

## 越冬前後 草地管理에 관한 研究

### IV. 混播草地에서 越冬前 3要素 施肥水準이 牧草의 越冬과 이른 봄 生育 및 收量에 미치는 影響

徐 成 · 韓永春 · 朴文洙\*

## 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

Sung Seo, Young Choon Han and Moon Soo Park\*

#### Summary

A field experiment was carried out to determine the effects of 11 different application levels of nitrogen (N), phosphorous ( $P_2O_5$ ) and potassium( $K_2O$ ) fertilizer in late-autumn on the winter survival, early spring growth and dry matter(DM) yield, carbohydrate reserves (CHO-R) in stubble of grasses, and botanical composition in orchardgrass dominated existing pasture in Suwon from October, 1987 to May, 1988.

Winter survival of grasses was high (ca. 90%) in all N-fertilized plots, regardless of  $P_2O_5$  and  $K_2O$  application, and those in zero-N and zero-NPK plots were low as 86.5% and 81.4%, respectively. Early spring growth was vigorous in N-fertilized plots. Heading rate at the first harvest was 80-86% in all N plots, regardless of  $P_2O_5$  and  $K_2O$ , while those in zero-N and zero-NPK plots were very low as 61% and 56%, respectively.

The DM yield of first harvest was higher in the plots of N 35 kg(Site B) and N 70kg  $ha^{-1}$  (Site A), regardless of  $P_2O_5$  and  $K_2O$  level, and those in zero-N and zero-NPK plots were very low ( $p < 0.05$ ). But no significant difference of yield was observed between N 75 kg and N 105 kg. CHO-R in stubble and legumes were high in zero-N and zero-NPK plots, and low relationship was found between winter survival and CHO-R of grasses.

Winter survival, early spring growth and DM yield were significantly influenced by N fertilizer. In this experiment, the optimum application level of N in late-autumn could be recommended in 35-70  $kg\ ha^{-1}$ , and no beneficial effects were observed by  $P_2O_5$  and  $K_2O$  fertilizer.

#### I. 緒 論

우리나라 대부분 지역에서 牧草의 越冬은 큰 문제는 없으나 일부 겨울이 추운지방이나 춥고 건조한 지방에서는 다소 문제가 되고 있으며, 越冬은 그 해의 氣象條件뿐만 아니라 刈取 및 施肥 등 草地管理條件에 따라서도 많은 영향을 받는다.

특히 너무 늦은 利用時期나 낮은 刈取높이는 牧草의 株數減少와 함께 이른 봄 生産性を 크게 저하시키며(韓 등, 1987), 잦은 利用條件이나 窒素多肥條件에서 越冬率은 낮아진다(Jung 및 Kocher, 1974). 또 越冬은 겨울철 牧草 그루터기중 貯藏炭水化合物含量과 깊은 관련이 있으며(Jung 및 Smith, 1960; Smith, 1964, 1975), 적절한 施肥管理는 越冬率을 향

畜産試驗場(Livestock Experiment Station, RDA, Suwon 440-350, Korea)

\* 湖南作物試驗場(Honam Crop Experiment Station, RDA, Iri 570-080, Korea)

상시키고 이른 봄 生産性を 크게 증가시킨다(Wang 등, 1953; Smith, 1975). 또한 3要素肥料중에는 질소와 칼리가 越冬과 깊은 관계가 있으며 질소와 칼리는 높은 相關關係가 있다고 報告되고 있다(Adams 및 Twersky, 1960).

그러나 지금까지 우리나라에서 牧草의 越冬과 施肥管理에 관한 研究報告는 거의 없는 實情이며, 이러한 관점에서 본 시험은 越冬前後의 草地管理技術 確立을 위하여 最終刈取管理가 목초의 越冬과 이른 봄 生産성에 미치는 영향을 알아본데 이어 (韓 등, 1987), 혼파초지에서 越冬前 질소, 인산, 칼리의 3要素 施肥水準이 목초의 越冬과 이른 봄 生育 및 收量에 미치는 영향을 究明하여 既造成된 草地에서 목초의 越冬과 이른 봄 生産性向上을 위한 기초자료를 마련하고자 實施하였다.

