

Research Article

겉뿌림 산지초지에서 목초 파종량이 초지의 생산성 및 식생구성에 미치는 영향

정종성^{1*}, 김종근², 김현섭¹, 박형수¹, 최기춘¹, 지희정¹, 최기준¹, 오승민¹

¹농촌진흥청 국립축산과학원, 천안, 31000

²서울대학교 국제농업기술대학원, 평창, 25354

The Effects of Seeding Rate of Seed Mixture on Productivity and Botanical Composition in Oversown Hilly Pasture

Jeong Sung Jung^{1*}, Jong Geun Kim², Hyeon Shup Kim¹, Hyung Soo Park¹,

Ki Choon Choi¹, Hee Jung Ji¹, Gi Jun Choi¹, Seung Min Oh¹

¹National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Cheonan, 31000, Korea

²Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University, Pyeongchang, 25354, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to explore the effects of seeding rate of a seed mixture on grassland productivity and botanical composition. Seeding rates were composed of four different treatments varying by the amount of seed: T1, 50% decrease in seeding rate from standard; T2, standard seeding rate; T3, 50% increase in seeding rate from standard; and T4, 100% increase in seeding rate from standard. In 2016, seasonal changes in grass botanical composition revealed T2, T3, and T4 in portion of grass ratio were the highest with a range of 87 - 100%, whereas T1 was the lowest of all treatments. In 2017, the botanical composition in T1 showed that the grass ratio in of the first cutting was 91%, but in the fourth cutting its ratio decreased by 75%. The results from both years were combined for each treatment, T4 (11,435 kg ha⁻¹) and T3 (11,162 kg ha⁻¹) demonstrated the highest dry matter yield of the treatments (T1: 8,196 kg ha⁻¹; T2: 9,521 kg ha⁻¹) ($p < 0.05$). As a result, a 50 - 100% increase in the seeding rate from the standard demonstrated the best grassland yield and botanical composition.

(Key words : Hilly pasture, Seeding rate, Botanical composition, Productivity)

I. 서론

기존 축산업이 규모화, 전업화 등 생산성 위주의 양적인 성장만을 추구함에 따라 환경오염 확대, 동물복지 수준 저하, 가축질병 확산 등 여러 가지 문제가 발생하여 축산업에 대한 부정적 이미지를 만들고 있다. 이러한 축산업의 문제를 해결하고자 국토의 64%인 산지를 활용한 동물복지형 친환경 축산에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한, 최근들어 먹거리에 대한 불안감이 깊어지면서 소비자들의 친환경 축산물에 대한 관심이 어느 때보다도 높다. 이에 따라 정부에서는 2014년부터 동물복지형 친환경 축산기반 구축을 위해 친환경 산지생태축산 활성화 시범사업을 시작하였으며 이와 관련된 많은 지원과 연구가 수행되고 있다 (MAFRA, 2015). 하지만 지가상승 및 토지 전용 등으로 인하여 국내 초지면적은 1995년 이후 지속적으로

감소하여 2014년 기준 46%가 감소하여 35,763헥타르에 이르고 있으며, 이중 중하급 초지 면적은 2014년 기준 전체 초지면적의 68.8%를 차지하고 있어 초지상태가 매우 부실한 상태이다 (Ko et al., 1993; Jung et al., 2016).

산지초지 적합한 파종방법은 간이초지개발 방법중 하나인 겉뿌림 파종 (oversowing method)이며 겉뿌림 파종방법은 간단한 지표처리 후 목초종자를 표면에 흩어 뿌리는 파종방법으로 경사가 심하고 바위, 돌, 나무 등 장애물이 많아 기계로 조성하기 어려운 지역에서 초지를 조성하기 위해 적합한 방법이다 (Kim, 1978; Kim et al., 2007; Park, 1991). 하지만 겉뿌림 파종방법은 목초종자가 표토에 떨어지기 때문에 상대적으로 발아에 필요한 수분을 얻기 힘들고 선점식생 및 장애물 등으로 인하여 정착률이 낮은 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하고자 지표처리방법, 종자코팅, 제경법 등 많은 방법들

* Corresponding author : 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

이 개발되었다 (Lee, 1983; Lee, 1984; Kim et al., 1986; Kim et al., 2007). 또한 산지에서 걸쭉림 파종으로 초지를 조성하기 위해서는 피복종자의 발아율 향상과 함께 토양의 이화학적 개량을 통한 비옥도의 증진과 같은 관리방법 개선이 필요하다 (Jung and Lee, 1998). 이러한 점을 고려하여 산지초지에서 걸쭉림 초지조성 시 종자의 양을 늘려 파종하는 것도 하나의 좋은 방법으로 제시되고 있다 (Kim et al., 2002). 하지만 산지초지에서 걸쭉림 파종 방법 개발 중 파종량 설정에 대한 국내 시험은 거의 이루어지지 않았고 있더라도 대부분 경우 초지를 대상으로 한 것이어서 산지초지에 적용하기에는 무리가 있었다.

