 4. Effect of seeding dates on plant length at each harvest time in Cheonan, 2016 to 2017

Treatments		Plant length (cm)			
		1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut
18th August	2016	101	62	68	66
	2017	93	54	61	35
	Mean	**97**	**58**	**65**	**51**
1st September	2016	101	63	69	63
	2017	87	51	57	34
	Mean	**94**	**57**	**61**	**49**
15th September	2016	98	60	64	65
	2017	85	52	53	35
	Mean	**92**	**55**	**59**	**50**
29th September	2016	92	59	67	65
	2017	90	54	53	37
	Mean	**91**	**57**	**62**	**51**

^{ns}Means in a row with different superscripts are not significantly different(p<0.05)

Table 5. Effect of seeding dates on dry matter yield at each harvest time in Cheonan, 2016 to 2017

Treatments		1st cut (kg ha^{-1})	2nd cut (kg ha^{-1})	3rd cut (kg ha^{-1})	4th cut (kg ha^{-1})	Total (kg ha^{-1})
18th August	2016	7,204 ± 379	3,883 ± 206	1,997 ± 98	4,142 ± 159	17,207 ± 643
	2017	6,228 ± 237	1,075 ± 129	2,110 ± 37	644 ± 103	10,057 ± 358
	Mean	**6,716 ± 298^{a}**	**2,479 ± 131**	**2,043 ± 67^{a}**	**2,393 ± 131**	**13,632 ± 500^{a}**
1st September	2016	7,494 ± 143	3,502 ± 224	1,924 ± 28	4,698 ±241	17,618 ± 287
	2017	6,724 ± 119	986 ± 131	2,333 ± 80	314 ± 21	10,358 ± 283
	Mean	**7,109 ± 97^{a}**	**2,244 ± 171**	**2,128 ± 44^{a}**	**2,507 ± 112**	**13,988 ± 199^{a}**
15th September	2016	5,395 ± 124	3,526 ± 184	1,556 ± 132	3,741 ± 175	14,219 ± 447
	2017	5,854 ± 139	1,061 ± 157	1,928 ± 36	703 ± 75	9,546 ± 221
	Mean	**5,625 ± 63^{b}**	**2,294 ± 103**	**1,742 ± 83^{b}**	**2,222 ± 112**	**11,883 ± 120^{b}**
29th September	2016	5,204 ± 111	3,444 ± 363	1,719 ± 102	3,443 ± 209	13,810 ± 385
	2017	5,522 ± 287	1,195 ± 93	1,742 ± 43	649 ± 57	9,109 ± 409
	Mean	**5,363 ± 187^{b}**	**2,319 ± 208**	**1,731 ± 34^{b}**	**2,046 ± 120**	**11,459 ± 298^{b}**

^{a,b,c} Means in a row with different superscripts are significantly different(p<0.05)
^{ns} Means in a row with different superscripts are not significantly different(p<0.05)
* SEM: standard error of the mean

종을 완료하는 것이 우수한 식생유지와 생산성 향상 측면에서 유리한 것으로 판단된다. 하지만, 이번 시험을 통하여 중부지역의 경우 여름철 하고 현상(summer depression)과 가뭄으로 인하여 초지가 쉽게 망가지는 문제점이 나타났기 때문에 초지의 식생 및 생산성을 유지하기 위해서는 목초 관리 및 갱신기술에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

Ⅳ. 요 약

본 연구는 천안지역에서 겉뿌림 초지조성 시 목초 파종시기가 초지의 연차별 식생 및 생산성에 미치는 영향을 구명하고 산지초지 조성에 적합한 피종시기를 설정하고자 2015년 8월부터 2017년 10월까지 천안시 소재 국립축산과학원 축산개발부 구릉지에서 수행되었다. 처리는 총 4처리로 8월 18일 파

종, 9월 1일 파종, 9월 15일 파종, 9월 29일 파종이었다. 월동 후 생육조사에서 8월 18일 파종과 9월 1일 파종이 목초 93%로 가장 우수한 식생을 보였고, 9월 29일 파종은 목초 75%, 잡초 25%로 약간 저조한 식생을 보였다. 분얼의 경우 8월 18일 파종이 7.2개로 가장 높게 나타났으며, 9월 29일 파종이 3.7개로 가장 낮게 나타났다. 정착개체의 경우 9월 1일 파종과 9월 15일 파종에서 75개(30cm×30cm)로 가장 높게 나타났으며 8월 18일 파종에서 49개(30cm×30cm)로 가장 낮게 나타났다. 정착률은 전체적으로 87에서 92%로 높게 나타났다.