## II. 材料 및 方法

본 시험은 orchardgrass가 80~85% 優占되어 있는 造成 3年째인 畜産試驗場內 混播草地試驗圃(2개 장소에서 수행)에서 1987년 10월부터 1988년 5월까지 遂行 하였으며, 越冬前인 10월 20일(A장소)과 11월 5일(B장소)에 6cm 정도의 刈取높이로 최종수확한 다음, 바로 越冬用肥料를 施用하였다.

越冬前 질소, 인산, 칼리의 3要素 施肥水準은 연산초지관리비로량인(kg/ha) 질소 280, 인산 200, 칼리 240을 표준으로 하여(農振廳, 1982, 1986) 질소비료는 4회分施, 인산과 칼리비료는 2회分施할 때의 1회施用量인 질소 70, 인산 100, 칼리 120을 기준하였으며, 각 肥種別로 無施肥區, 50% 減肥區, 50% 增肥區를 두고 여기에 3要素 無施肥區를 첨가하여 모두 11처리로 하였다(Table 1).

시험구면적은 4m<sup>2</sup>로 하여 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 越冬後 이른 봄철 追肥는 1988년 3월 17일에 전처리구 共히 ha당 질소 70, 인산 100, 칼리 60kg을 施用하였고, 목초의 越冬 및 生育狀態, 乾物收量, 貯藏炭水化合物含量 및 草地植生 등을 조사하였다.

越冬率은 최종예취후 600cm<sup>2</sup> 면적의 方型틀(20×30cm)을 區當 2개씩 설치하여 그 안의 分蘖莖數를 조사한 다음 越冬後인 3월 25일 완전히 凍死한 분얼경수를 減한 分蘖莖數를 백분율로 환산하여 나타

**Table 1. Application levels of nitrogen(N), phosphorous(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and potassium(K<sub>2</sub>O) fertilizer in late-autumn**

No.	Treatment		kg ha <sup>-1</sup>
	(N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)		
1	Zero		0 - 0 - 0
2	N	Zero	0 - 100 - 120
3		-50%	35 - 100 - 120
4		Standard	70 - 100 - 120
5	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+50%	105 - 100 - 120
6		Zero	70 - 0 - 120
7		-50%	70 - 50 - 120
8	K <sub>2</sub> O	+50%	70 - 150 - 120
9		Zero	70 - 100 - 0
10		-50%	70 - 100 - 60
11		+50%	70 - 100 - 180

내었으며, 貯藏炭水化合物含量은 Anthrone法(大山喜信, 1976)으로 그루터기 0~6cm 部位의 TSC(total water soluble carbohydrate)含量을 求하였고, 植生은 踏踏조사에 의하였다.

試驗圃場 토양의 化學的特性은(Table 2) 질소함

**Table 2. Chemical soil properties of the experimental field.**

Soil depth	pH (1:5)	T-N	OM	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exc. cation				CEC
					K	Ca	Mg	Na	
cm			%	ppm	me 100g <sup>-1</sup>				
0-10	5.59	0.08	2.17	145	0.23	4.94	1.04	0.20	16.53

Average of Site A and B

**Table 3. Air temperature and rainfall during experimental period at Suwon.**

Month	Mean temp.		Mini. temp.		Rainfall	
	1987	1974	1987	1974	1987	1974
	'88	'87	'88	'87	'88	'87
	°C		°C		mm	
Nov.	6.9	5.6	2.0	0.3	87.5	47.7
Dec.	0.3	-1.5	-4.2	-6.3	1.4	20.6
Jan.	-2.3	-3.6	-6.9	-8.5	8.7	24.8
Feb.	-1.8	-1.9	-6.6	-6.9	1.7	33.7
Mar.	3.7	3.4	-1.5	-1.8	30.7	44.9

량이 다소 낮고 인산함량은 높았으나 대체적인 肥沃度는 중정도였으며, 1987년도 겨울철 기온은(Table 3) 日平均氣溫과 最低氣溫 모두 例年에 비해 0~2°C 정도 높았고, 12월, 1월 및 2월은 降雨가 적어 다소 溫暖寡雨의 기상조건이었다.