따라서 본 연구는 중부지역(천안)과 북부지역(평창)에서 산지초지 걸쭉림초지 조성에 적합한 파종량을 설정하기 위하여 산지초지에서 목초 파종량이 초지의 연차별 식생 및 생산성에 미치는 영향을 평가하고자 2015년 8월부터 2017년 10월까지 서울대학교 국제농업기술대학원(평창)과 국립축산과학원 축산자원개발부(천안)에서 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험지

본 시험은 2015년 8월부터 2017년 10월까지 3년간 강원도 평창군의 서울대학교 국제농업기술대학원 (해발 700m) 및 천안시의 국립축산과학원 축산자원개발부에서 수행되었다. 경사면의 방향은 모두 북향이었고, 경사도는 평창이 약 15%이상, 천안은 약 10%의 경사도를 보였다. 토양은 Table 1에서 보는바와 같이 평창의 경우 pH가 5.21인 약산성토양으로 유효토심이 낮았고 유기물함량은 16.33 g kg⁻¹로 다소 높았으며, 총질소(total nitrogen)는 0.18%로 양호한 수치를 보였다. 또한, 유효인산은 70.39 mg kg⁻¹로 낮았지만 치환성양이온 총량(CEC)은 10.78 comol+ kg⁻¹로 양호하였다. 천안의 경우 pH 6.56인 약알칼리성토양이었고 유기물함량은 40.55 g kg⁻¹로 높게 나타났으며, 총질소(total nitrogen)는 0.39%로 양호한 수치를 보였다. 또한, 유효인산은 105.39 mg kg⁻¹로 양호하였고 치환성양이온 총량(CEC)은 15.12 comol+ kg⁻¹로 양호하였다 (Table 1).

2. 시험 설계 및 수행

시험구는 총 4처리로 T1: 기준 파종량 대비 50%감량, T2: 기준 파종량(평창 37kg ha⁻¹, 천안 34kg ha⁻¹), T3: 기준 파종량 대비 50%증량, T4: 기준 파종량 대비 100%증량이었고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였으며 처리별 공시 초종 및 파종량은 Table 2와 같다.

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment

| Location | pH (1:5H ₂ O) | T-N ¹⁾ (%) | OM ²⁾ (g kg ⁻¹) | Available P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹) | CEC ³⁾ (cmol+ kg ⁻¹) |
|-------------|-----------------------------|--------------------------|---|---|--|
| Pyeongchang | 5.21 | 0.18 | 16.33 | 70.39 | 10.78 |
| Cheonan | 6.56 | 0.39 | 40.55 | 250.24 | 15.12 |

¹⁾T-N: total nitrogen, ²⁾OM: organic matter, ³⁾CEC: Cation exchange capacity

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

| Species | Varieties | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | |
|--------------------|--------------|---------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | Cheonan | Pyeongchang | Cheonan | Pyeongchang | Cheonan | Pyeongchang | Cheonan | Pyeongchang |
| | | kg ha ⁻¹ | | | | | | | |
| Tall fescue | Green master | 9 | 9 | 18 | 18 | 27 | 27 | 36 | 36 |
| Orchardgrass | Onuri | 4.5 | 4.5 | 9 | 9 | 13.5 | 13.5 | 18 | 18 |
| | Timothy | | 1.5 | | 3 | | 4.5 | | 6 |
| Perennial ryegrass | Linn | 1.5 | 1.5 | 3 | 3 | 4.5 | 4.5 | 6 | 6 |
| Kentucky bluegrass | Kenblue | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| White clover | Ladino | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Total | | 17 | 18.5 | 34 | 37 | 51 | 55.5 | 68 | 74 |

시험구 크기는 6m(2m×3m)로 하였으며 파종일은 평창 2015년 8월 27일, 천안 2015년 9월 1일 이었다. 초지조성 전 제초제 glyphosate (800ml 10a⁻¹)와 mecoprop (600ml 10a⁻¹)를 이용하여 선점식생을 제거한 후 잡관목 및 장애물을 제거하였다. 토양개량을 위해 고토석회를 파종 전 ha당 2톤과 초지 조성용비료 (N : P₂O₅ : K₂O= 80-200-70 kg ha⁻¹)를 사용하였다. 관리용 비료는 N : P₂O₅ : K₂O= 210-150-180 kg ha⁻¹로 분시비율은 이른봄 35%, 1차예취 후 30%, 2차 예취 후 15%, 4차 예취 후 20%로 연 4회 사용하였다.

3. 조사항목

목초의 월동 생육특성은 월동 전(2015년 11월)과 월동 후(2016년 3월) 조사를 하였으며, 정착률(%), 식생비율(%), 분얼경수(본/주), 생육상태(1:매우우수, 9:매우불량), 초장(cm)을 조사하였다. 정착률(%)의 경우 30×30cm quadrat을 이용하여 월동 전의 정착개체수와 월동 후 정착개체수를 비교하여 산출하였다.

목초의 생육특성은 예취시기마다 초장과 식생비율을 조사하였다. 생육특성은 RDA (Rural Development Administration, 2012) 조사분석 기준에 준하여 조사하였고 식생구성비율은 육안으로 초종을 구분하여 백분율로 하였다. 생산성 조사는 시험구 전체(6m)를 수확하여 Lee et al.(1997)의 방법에 따라

ha당 수량으로 환산하였으며, 건물수량은 처리구별로 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. 초기 생육특성 및 월동성 평가

파종 후 초지 생육특성 및 월동성 평가는 Table 3에 제시하였다. 목초 출현시기는 평창의 경우 2015년 9월 14일, 천안은 9월 13일 이었다. 목초 파종량별 월동성 조사결과를 살펴보면, 식생구성의 경우 두 지역 평균에서 T1이 목초 63%, 잡초 24%, 나지 13%로 가장 불량하였으며, 천안의 경우에는 목초가 53%, 잡초 30%, 나지 17%로 잡초 및 나지의 비율이 높은 부실 초지가 되었다. 두 지역 평균에서 T2의 경우 목초 86%, 잡초 9%, 나지 7%로 양호한 것으로 나타났고 T3와 T4는 목초식생