2016년 1차 예취 시기를 보면 9월 1일 파종이 목초 96%, 잡초 4%,로 가장 우수한 식생을 보였으며 9월 29일 파종은 목초 88%, 잡초 12%로 양호한 식생을 보였다. 2016년 1차 예취 시기에서 초종구성을 보면 일찍 파종할수록 톨 페스큐의 비율이 높았고 늦게 파종할수록 상대적으로 오차드그라스의 비율이 높게 나타났다. 2017년 1차 예취시기에서는 목초의 식생비율이 87에서 95%로 양호하게 나타났지만 2차 예취시기부터 잡초의 비율이 50% 이상으로 높아졌다. 이는 5월부터 7월까지 극심한 가뭄으로 목초가 크게 피해를 받아 상대적으로 잡초의 비율이 높게 나타났다. 총 건물수량은 8월 18일(13,632 kg ha^{-1})파종과 9월 1일(13,988 kg ha^{-1})파종이 9월 15일(11,883 kg ha^{-1})파종과 9월 29일(11,459 kg ha^{-1})파종보다 높게 나타났다($p<0.05$). 결과를 종합해보면 중부지역에서는 되도록 9월 초까지 파종을 완료하는 것이 식생이나 생산성 측면에서 유리한 것으로 판단된다.

Ⅴ. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(세부과제번호: PJ0105 35032017)의 지원에 의해 연구되었다.

Ⅵ. REFERENCES

Choi G.J., Jung, E.S., Rim, Y.W., Lim, Y.C., Kim, K.Y., Sung, B.R., Kim, M.J. and Park, G.J. 2003. Effect of seeding times on the growth characteristics and seed productivity of orchardgrass (*dactylis glomerata* L.). The Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 23:101-106.

Evans C.E. and Etherington, J.R. 1990. The effect of soil water potential on seed germination of some British plants. New Phytologist. 115:539-548.

Gutauskas, J., Daugeliene, N. and Daugeliene, P. 2005. The relationship between the weather conditions and botanical composition and dry matter yield of a long-term pasture. J Integrating Efficient Grassland Farming Biodiversity. 605.

Hwang, T.Y., Ji, H.C., Kim, K.Y., Lee, S.H., Lee, K.W. and Choi, G.J. 2016. Effect of mixed pasture using domestic varieties orchardgrass 'Kodione' and tall fescue 'Purumi' on forage yields and botanical composition in middle region of korea. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 36:89-97.

Ji, H.C., Lee, S.H., Kim, G.Y., Choi, G.J., Park, N.G. and Lee, K.W. 2013. Growth characteristics and productivity of new orchardgrass (*dactylis glomerata* L.) cultivar. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 33:6-9.

Jung, G.H., Lee, J.E., Seo, J.H., Kim, S.L., Kim, D.W., Kim, J.T., Hwang, T.Y. and Kwon, Y.U. 2012. Effects of seeding dates on harvesting time of double cropped waxy corn. Korean Journal of Crop Science. 57:195-201.

Jung, J.S., Kim, J.G., Kim, H.S., Ji, H.J., Choi, K.C., Choi, G.J., Boram, C., Oh, S.M. and Kim, W.H. 2018. The effect of seeding dates on productivity and botanical composition in oversown hilly pasture of mixed grass, Pyeongchang of south Korea. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 38:217-223.

Kang, S.J. 2015. Climate change and its impacts on health policy in Korea. Recent Advances on Environmental and Life Science.

Kim, B.W., Kim, J.G., Kim, J.D., Kim, H.S., Park, H.S., Seo, S., Lee, J.K., Lee, H.W., Lee, H.J., Jeon, Y.D. and Whang, B.S. 2015. Mountain ecological livestock, Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. Seoul. pp. 85-99.

Kim, D.J., Roh, J.H., Kim, J.G. and Yun, J.I. 2013. The influence of shifting planting date on cereal grains production under the projected climate change. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 15:26-39.

Kim, J.G., Li, Y.W., Kim, M.J., Kim, H.J., Jung, S.I., Jung, J.S. and Park, H.S. 2016. Effect of species and seed mixture on productivity, botanical composition and forage quality in middle mountainous pasture. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 36:135-141.

Kim, M.J. 2012. Improvement of grassland productivity and development of utilization technique of grassland for livestock. NIAS Annual Research Reports. pp. 1-42.

Kim, M.J., Cho, Y.M., Choi, S.H., Kim, Y.G., Yoon, S.H., Kim, J.G. and Yook, W.B. 2006. Effect of seed mixture on the forage yield and botanical composition in the hanwoo grazing pasture. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 26:113-120.

Lee, H.W., Kim, D.A. and Shin, J.S. 1986. Studies on hill pasture improvement by hoof cultivation i. Effect of sowing time on establishment, survival and dry matter yield of pasture species. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 6:119-123.

Lee, I.D., Lee, H.S. and Kim, W.Y. 1997. Effect of n levels on the herbage yield and quality of orchardgrass-red clover mixtures. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 17:110-116.

RDA. 2012. Investigation and analysis of research and technology in agriculture.

SAS. 2002. Statistical analysis system version 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Shin, J.N. 1976. Studies on seeding date of temperate grass species. NIAS Annual Research Reports. 3:755-760.

Shin, J.S., Seo, S. and Yoon, I.S. 1994. Response of orchardgrass (D*actylis glomerata l.*) varieties to grazing at monocultures and mixed pastures (2)changes of herbage utilization, chemical component and botanical composition. Journal of The Korean Society of Grassland Science. 14:215-222.

Yoon, P. 2018. Estimation of rice yield and crop water requirement considering of cropping season by climate change. Seoul National University. Seoul. Korea.

(Received : February 15, 2019 | Revised : March 10, 2019 | Accepted : March 10, 2019)