### Ⅲ. 結果 및 考察

#### 1. 施肥水準別 牧草의 越冬率

월동전 3요소 시비수준에 따른 목초의 越冬狀態를 비교해 보면(Table 4), 조사지역에 관계없이 모두 80%이상의 양호한 越冬率을 보였으며, 특히 질소시비구에서 越冬率은 높았다.

Table 4. Effect of application levels of NPK fertilizer in late-autumn on winter survival of grasses.

	N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup>	Winter survival*		
		Site A	Site B	Ave.
		----- % -----		
Zero	0 - 0 - 0	82.7	80.0	81.4
N	0-100-120	86.7	86.3	86.5
	35-100-120	91.3	88.0	89.7
	70-100-120	92.7	89.3	91.0
	105-100-120	93.0	91.7	92.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	70- 0-120	92.7	88.3	90.5
	70- 50-120	95.0	90.3	92.7
	70-150-120	91.0	89.7	90.4
K <sub>2</sub> O	70-100- 0	92.7	89.3	91.0
	70-100- 60	91.3	88.7	90.0
	70-100-180	91.7	88.0	89.9
LSD, 0.05		9.2	NS	7.9

\*Investigated on March 25, 1988.

평균 월동율을 보면 질소시비구에서는 질소수준에 관계없이 90% 내외로 높았으나 질소무시비구는 86.5%로 다소 낮았으며, 3요소 무시비구는 81.4%로 越冬率은 가장 낮았다(P<0.05).

이러한 결과는 충분한 施肥條件下에서 양호한 越冬을 기대할 수 있다는 報告(Wang, 1953; Adams 및 Twersky, 1960)와 같은 경향으로 越冬前 適量의 施肥(특히 질소비료)는 越冬率을 향상시킬 수 있

을 것으로 생각된다.

여기서 질소무시비구의 越冬率은 3요소 무시비구에 비해 다소 높았으나 유의적인 차이는 없었으며, 또한 질소시비구의 越冬率은 인산이나 칼리비료의 施用水準과는 상관없이 90% 내외로 높아 越冬率은 인산이나 칼리시비로 높아진다는 報告(Wang, 1953; Adams 및 Twersky, 1960)와는 다른 결과를 보였는데, 이는 본 시험포장의 토양중 P와 K 함량이 각각 145ppm과 0.23me로 부족한 수준은 아니었기 때문인 것으로 생각된다.

#### 2. 施肥水準別 이른 봄 牧草의 生育과 收量

월동전 3요소 시비수준에 따른 이른 봄 목초의 草丈과 出穗狀態 및 1次 乾物收量을 비교해 보면 Table 5와 같다.

1차 수확시 草丈은 질소시비구에서는 질소수준에 관계없이 70cm 내외로 生育이 양호하였으나 질소 및 3요소 무시비구는 65cm의 초장으로 生育은 불량하였다. 또한 수확당시 出穗率은 질소시비구에서는 질소수준에 관계없이 80~86%로 대부분 이삭이 出穗하였으나 질소 및 3요소 무시비구는 각각 61%와 56%의 出穗率로 生育은 상당히 더디었다.

1차 乾物收量은 조사지역에 관계없이 질소시비구에서 높았으며 질소 및 3요소 무시비구에서 낮았다(P<0.05). 질소시비구의 收量을 보면 A장소의 경우 ha 당 질소 70kg 시비구에서 높은 수량을 거둘 수 있었으나, B장소의 경우에는 질소 35kg과 70kg 시비구간 수량차이는 없었으며, 또한 A, B장소共に 질소 105kg구에서 增收効果는 인정되지 않았다.