Table 3. Effect seeding rate on botanical composition, tiller number, growth state, plant height, and establishment by over wintering in oversown hilly pasture, 2015 to 2017

| Treatments | Botanical composition(%) | | | Tiller number (No.) | Growth state ¹⁾ | Plant height (cm) | Establishment | | |
|------------|--------------------------|------|-----------|------------------------|----------------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Grasses | Weed | Bare land | | | | Plant No/30×30cm | Percentage(%) | |
| T1 | Pyeongchang | 72 | 19 | 9 | 4.73 | 2 | 7 | 42 | 93 |
| | Cheonan | 53 | 30 | 17 | 8.33 | 6 | 13 | 46 | 92 |
| | Mean | 63 | 24 | 13 | 6.53 | 4 ^a | 10 ^c | 44 ^c | 93 ^a |
| T2 | Pyeongchang | 88 | 5 | 7 | 3.87 | 2 | 10 | 50 | 87 |
| | Cheonan | 82 | 13 | 5 | 6.67 | 3 | 14 | 48 | 84 |
| | Mean | 85 | 9 | 6 | 5.27 | 3 ^b | 12 ^b | 49 ^{bc} | 86 ^b |
| T3 | Pyeongchang | 94 | 5 | 1 | 3.20 | 1 | 10 | 62 | 87 |
| | Cheonan | 92 | 6 | 2 | 6.87 | 2 | 15 | 52 | 81 |
| | Mean | 93 | 5 | 2 | 5.04 | 2 ^c | 13 ^b | 56 ^{ab} | 84 ^{bc} |
| T4 | Pyeongchang | 100 | 0 | 0 | 2.50 | 1 | 13 | 65 | 79 |
| | Cheonan | 95 | 5 | 0 | 6.47 | 2 | 16 | 60 | 79 |
| | Mean | 98 | 2 | 0 | 4.49 | 2 ^c | 15 ^a | 62 ^a | 79 ^c |

¹⁾Growth state: 1=best, 9=worst

^{a, b, c}Means in a row with different superscripts are significantly different($p < 0.05$)

* T1: seeding rate(Pyeongchang 17 kg ha⁻¹, Cheonan 18.5 kg ha⁻¹), T2: seeding rate (Pyeongchang 34 kg ha⁻¹, Cheonan 37 kg ha⁻¹), T3: seeding rate (Pyeongchang 51 kg ha⁻¹, Cheonan 55.5 kg ha⁻¹), T4: seeding rate (Pyeongchang 68 kg ha⁻¹, Cheonan 74 kg ha⁻¹)

밀도가 90% 이상으로 매우 우수하였다. 분얼의 경우 T1이 6.53 개(본/주)로 가장 높게 나타났으며, T4가 가장 낮게 나타났다. 특히, T4의 분얼경수가 평장에서 2.5개(본/주)로 매우 불량하게 나타났다. 이는 T4의 평장에서 정작 개체수가 65개(30×30cm)로 다른 시험구보다 많기 때문에 충분히 분얼을 할 수 있는 공간이 부족한 것이 주요 원인이었을 것으로 판단된다. 생육상태는 T3에서 가장 우수하게 나타났으며 T1의 경우 잡초로 인하여 생육에 지장을 받아 정상적인 생육을 못하였다. 정작개체수의 경우 T4가 62개(30×30cm)로 가장 높게 나타났으며 T1이 44개(30×30cm)로 가장 낮게 나타났다. 정작률은 T1에서 93%로 가장 높았고, T4에서 79%로 가장 낮게 나타났다. 이러한 이유는 T1은 월동 전에 충분히 분얼을 하였지만 T4의 경우 출현 개체수가 많아 분얼을 할 수 있는 충분한 공간이 부족했던 것이 주요원인 이었을 것으로 판단된다.

2. 초지 식생변화 및 생육특성 평가

목초 파종량에 따른 식생구성비율의 변화는 Fig. 1.과 같다. 2016년 1차 예취시기를 보면 두 지역 평균에서 T1이 목초 75%, 잡초 20%, 나지 5%로 잡초비율이 가장 높게 나타났고 T3와 T4의 경우 목초가 93% 이상으로 매우 우수하게 나타났다. 2016년 2차부터 4차 예취시기를 보면 두 지역 평균에서 T1의 경우 1차 예취 시기에는 75%였지만 점차 그 비율이 증가하여 4차 예취 시기에는 92%까지 올라간 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 예취와 비료 시용 등 지속적인 관리를 통해 식생을 회복할 수 있다는 Jung et al. (2016)의 연구결과와 일치한다. 기준량(T2)의 경우 2016년도 목초 식생비율은 87%에서 97%로 우수한 식생분포를 보였다. T3와 T4는 2016년도 4차 예취 시기에는 잡초와 나지가 없는 매우 우수한 초지가 되었다. 이는 목초 정작 개체수가 많아 상대적으로 잡초가 침입할 수 있는 기회가 없었고 예취 및 시비관리를 꾸준히 해주었기 때문인 것으로 판단된다(Weinberger et al., 1983, Lee, 1992, Jo, 1994). 2017년도 식생조사 결과를 보면 T1의 천안 식생이 매우 불량해진 것을 볼 수 있다. 이러한 결과의 원인은 5월과 6월 지속적인 가뭄으로 인하여 상대적으로 가뭄에 약한 orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.)가 고사하면서 그 자리에 잡초가 침입한 것으로 판단된다 (Ji et al., 2013). T4의 경우에도 T1와 마찬가지로 2017년도에 가뭄으로 인하여 목초 식생 밀도가 줄었지만 68%에서 78%까지의 식생밀도를 유지 하였다.

