

林間草地 開發에 關한 研究

XII. 遮光條件下에서 窒素施肥水準이 季節別, 生育時期別 牧草의 窒酸態窒素含量과 水溶性炭水化物 含量에 미치는 影響

徐 成

Studies on the Grassland Development in the Forest

XII. Effect of nitrogen fertilization on nitrate nitrogen concentration and water soluble carbohydrate content of grasses by growing season and growth stage under shading condition

Sung Seo

Summary

This experiment was carried out to determine the effects of nitrogen(N) fertilization levels(0, 120, 240 and 360 kg/ha/y) on seasonal nitrate nitrogen($\text{NO}_3\text{-N}$) concentration and water soluble carbohydrate (WSC) content of grasses grown under shading condition. The plants were sampled on 7, 14, 21, 28 and 35 days after harvesting in spring(May), summer(July) and autumn(September), 1988, respectively. Shading degree was controlled artificially ca. 45~50%, and each annual level of N was distributed 5 times equally.

The $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration of grasses was very low(0.064%) in spring, high in summer(0.198%) and autumn(0.234%), and $\text{NO}_3\text{-N}$ was slightly decreased with growing of grasses. Also the $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration of grasses was increased significantly with increasing level of N.

In spring, the $\text{NO}_3\text{-N}$ of grasses was very safety(less than 0.1%), regardless of plant height and N level. In summer and autumn, however, plant heights of below 40 cm(summer) and 44 cm(autumn), and N levels of over 210 kg(summer) and 140 kg(autumn) were over toxic level to animals, respectively.

The WSC content of grasses was slightly decreased with grass growth, and significantly decreased with high level of N.

From the above results, it is suggested that 200 kg/ha of N in this experiment is effective for forage quality. Also a little more amount of N(50~70kg/times) in spring, and low level of N(20~30 kg/times) in summer and autumn season may be desirable on woodland posture.

I. 緒 論

임간초지에서 庇陰의 정도는 목초의 生産性과 飼料價値에 큰 影響을 미친다. 庇陰은 목초의 地上部 뿐만 아니라 地下部의 生育도 억제시키는데 生産量의 인 측면에서는 자연광의 50%이상 受光條件이면

큰 影響은 없다고 報告되고 있다(Stritzke 등, 1976; 李, 1985).

그러나 임간초지에서는 遮光에 의해 목초중 水溶性炭水化物 含量은 감소하고 窒酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$) 含量은 증가하여 品質이 저하되고(Stritzke 등, 1976; 李 등, 1985), 가축에 의한 採食嗜好性이 감소된다

(後藤 등, 1983). 따라서 목초의 품질적인 측면에서朴 등(1988)은 자연광의 60% 이상을, Seo 등(1989)은 55% 이상을 受光하는 것이 바람직하다고 하였으며, 이보다 遮光程度가 심할 경우에는 가축방목시 窒酸中毒의 위험이 있다고 報告하였다. 또한 NO₃-N 함량은 질소시비수준이 높아질수록 크게 증가하며(Stritzke 및 McMurphy, 1982; 李 등, 1985; 徐 등, 1988), 季節別로 그리고 生育時期別로도 큰 차이가 있다(關村 등, 1979; 徐 등, 1990a).

본 시험은 이러한 관점에서 遮光條件下에서 窒素施肥水準이 季節別, 生育時期別 목초의 生育과 收量 및 草地植生에 미치는 영향을 알아본데 이어(徐 등, 1990b), 窒酸態窒素含量과 水溶性炭水化合物含量에 미치는 영향을 究明하여 입간초지에서 개략적인 適正窒素施肥水準을 알아보고 林間地 牧草의 品質向上을 위한 기초자료를 얻고자 實施되었다.

II. 材料 및 方法

본 시험은 orchardgrass가 70%정도, tall fescue, perennial ryegrass, Kentucky bluegrass 및 ladino clover가 少數 分布되어 있는 畜産試驗場 草地試驗圃

에서 1988년 4월부터 10월까지 수행되었다. 차광처리 는 市販用 흑색 차광망으로 폭 6m, 길이 11m, 높이 2m의 대형 터널식 하우스를 만들어 自然光量의 50~55%가 受光되도록 조절하였으며(遮光程度 45~50%), 시험구당 면적은 3m²로 3반복 난괴법으로 배치 하였다.