평균 수량은 인산과 칼리의 施肥水準에는 관계없이 질소 70kg 시비구에서 ha 당 3,500~4,070kg으로 높았으며, 질소 35kg 구는 3,160kg으로 收量은 다소 떨어졌고, 질소 및 3요소 무시비구에서는 각각 2,802kg과 2,532kg으로 收量은 가장 적었다.

본 시험에서 목초의 生育과 收量은 알맞은 施肥管理條件下에서 양호하였으며(Smith, 1975; 韓 등, 1985), 3요소 비료중 질소의 영향을 가장 크게 받았고 인산과 칼리의 영향은 거의 없었다. 여기서 월동전 適正窒素施肥水準은 ha 당 35kg(B장소)~70kg(A장소)이었으며, 본 시험포장의 경우 인산과 칼리의 施肥必要性은 낮았다.

Table 5. Effect of application levels of NPK fertilizer in late-autumn on height, heading and dry matter yield of spring grasses.

N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O		At the first harvest*					
		Height	Heading	Dry matter yield			Index
				Site A	Site B	Ave.	
kg ha <sup>-1</sup>		cm	%	kg ha <sup>-1</sup>			%
Zero	0 - 0 - 0	65	56	2,424	2,640	2,532	66.2
N	0 - 100 - 120	65	61	2,983	2,620	2,802	73.3
	35 - 100 - 120	69	80	3,220	3,100	3,160	82.7
	70 - 100 - 120	69	85	4,169	3,475	3,822	100.0
	105 - 100 - 120	73	86	3,989	3,571	3,780	98.9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	70 - 0 - 120	70	85	4,211	3,383	3,797	99.3
	70 - 50 - 120	70	83	3,806	3,188	3,497	91.5
	70 - 100 - 120	71	86	3,913	3,669	3,791	99.2
K <sub>2</sub> O	70 - 100 - 0	70	84	3,642	3,442	3,542	92.7
	70 - 100 - 60	72	85	4,301	3,687	3,994	104.5
	70 - 100 - 180	72	83	4,184	3,963	4,074	106.6
LSD, 0.05				584	691	416	

\* Investigated on May 18, 1988.

### 3. 施肥水準別 牧草 그루터기중 貯藏炭水化合物含量

월동전 3요소 시비수준에 따른 목초 그루터기중 貯藏炭水化合物含量을 TSC含量으로 비교해 보면 (Table 6) TSC함량은 조사지역에 관계없이 전처리구에서 25~32%의 높은 수치를 보여주고 있다.

평균 TSC함량은 질소시비구는 질소수준에 관계없이 25~28% 범위로 질소무시비구(30.4%)와 3요소 무시비구(30.7%)에 비해 유의적으로 낮은 수준을 보였는데 (P<0.05), 이러한 성적은 질소시비수준이 높을때 TSC함량은 낮아진다는 報告(Van Soest, 1982)와 같은 결과였다. 그러나 인산과 칼리가 TSC함량에 미치는 영향은 거의 없었다.

본 시험에서 越冬率과 TSC함량과는 相關關係가 낮은 것으로 나타나 TSC함량이 높으면 越冬率도 높아진다는 報告(Jung 및 Smith, 1960)와는 다른 경향을 보였는데, 이는 TSC分析用 試料採取를 12월 3일 1회로 그쳐 그후 越冬期間中 TSC함량의 變化究明에는 미흡하였기 때문인 것으로 추측되며, 이에 대하여는 追後 지속적인 研究檢討가 필요할 것이다.

Table 6. Effect of application levels of NPK fertilizer in late-autumn on total soluble carbohydrate (TSC) content in stubble of grasses.