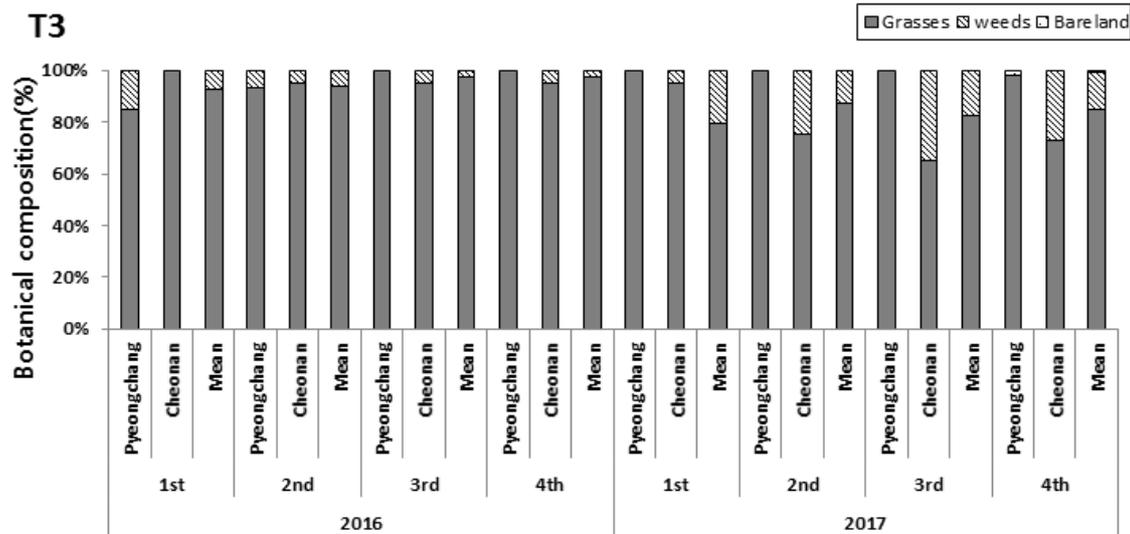
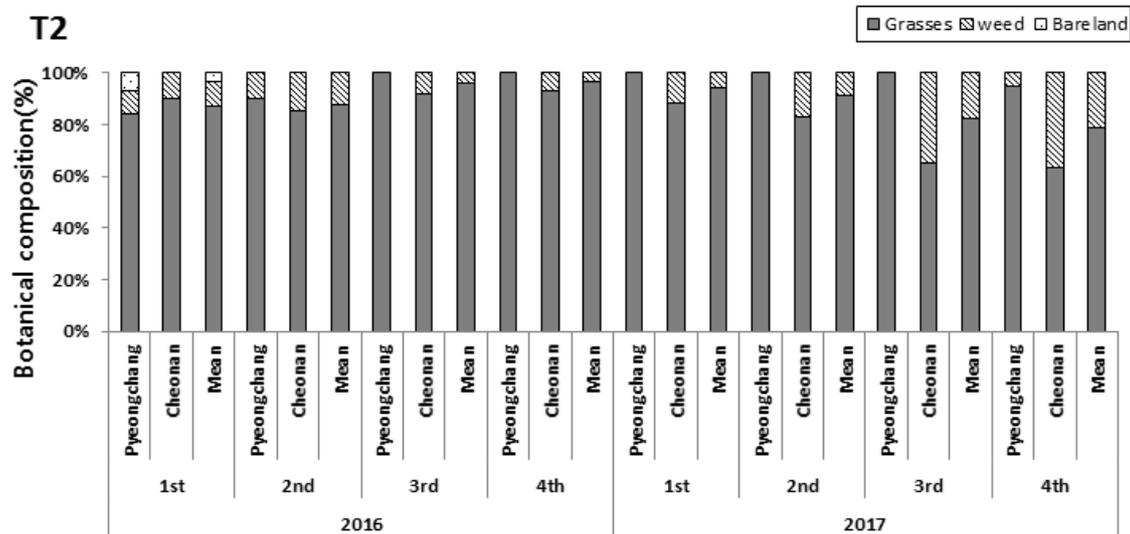
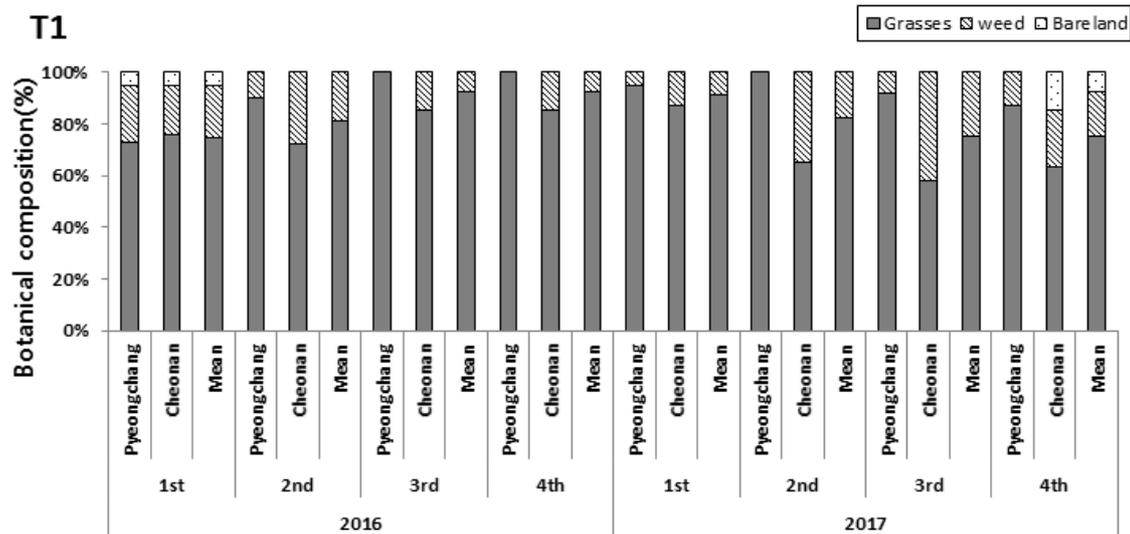
목초 파종량에 따른 초장의 변화는 Table 4와 같다. 파종량에 따른 목초의 초장은 유의성이 나타나지 않았으며, 파종량과 초장과의 상관관계는 나타나지 않았다. 예취시기별로 보면 1차 예취시기에서 초장은 83~77cm범위로 가장 높았고, 4차 예