연간 窒素施肥水準은 ha당 0, 120, 240, 360kg의 4처리를 두고 각각 이른 봄과 1, 2, 3, 4차 예취후로 均等分施하였으며, 인산과 칼리는 각각 100kg과 200kg으로 인산은 이른 봄에 全量을 주었으며, 칼리는 질소와 마찬가지로 5回 均等分施하였고, 기타 재배 및 관리방법은 畜産試驗場 慣行에 準하였다.

봄철, 여름철, 가을철의 季節別로, 그리고 수확후 1주일 간격의 生育時期別로(+7, +14, +21, +28, +35일) 당일 오전 11~12시경 分析用 牧草試料를 채취하였는데, 봄철은 5월 10일, 17일, 24일, 31일, 6월 7일에, 여름철은 7월 5일, 12일, 19일, 26일, 8월 2일에, 가을철은 9월 6일, 13일, 20일, 27일, 10월 4일에 각각 실시하였다. 窒酸態窒素含量은 Ion meter法(Anon, 1978)으로, 水溶性炭水化合物含量은 Anthrone法(大山嘉信, 1976)으로 각각 分析하였으며, 시험전 토양의 化學的 特性은 Table 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Chemical soil properties of the experimental field

Soil depth	pH (1:5)	OM %	T-N %	Av. P ₂ O ₅ ppm	Exch. cation				CEC
					K	Ca	Mg	Na	
0-10 cm	5.8	1.1	0.07	46	0.6	6.2	0.6	0.13	11.8

III. 結果 및 考察

1. 질소시비수준에 따른 계절별, 생육시기별 목초의 질산태질소함량

遮光條件下에서 窒素施肥水準에 따른 季節別, 生育時期別 목초의 窒酸態窒素(NO₃-N) 含量을 비교해보면(Table 2), NO₃-N함량은 봄철에는 낮았으나 여름과 가을철에는 높았다. 또한 목초의 생육이 진행됨에 따라 NO₃-N함량은 낮아졌으며, 질소시비수준이 높을

수록 NO₃-N함량은 크게 높아졌다.

여기서 가축에게 窒酸中毒을 야기시킬 수 있는 限界 NO₃-N含量을 0.21%로 볼 때 (Wright 및 Davison, 1964), 봄철에는 生育時期와 窒素施肥水準에 관계없이 NO₃-N함량은 모두 0.1% 이하로 가축급여시 안전범위였으나 여름과 가을철에는 목초가 어릴때 그리고 질소시비수준이 높을때 NO₃-N함량은 현저히 높았으며, 특히 질소 360kg 시용구에서 어린 목초의 NO₃-N함량은 0.4% 이상으로 크게 높았다.

이러한 성적은 여러 研究者들이 보고한 NO₃-N

함량은 봄철보다 여름과 가을철에 높고(關村 등, 1979; 徐 등, 1990a), 목초가 생육함에 따라 점차 감소하며(關村 등, 1979; 徐 등, 1990a), 또한 질소시비수준이 높을수록 증가한다(Stritzke 및 McMurphy, 1982; 徐 등 1988, 1990a)는 研究結果와 같은 경향이 었다.

따라서 본 시험포장과 비슷한 임간초지에서 목초의 NO₃-N함량을 고려할 때 봄철에는 목초가 다소 어리거나 질소시비량이 많더라도 별 문제는 없으나, 여름과 가을철에는 질소시비량을 낮추어야 하며 아울러 어느 정도 목초가 생육할 때까지 충분한 再生期間을 두어야 할 것으로 생각된다.

Table 2. Effect of nitrogen (N) fertilization level on nitrate nitrogen (NO₃-N) concentration of grasses by growing season and growth stage under shading condition

Season	Sampling date	NO ₃ -N					LSD, 0.05
		N fertilization level, kg ha ⁻¹					
		0	120	240	360	Ave.	
..... % of dw.							
Spring	May 10	0.047	0.064	0.077	0.083	0.068	0.032
	May 17	0.046	0.056	0.062	0.081	0.061	0.011
	May 24	0.059	0.057	0.063	0.141	0.080	0.040
	May 31	0.069	0.058	0.044	0.056	0.057	NS
	June 7	0.038	0.035	0.063	0.079	0.054	0.038
Summer	July 5	0.130	0.146	0.226	0.278	0.195	0.074
	July 12	0.160	0.236	0.346	0.422	0.291	0.185
	July 19	0.176	0.198	0.250	0.348	0.243	0.161
	July 26	0.066	0.098	0.088	0.162	0.103	0.081
	Aug. 2	0.168	0.148	0.176	0.150	0.160	NS
Autumn	Sept. 6	0.234	0.290	0.330	0.430	0.321	0.190
	Sept. 13	0.230	0.318	0.358	0.540	0.362	0.180
	Sept. 20	0.032	0.144	0.262	0.384	0.206	0.056
	Sept. 27	0.072	0.104	0.136	0.322	0.158	0.192
	Oct. 4	0.076	0.070	0.156	0.198	0.125	0.053

NS; not significant.