N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O		T S C*		
		Site A	Site B	Ave.
kg ha <sup>-1</sup>		%		
Zero	0 - 0 - 0	29.1	32.2	30.7
N	0 - 100 - 120	28.9	31.8	30.4
	35 - 100 - 120	28.9	27.4	28.2
	70 - 100 - 120	26.0	25.3	25.7
	105 - 100 - 120	24.0	26.2	25.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	70 - 0 - 120	29.1	28.2	28.7
	70 - 50 - 120	29.0	27.2	28.1
	70 - 150 - 120	27.2	26.1	26.7
K <sub>2</sub> O	70 - 100 - 0	29.2	26.9	28.1
	70 - 100 - 60	27.4	25.2	26.3
	70 - 100 - 180	27.7	26.8	27.3
LSD, 0.05		4.3	3.4	3.9

\* Sampling date : Dec. 3, 1987.

#### 4. 施肥水準別 草地의 植生

월동전 3요소 시비수준에 따른 草地의 植生을 비교해 보면(Table 7) 질소시비구에서는 질소수준에 관계없이 禾本科牧草 70%내외, 荳科牧草 20%내외, 그리고 雜草가 3~10%였으며, 질소 및 3요소 무시비구는 각각 禾本科牧草가 61%와 63%, 荳科牧草가 35%와 34%로 질소시비구에 비해 荳科의 비율이 상당히 높았다.

Table 7. Effect of application levels of NPK fertilizer in late-autumn on botanical composition in pasture.

N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	At the first harvest*			
		Grasses	Legumes	Weeds
kg ha <sup>-1</sup>	%			
Zero 0-0-0	63	34	3	
N 0-100-120	61	35	4	
	35-100-120	75	21	4
	70-100-120	72	23	5
	105-100-120	68	26	6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 70-0-120	76	19	5	
	70-50-120	76	21	3
	70-150-120	65	25	10
K <sub>2</sub> O 70-100-0	72	18	10	
	70-100-60	70	20	10
	70-100-180	71	22	7

\* Investigated on May 18, 1988.

여기서 질소시비수준이 낮으면 禾本科牧草의 비율은 감소하는 반면 窒素固定能力을 가진 荳科牧草의 비율은 증가함을 알 수 있으며, 草地의 植生은 3요소 비료중 질소의 영향을 가장 많이 받았고 인산과 칼리의 영향은 거의 없었다.

이상에서 살펴본바와 같이 목초의 越冬, 이른 봄 生育과 收量 및 草地植生에는 3要素 肥料중 질소의 영향이 가장 컸으며, 인산과 칼리의 영향은 작았는데, 이러한 결과는 林間草地에서의 3要素 施肥水準成積(韓 등, 1985)과 같은 경향이었으며, 이와 관련하여 Jung 및 Kocher(1974)는 多量의 질소 시비는 越冬率을 오히려 저하시킨다고指摘한 바 있다.

또 Baker 및 Maylor(1944)는 인산시비량은 토양

중 인산함량에 따라 결정되어져야 하며 인산함량이 충분할 경우에는 3년에 한번 施用하는 것이 더 有利하였다고 하였고, Adams 및 Twersky(1960)는 越冬用肥料로서의 칼리의 중요성은 크며, 특히 질소시비조건에서 칼리비료의 역할은 아주 높다고 報告하였다. 따라서 본 시험포장과 같이 인산함량이 높을 경우에는 매년 반복되는 인산시비가 반드시 土壤改良이나 牧草增收에 유리한 것은 아닐 것으로 생각되며, 또 칼리비료는 越冬用 뿐만 아니라 追肥用으로서의 중요성도 높다고 볼 때 질소비료와 마찬가지로 여러번 分施해 주는 것이 바람직하며, 年間 4回 分施한다고 볼 때 越冬用으로 ha당 50~60kg이면 충분할 것으로 사료된다.

또한 본 시험에서 越冬前 질소 및 3요소 무시비구의 봄철 牧草生育과 收量은 越冬後인 3월 17일 충분한 이른 봄 追肥施用에도 불구하고 질소시비구에 비해 有意的으로 낮아(P<0.05) 越冬前 追肥施用의 중요성은 아주 높다고 할 것이다.

結論的으로 越冬率向上과 이른 봄 生産性增大를 위하여는 越冬前 追肥施用이 유리하였고, 토양조건이 본 시험포장과 비슷한 경우 월동전 適正窒素施肥水準은 ha당 35~70kg이며, 인산과 칼리의 施肥必要性은 낮았다.