취시기에서 26~52cm로 가장 낮게 나타났다. 따라서 초장의 경우 예취시기에 따른 차이는 관찰되었지만 파종량에 따른 차이는 볼 수 없었다.

3. 목초의 건물생산성 변화

시험기간 동안의 건물수량은 Table 5와 같다. 2016년 1차 예취시기의 두 지역 평균 건물수량은 T4 (5,194 kg ha⁻¹) > T3 (4,602 kg ha⁻¹) > T2 (4,032 kg ha⁻¹) > T1 (3,330 kg ha⁻¹) 순으로 나타났으며, T1은 T4대비 64%의 수량을 보였다 ($p < 0.05$). 2016년 2차 예취시기에서 두 지역의 평균건물수량은 처리간 유의성이 나타나지 않았다. 2016년 3차 시기에서 두 지역의 평균건물수량은 T3 (2,345 kg ha⁻¹)와 T4 (2,305 kg ha⁻¹)에서 높게 나타났으며, 상대적으로 T1 (1,777 kg ha⁻¹)가 가장 낮은 수량을 보였다($p < 0.05$). 2016년 4차 예취시기 역시 T3와 T4 시험구에서 높게 나타났다($p < 0.05$). 2016년 전체 건물 생산성을 보면 T4 (13,576 kg ha⁻¹)와 T3 (12,727 kg ha⁻¹)가 가장 높았고 상대적으로 T1 (9,583 kg ha⁻¹)과 T2 (10,925 kg ha⁻¹)에서 낮게 나타났다($p < 0.05$). 2016년 결과를 종합해보면 T3과 T4시험구의 경우 T1대비 상변초인 오차드그라스의 비율이 높았기 때문에 수량적으로 유리하였지만 T1의 경우 잡초 및 하변초 (켄터키블루그라스)로 인하여 수량이 상대적으로 낮게 나타났을 것으로 판단된다.

2017년도 1차 예취시기에서 T3 (4,301 kg ha⁻¹)와 T4 (3,942 kg ha⁻¹)가 가장 높게 나타났고, T1이 2,815 kg ha⁻¹로 가장 낮게 나타났으며 T3대비 66%의 수량성을 보였다($p < 0.05$). 2017년 2차 예취시기에서도 1차 예취시기와 마찬가지로 T3 (2,641 kg ha⁻¹)와 T4(2,531kg ha⁻¹)가 T1(1,949 kg ha⁻¹) 보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 2017년 3차 예취시기에서는 T3에서 가장 높게 나타났고 T1에서 가장 낮았다. 이러한 결과는 가뭄으로 인하여 2017년 3차 예취시기에서 오차드그라스의 생육이 좋지 못하였고 상대적으로 켄터키블루그라스와 툴 페스큐의 생육이 양호했던 것이 주요 원인이었을 것으로 판단되며, 특히 오차드그라스의 비율이 상대적으로 높았던 T4 시험구의 생산성 감소폭이 컸고 T3의 경우 일정식생비율을 유지했기 때문에 피해가 적었을 것으로 판단된다. Lee et al. (2000)와 Lee et al. (2003)의 연구결과에서도 켄터키블루그라스 등 하변초를 도입한 혼파조합이 환경적응성이 오차드그라스 등 상변초위주의 초지 보다 우수하다고 보고한 것과 일치하였다. 2017년 4차 예취시기에서는 처리간 유의성이 나타나지 않았다. 2017년 전체 건물 생산성을 보면 T3 (9,598 kg ha⁻¹)와 T4(9,294 kg ha⁻¹)가 가장 높았고 상대적으로 T1(6,809 kg ha⁻¹)과 T2(8,117 kg ha⁻¹)에서 낮게 나타났다($p < 0.05$).