여기서 窒素施肥水準에 따른 季節別 목초의 NO₃-N함량을 5生育時期의 평균값으로 살펴보면(Table 3), 봄철의 NO₃-N함량은 평균 0.064%로 여름과 가을철의 평균 0.198%와 0.234%에 비해 유의적으로 낮았으며(P<0.05), 질소시비수준별 평균 NO₃-N함량은 시비수준이 0, 120, 240, 360kg으로 높아짐에 따라 각각 0.107, 0.135, 0.176, 0.245%로 유의증가하였다(P<0.05). 봄철에는 질소수준이 360kg까지 높더라도 NO₃-N함량은 0.1%미만의 낮은 수치를 보였으나 여름과 가을철에는 질소수준이 120kg으로 낮은 구에

서까지 NO₃-N함량은 0.2%에 육박하는 높은 수치를 보였다.

여기서 다시 季節別로 窒素施肥水準과 NO₃-N함량과의 回歸式을 구하여 볼 때(Fig. 1), NO₃-N함량은 계절에 관계없이 正의 상관관계를 보였으며, 봄철에는 질소시비수준이 높더라도 NO₃-N함량의 증가폭은 아주 낮았으나 여름과 가을철에는 시비수준이 높아짐에 따라 직선적인 증가를 보여주어 0.21%를 限界水準이라고 볼 때(Wright 및 Davison, 1964) 여름철에는 질소 210kg(5회 분시할 경우 42kg)이, 가을철에

Table 3. Effect of nitrogen (N) fertilization level on seasonal nitrate nitrogen (NO₃-N) concentration of grasses grown under shading condition

N level	NO ₃ -N			
	Spring	Summer	Autumn	Ave.
kg ha ⁻¹	% of dw.			
0	0.052	0.140	0.129	0.107 ^c
120	0.054	0.165	0.185	0.135 ^{bc}
240	0.062	0.217	0.248	0.176 ^b
360	0.088	0.272	0.375	0.245 ^a
Ave.	0.064 ^B	0.198 ^A	0.234 ^A	0.165

AB, abc Significant at 5% level.

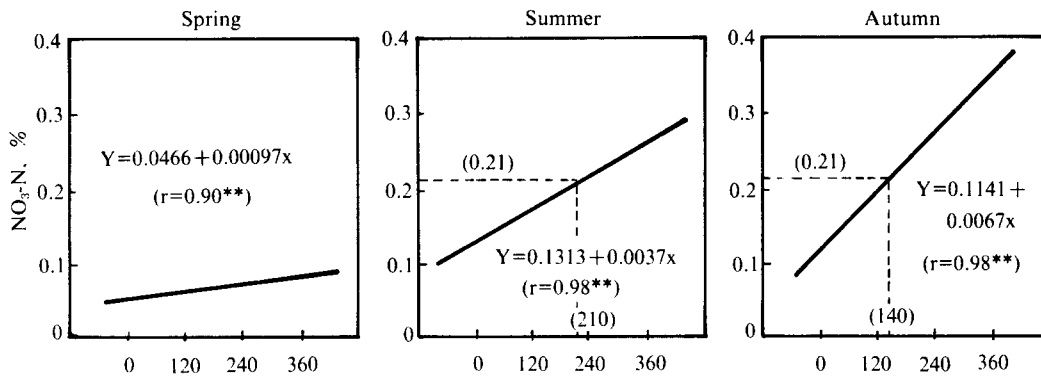


Fig. 1. Relationships between nitrogen (N) fertilization level and seasonal nitrate nitrogen (NO₃-N) concentration of grasses grown under shading condition.

는 질소 140kg(5회 분시할 경우 28kg)이 限界施肥水準인 것으로 나타났다.