#### IV. 摘 要

본 시험은 越冬前 3要素 施肥水準(3요소 무시비구 등 11처리)이 목초의 越冬, 이른 봄 生育과 收量, 그루터기중 貯藏炭水化物(TSC) 含量 및 草地植生에 미치는 영향을 究明하고자 조성 3년째인 混播草地에서 1987~1988년도에 걸쳐 遂行하였다.

목초의 越冬率은 대체로 질소시비구에서 90% 내외로 높았으며, 질소 및 3요소 무시비구에서는 각각 86.5%와 81.4%로 낮았다. 이른 봄 生育도 질소시비구에서 양호하여 수확당시 出穗程度는 80~86%였으며, 질소 및 3요소 무시비구는 각각 61%와 56%로 生育은 더디었다.

1次 乾物收量은 질소시비수준이 ha당 35kg 이상구(B장소)와 70kg구(A장소)에서 높았으며, 질소 및 3요소 무시비구에서 收量은 낮았고(P<0.05), 질소 105kg구에서 增收効果는 없었다. 그루터기중 TSC함량과 荳科牧草의 비율은 질소 및 3

요소 무시비구에서 높았으며 ( $P < 0.05$ ), 越冬率과 TSC 함량과의 相關關係는 낮았다.

본 시험의 결과로써 越冬前 追肥施用은 목초의 越冬率向上과 이른 봄 生産性增大에 크게 유리하였고, 3要素中 질소비료의 영향이 가장 컸으며, 인산과 칼리비료의 영향은 작았다. 본 시험포장과 비슷한 토양조건에서 越冬前 適正窒素施肥 水準은 ha 당 35~70kg이었으며, 인산과 칼리의 施肥必要性은 낮았다.

## V. 引用文獻

1. Adams, W.E., and M. Twersky. 1960. Effect of soil fertility on winterkilling of Coastal bermudagrass. *Agron. J.* 52: 325-326.
2. Baker, K.G., and E.L. Maylor. 1944. A year around grazing program for the alkaline soils of the Black Belt of Alabama. *Agron. J.* 36: 740-749.
3. Jung, G.A., and D. Smith. 1960. Influence of extended storage at constant low temperature on cold resistance and carbohydrate reserves of alfalfa and medium red clover. *Plant Physiol.* 35: 123-125.
4. Jung, G.A., and R.E. Kocher. 1974. Influence of nitrogen and clipping treatments of winter survival of perennial cool-season grasses. *Agron. J.* 66: 62-65.
5. Smith, Dale, 1964. Winter injury and the survival of forage plants. *Herb. Abstr.* 34: 203-209.
6. Smith Dale. 1975. Forage management in the North. Chap. 5, 6, 7 USA.
7. Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminants. O & B Books, Inc. USA. p.70.
8. Wang, L.C., O.J. Attoe and E. Truog. 1953. Effect of lime and fertility levels on the chemical composition and winter survival of alfalfa. *Agron. J.* 45: 381-384.
9. 農振廳. 1982. 山地草地造成과 利用. p. 201~202. 農村振興廳, 水原.
10. 農振廳. 1986. 알기쉬운 草地造成과 利用. p. 102~103. 農村振興廳, 水原.
11. 大山喜信. 1976. 栽培植物 分析測定法. 作物分析委員會刊. p. 335~339. 養賢堂, 東京.
12. 韓永春, 朴文洙, 徐 成. 1985. 林間草地 開發에 關한 研究. II. 林間混播草地에서 3要素 施肥水準이 牧草의 生育과 收量에 미치는 影響. 韓草誌 5(2) : 136~142.
13. 韓永春, 李種京, 朴文洙, 徐 成, 李柄錫. 1987. 越冬前後 草地管理에 關한 研究. I. 最終刈取時期와 刈取높이가 牧草의 越冬, 再生 및 이른 봄 收量에 미치는 影響. 韓草誌 7(1) : 18~24.