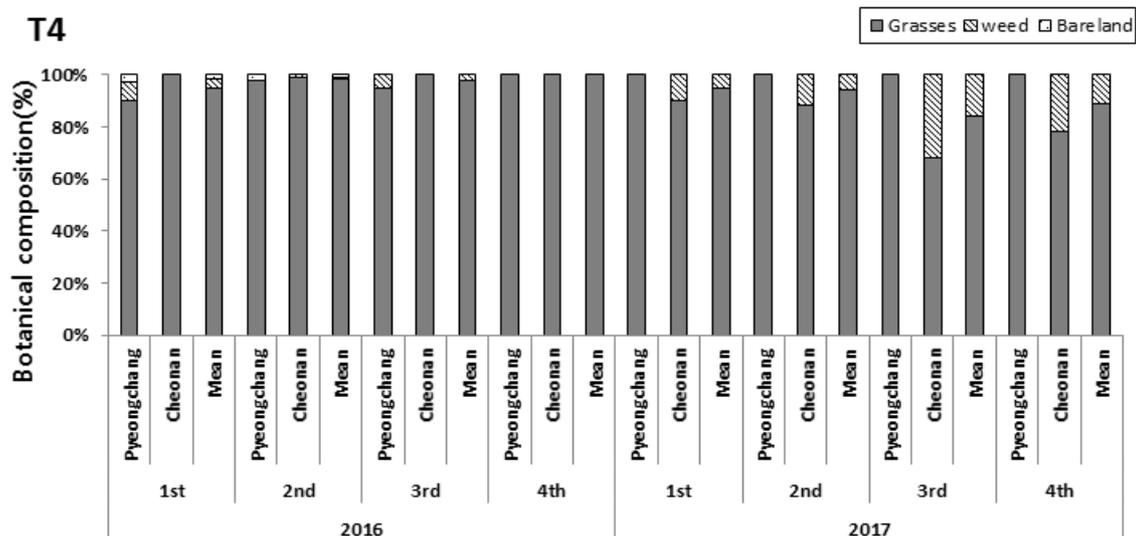


Fig. 1. The change of botanical composition by the treatments, 2015 to 2017.

* T1: seeding rate(Pyeongchang 17 kg ha⁻¹, Cheonan 18.5 kg ha⁻¹), T2: seeding rate (Pyeongchang 34 kg ha⁻¹, Cheonan 37 kg ha⁻¹), T3: seeding rate (Pyeongchang 51 kg ha⁻¹, Cheonan 55.5 kg ha⁻¹), T4: seeding rate (Pyeongchang 68 kg ha⁻¹, Cheonan 74 kg ha⁻¹)

Table 4. Effect seeding rate on plant height at each harvest time, 2016 to 2017

| Treatments | 2016 | | | | 2017 | | | | Average | | | | |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----|
| | 1 st cut | 2 nd cut | 3 rd cut | 4 th cut | 1 st cut | 2 nd cut | 3 rd cut | 4 th cut | 1 st cut | 2 nd cut | 3 rd cut | 4 th cut | |
| cm | | | | | | | | | | | | | |
| T1 | Pyeongchang | 61 | 63 | 68 | 45 | 67 | 69 | 69 | 29 | 64 | 66 | 69 | 37 |
| | Cheonan | 97 | 47 | 55 | 51 | 96 | 60 | 47 | 27 | 97 | 54 | 51 | 39 |
| | Mean | 79 | 55 | 62 | 48 | 82 | 64 | 58 | 28 | 80 | 60 | 60 | 38 |
| T2 | Pyeongchang | 64 | 64 | 67 | 48 | 66 | 68 | 66 | 29 | 65 | 66 | 67 | 39 |
| | Cheonan | 92 | 49 | 55 | 56 | 93 | 59 | 47 | 27 | 93 | 54 | 51 | 42 |
| | Mean | 78 | 57 | 61 | 52 | 80 | 64 | 56 | 28 | 79 | 60 | 59 | 40 |
| T3 | Pyeongchang | 66 | 60 | 69 | 40 | 64 | 65 | 65 | 25 | 78 | 60 | 59 | 37 |
| | Cheonan | 92 | 45 | 55 | 55 | 89 | 64 | 45 | 27 | 91 | 55 | 51 | 41 |
| | Mean | 79 | 53 | 62 | 48 | 77 | 64 | 55 | 26 | 78 | 60 | 59 | 37 |
| T4 | Pyeongchang | 70 | 64 | 69 | 45 | 67 | 67 | 68 | 28 | 69 | 66 | 69 | 37 |
| | Cheonan | 96 | 46 | 54 | 57 | 94 | 63 | 46 | 25 | 95 | 55 | 50 | 41 |
| | Mean | 83 | 55 | 61 | 51 | 81 | 65 | 57 | 27 | 82 | 60 | 59 | 39 |

* T1: seeding rate(Pyeongchang 17 kg ha⁻¹, Cheonan 18.5 kg ha⁻¹), T2: seeding rate (Pyeongchang 34 kg ha⁻¹, Cheonan 37 kg ha⁻¹), T3: seeding rate (Pyeongchang 51 kg ha⁻¹, Cheonan 55.5 kg ha⁻¹), T4: seeding rate (Pyeongchang 68 kg ha⁻¹, Cheonan 74 kg ha⁻¹)

Table 5. Effect seeding rate on dry matter yield at each harvest time, 2016 to 2017