따라서 본 시험과 비슷한 조건의 입간초지(차광정도 45~50%)에서는 봄철에는 다소 높은 窒素施肥로 다수확을 꾀하는 것이 바람직하나 여름과 가을철에는 施肥水準을 낮추어 목초의 품질향상을 도모하여야 할 것으로 생각된다.

2. 초장과 질산태질소함량과의 관계

窒酸態窒素(NO₃-N)함량은 목초의 생육이 진행됨에 따라 점차 낮아졌는데, 이를 초장과 NO₃-N함량과의 回歸式으로 살펴보면 Fig. 2와 같다.

봄철에는 초장과 NO₃-N함량과의 상관관계가 없었으나 여름과 가을철에는 초장이 길어질수록 NO₃-N함량은 급격한 감소를 보여 季節別로 뚜렷이 다른

양상을 보이고 있다.

여기서 限界 NO₃-N함량을 0.21%로 볼 때 여름철에는 목초가 40cm이상, 그리고 가을철에는 44cm이상 생육했을 때 이용하는 것이 품질적인 측면에서 바람직한 것으로 생각되며, Fig. 2의 성적은 4처리외 질소시비수준을 평균한 성적이므로 施肥水準이 다소 낮을 경우에는 이보다 목초의 초장이 다소 짧아도 窒酸中毒의 위험은 크게 낮아질 것으로 사료된다.

3. 질소시비수준에 따른 목초의 수용성 탄수화물 함량

遮光條件下에서 봄철 생육한 목초의 水溶性炭水化物(WSC)함량을 生育時期別로, 그리고 窒素施肥水準別로 살펴보면 Table 4에서 보는 바와 같다.

생육시기별 WSC함량은 5월 17일(수확후 14일째)

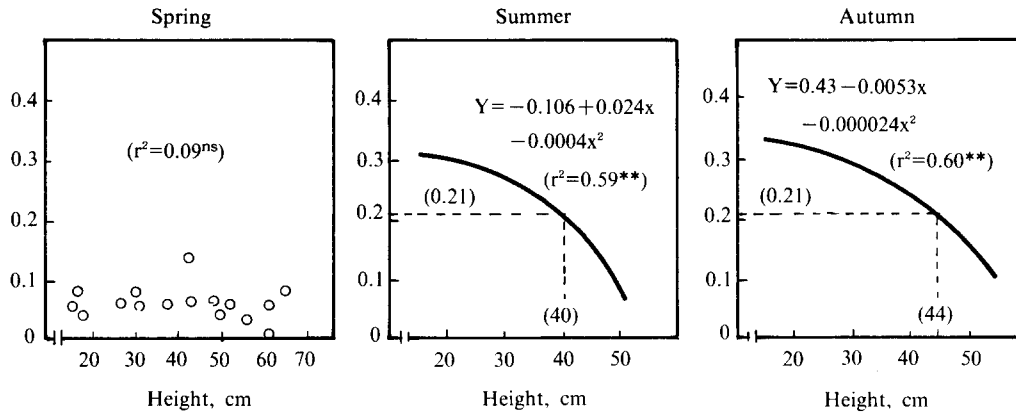


Fig. 2. Relationships between height and nitrate nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$) concentration of grasses grown under shading condition.

Table 4. Effect of nitrogen (N) fertilization level on water soluble carbohydrate (WSC) contents of grasses grown under shading condition in spring season

N level	WSC					Ave.
	Sampling date					
	May 10	May 17	May 24	May 31	June 7	
kg ha ⁻¹ % of dw.					
0	6.57	8.48	8.36	7.65	7.17	7.65
120	5.36	7.30	8.33	7.24	6.52	6.95
240	4.48	7.19	7.93	7.41	5.10	6.42
360	4.98	7.10	7.49	6.22	5.03	6.16
Ave.	5.35	7.52	8.03	7.13	5.96	6.80
LSD, 0.05	1.23	NS	NS	1.41	0.63	0.65

NS; not significant.

과 5월 24일(수확후 21일째)에 각각 7.52%와 8.03%로 높은 함량을 보였으며, 그후 생육이 진행됨에 따라 WSC함량은 점차 낮아졌다. 질소시비수준별 WSC함량은 시비수준이 0, 120, 240, 360kg으로 높아짐에 따라 각각 7.65, 6.95, 6.42, 6.16%로 유의적으로 낮아졌다($P < 0.05$).