| Treatments | 2016 | | | | | 2017 | | | | | Average | | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | 1 st cut | 2 nd cut | 3 rd cut | 4 th cut | Total | 1 st cut | 2 nd cut | 3 rd cut | 4 th cut | Total | 1 st cut | 2 nd cut | 3 rd cut | 4 th cut | Total | |
| kg ha ⁻¹ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T1 | Pyeongchang | 1,740 | 4,569 | 2,360 | 904 | 9,573 | 1,522 | 2,224 | 1,546 | 522 | 5,814 | 1,631 | 3,397 | 1,953 | 713 | 7,694 |
| | Cheonan | 4,920 | 1,756 | 1,194 | 1,723 | 9,593 | 4,107 | 1,674 | 1,423 | 599 | 7,803 | 4,514 | 1,715 | 1,309 | 1,161 | 8,698 |
| | Mean | 3,330 ^d | 3,163 | 1,777 ^b | 1,313 ^c | 9,583 ^b | 2,815 ^c | 1,949 ^b | 1,484 ^b | 561 | 6,809 ^c | 3,072 ^d | 2,556 ^c | 1,631 ^c | 937 ^b | 8,196 ^c |
| T2 | Pyeongchang | 2,704 | 4,121 | 2,553 | 1,332 | 10,710 | 1,528 | 2,584 | 1,692 | 521 | 6,325 | 2,116 | 3,353 | 2,123 | 927 | 8,518 |
| | Cheonan | 5,359 | 2,035 | 1,451 | 2,294 | 11,139 | 5,403 | 1,823 | 1,868 | 815 | 9,909 | 5,381 | 1,929 | 1,660 | 1,555 | 10,524 |
| | Mean | 4,032 ^c | 3,078 | 2,002 ^{ab} | 1,813 ^b | 10,925 ^b | 3,465 ^b | 2,204 ^b | 1,780 ^{ab} | 668 | 8,117 ^b | 3,749 ^c | 2,641 ^{bc} | 1,891 ^b | 1,241 ^a | 9,521 ^b |
| T3 | Pyeongchang | 2,676 | 4,884 | 3,129 | 1,681 | 12,370 | 2,310 | 2,845 | 1,893 | 510 | 7,558 | 2,493 | 3,865 | 2,511 | 1,096 | 9,964 |
| | Cheonan | 6,528 | 2,506 | 1,560 | 2,488 | 13,082 | 6,293 | 2,438 | 2,203 | 705 | 11,639 | 6,411 | 2,472 | 1,882 | 1,597 | 12,361 |
| | Mean | 4,602 ^b | 3,695 | 2,345 ^a | 2,085 ^a | 12,727 ^a | 4,301 ^a | 2,641 ^a | 2,048 ^a | 607 | 9,598 ^a | 4,452 ^b | 3,168 ^{ab} | 2,196 ^a | 1,346 ^a | 11,162 ^a |
| T4 | Pyeongchang | 3,180 | 5,891 | 2,983 | 1,535 | 13,589 | 2,328 | 2,796 | 1,602 | 581 | 7,307 | 2,754 | 4,344 | 2,293 | 1,058 | 10,448 |
| | Cheonan | 7,208 | 2,260 | 1,626 | 2,469 | 13,563 | 6,492 | 2,266 | 1,849 | 673 | 11,280 | 6,850 | 2,263 | 1,738 | 1,571 | 12,422 |
| | Mean | 5,194 ^a | 4,076 | 2,305 ^a | 2,002 ^{ab} | 13,576 ^a | 3,942 ^a | 2,531 ^a | 1,726 ^b | 627 | 9,294 ^a | 4,802 ^a | 3,303 ^a | 2,015 ^{ab} | 1,314 ^a | 11,435 ^a |

^{a, b, c}Means in a row with different superscripts are significantly different(p<0.05)

* T1: seeding rate(Pyeongchang 17 kg ha⁻¹, Cheonan 18.5 kg ha⁻¹), T2: seeding rate (Pyeongchang 34 kg ha⁻¹, Cheonan 37 kg ha⁻¹), T3: seeding rate (Pyeongchang 51 kg ha⁻¹, Cheonan 55.5 kg ha⁻¹), T4: seeding rate (Pyeongchang 68 kg ha⁻¹, Cheonan 74 kg ha⁻¹)

2년간의 시험 결과를 종합해보면 전체건물수량은 T4 (11,435 kg ha⁻¹)와 T3(11,162 kg ha⁻¹)가 상대적으로 T1 (8,196 kg ha⁻¹)과 T2 (9,521 kg ha⁻¹)보다 높게 나타났다(p<0.05). 보통 초지조성 후 2차년도에 생산성이 증가한다는 여러 논문결과가 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 이유는 2017년 지속되는 가뭄의 영향으로 초지 생육이 좋지 못한 것이 주요 원인이었을 것으로 판단된다.

결과를 종합해보면 산지는 비교적 유효토심이 얇고 잡관목, 바위 등 목초의 정착을 방해하는 요소들이 많이 있기 때문에 기준량 대비 50%에서 100%까지 증량하는 것이 목초 식생 및 생산성 측면에서 유리하게 나타났다. 또한, 목초 증량을 통해서 갑작스러운 환경변화에 어느 정도 대응 가능할 수 있을 것으로 보인다. 하지만 초지식생은 기후, 토양 등 주변 환경 등 다양한 요인에 의하여 식생이 민감하게 반응하기 때문에 다양한 조건하에서 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

IV. 요약

본 연구는 산지초지에서 목초 파종량이 초지의 연차별 식생 및 생산성에 미치는 영향을 구명하고 산지초지 조성에 적합한 파종량을 설정하고자 2015년 8월부터 2017년 10월까지

평창군의 서울대학교 국제농업기술대학원과 천안시의 국립축산과학원 축산자원개발부 2개소에서 수행되었다. 처리는 총 4처리로 T1: 기준 파종량 대비 50%감량, T2: 기준 파종량 (평균 37kg ha⁻¹, 천안 34kg ha⁻¹), T3: 기준 파종량 대비 50%증량, T4: 기준 파종량 대비 100%증량 이었다. 월동 후 생육 조사에서 T1이 목초 63%, 잡초 24%, 나지 13%로 가장 불량하였으며 T3와 T4는 목초 90%이상으로 매우 우수한 식생을 보였다. 분얼은 T1이 6.53개(분/주)로 가장 높게 나타났고 T4가 4.49개(분/주)로 가장 낮게 나타났다. 정착 개체수는 T4가 62개(30×30cm)개로 가장 높게 나타났으며 T1이 44 (30×30cm)개로 가장 낮게 나타났다. 정착률은 T1에서 92%로 가장 높았고 T4에서 79%로 가장 낮게 나타났다. 목초 식생은 2016에서 T2, T3, T4에서 목초 비율이 87~100%로 우수한 식생을 보였고 T1의 경우 목초 비율이 75~92%정도로 나타났다. 2017년도 목초 식생은 T1의 경우 1차 예취시기에서는 목초비율이 91% 였지만 4차 예취시기에서 75%까지 떨어졌다. 2017년 T2, T3, T4에서 목초의 비율은 79~95%의 양호한 식생을 유지하였다. 초장의 경우 유의적상관관계가 나타나지 않았다. 2016년 목초 건물 생산성은 T4 (13,576 kg ha⁻¹)와 T3 (12,727 kg ha⁻¹)가 가장 높았고 상대적으로 T1 (9,583 kg ha⁻¹)과 T2 (10,925 kg ha⁻¹)에서 낮게 나타났다(p<0.05). 2017년 전체 건물 생산성을 보면 T3 (9,598 kg ha⁻¹)와 T4 (9,294 kg ha⁻¹)가 가장 높았고 상대적으로 T1 (6,809 kg ha⁻¹)과 T2 (8,117 kg ha⁻¹)에서 낮게 나타났다(p<0.05). 2016년과 2017년 전체건물수량을 종합해보면 T4 (11,435 kg ha⁻¹)와 T3 (11,162

kg ha⁻¹)가 상대적으로 T1 (8,196 kg ha⁻¹)과 T2 (9,521 kg ha⁻¹) 보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 이상의 결과를 종합해 볼 때 걸뿌림 산지초지 조성시 기준량 대비 50%에서 100%증량은 목초의 정착률 및 생산성을 높이는 효과가 있었다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(세부과제번호: PJ010535032017)의 지원에 의해 연구되었다.

VI. REFERENCES

- 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 tegion 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.
- Jo, I.H. 1994. The effect of cutting frequencies on botanical composition in permanent grassland. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 14:1-6.
- Jung, Y.K. and Lee, H.H. 1998. Effects of Lime and NPK Application Rates on the Soil Charateristics after a 10-year Experiment in Oversown Hilly Pasture of Mixed Grass-Clover Sward III. Changes in the Mutural ratios of exchangeable Cations by the soil depth , and the visible characteristics after 10-year. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 18:223-234.
- Jung, J.S., Kim, J.G., Park, H.S., Lee, S.H., Kim, W.H., Kim, H.S., Kim, Y.J., Lee, H.W. and Choi, G.J. 2016. The effects 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 Science. 36:81-88.
- Kim, D.A. 1978. Effects of existing vegetation and fertilization on the improvement of natural grassland by oversowing. Journal of The Korean Society of Grassland Science. 1:2-9.
- Kim, D.A. Kwon, C.H. and Seo, S. 1986. Studies on the pasture improvement with herbicides III. effect of different cutting intervals of shrubs after glyphosate application on establishment and yield of surface-sown pasture species. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 6:1-5.
- Kim, J.D., Kwon, C.H., Chae, sang Heon., Kim, J.K., Kim, B.W., and Seo, S. 2007. Comparison of coating and pelleting technique for surface sowing of Orchardgrass and Tall fescue seed. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 27:281-286.
- 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 gorage yield and botanical composition in the Hanwoo grazing pasture. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 26:113-120.
- Kim, T.H., Sung, K.I. and Kim, B.W. 2002. Sustainable livestock production in hill and woodland Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 30th anniversary edition. pp. 131-156.
- Ko, S.B., Kang, T.H., Shin, J.S. and Kim, Y.W. 1993. Effects of different fertilization levels and oversowing on liveweight gains of grazing cattle in Tall fescue (*Festuca arundinacea schreb.*) dominant pasture. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 13:286-293.
- Lee, I.D. 1983. Studies on the improvement of mountainous pasture I. effects of the various litters on germination, establishment, and herbage production of oversown grasses. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 4:35-40.
- Lee, I.D. 1984. Studies on the improvement of mountainous pasture III. effects of seed coating on oversown pasture. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 4:194-200.
- Lee, I.D. 1992. Grassland renovation. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science. 12:103-106.
- Lee, I.D. and Lee, H.S. 2003. A comparative study of dry matter yield and nutritive value of tall type and tall +short type mixtures. The Korean society of grassland and forage science. 23:121-128.
- Lee, I. D., Lee, H.S. and Kim, S.K. 2000. Comparative studies on the DM yield and quality before and after pasture renovation of summer depression damaged pasture. The Korean society of grassland and forage science. 20:215-220.
- 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.
- MAFRA. 2015. Demonstration project and activation of silvopastoral system promotion plan.
- Park, G.J. 1991. Vegetational improvement of low productive grassland by oversowing. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 11:102-107.
- 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.S., Seo S. and Yoon I.S. 1994. Response of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) varieties to grazing at monocultures and

mixed pastures: II. Changes of herbage utilization, chemical component and botanical composition. *Journal of the Korean Society of Grassland Science*. 14:215-222.

Sung, K.I., Lee, J.W., Jung, J.W. and Lee, J.K. 2005, Effect of mixture types on botanical composition and dry matter yield in alpine pasture. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 25:259-266.

Weinberger, P., Park, G.J. and Kwon, D.J. 1983. Korean woodlands (Im-ya) as resources for grass [s] land development. *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*.

(Received : January 16, 2018 | Revised : March 7, 2018 | Accepted : March 7, 2018)