이를 다시 窒素施肥水準과 WSC含量과의 回歸式으로 살펴보면(Fig. 3), 시비수준이 높아짐에 따라 WSC 함량은 낮아지고 있다.

이러한 결과는 李 등(1985)의 보고와 같으며, 水溶性炭水化合物含量이 가축의 嗜好性과 밀접한 관계가 있다고 볼 때 높은 窒素施肥條件에서는 기호성을

감소시켜(Bland 및 Odent, 1964; 佐藤 및 早川, 1982; 後藤 등, 1982) 임간초지에서 다량의 질소시비는 採食嗜好性을 크게 저하시킬 것으로 생각된다.

따라서 林間草地에서 窒素施肥는 봄철에는 다소 높은 시비량으로 다수확을 꾀하는 것이 바람직하며, 여름과 가을철에는 시비수준을 낮추어 품질적인 측면을 고려하여야 할 것이다. 이와 관련하여 徐 등(1990a,b)은 여름과 가을철에는 목초의 생산성이 낮아지고 초지의 식생이 불량해지므로 낮은 窒素施肥가 유리하였다고指摘한 바 있으며, 본 시험포장의 경우 연간 질소시비량은 ha당 200kg정도가 바람직하다고 볼 때(徐 등, 1990b), 본 시험포장과 비슷한

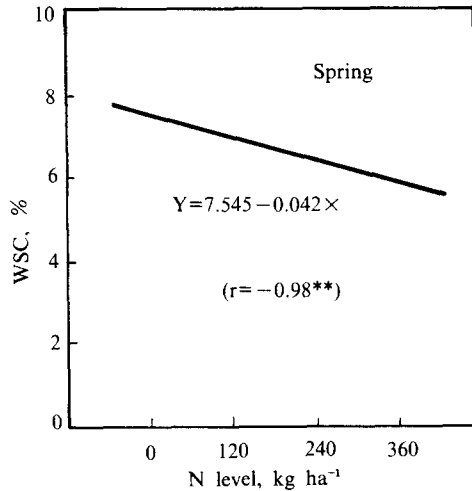


Fig. 3. Relationships between nitrogen (N) fertilization level and water soluble carbohydrate (WSC) content of grasses in spring season.

조건에서는 봄철에는(4~6월) 다소 많은 양의 질소시비로(1회 분시량: 50~70kg) 다수확을 도모하고, 여름과 가을철에는(7~10월) 낮은 질소시비로(1회 분시량: 20~30kg) 사료가치증진을 도모하는 것이 유리할 것이다.

한편 林間草地에서 窒素反應은 庇陰度에 따라 달라지므로 차광정도에 따른 목초의 窒素施肥反應에 대한 研究가 계속하여 비교·검토되어야 할 것이다.

IV. 摘 要

본 시험은 遮光條件草地에서 窒素施肥水準(0, 120, 240, 360 kg/ha/y)이 계절별(봄, 여름, 가을), 생육시기별(수확후 +7, +14, +21, +28, +35일) 목초의 窒素態窒素(NO₃-N)含量과 水溶性炭水化物(WSC)含量에 미치는 영향을 究明하여 임간지 목초의 品質向上을 위한 기초자료를 얻고자 1988년도에 수행하였으며, 遮光은 市販用 차광망을 사용하여 自然光量의 50~55%가 受光되도록 조절하였다.

목초의 NO₃-N함량은 봄철(0.064%)에 비해 여름(0.198%)과 가을철(0.234%)에 현저히 높았으며, 목초의 생육이 진전됨에 따라 점차 낮아졌고, 질소시비수준이 높을수록 0.107, 0.135, 0.176 및 0.245%로 크게 높아졌다(P<0.05).

또한 봄철의 NO₃-N함량은 생육정도와 질소시비수준에 관계없이 0.1% 미만으로 안전범위였으나 여름과 가을철에는 초장이 각각 40cm와 44cm미만, 질소 210kg과 140kg 이상구에서는 窒酸中毒 위험수준이었다. 목초의 WSC함량은 생육진전에 따라 감소경향을 보였으며 질소시비수준이 높을수록 유의감소하였다(P<0.05).

이상의 결과로써 임간초지에서 목초의 NO₃-N함량을 낮추고 WSC함량을 높이는 등 品質向上을 위해서는(본 시험포장의 경우) 연간 ha당 200kg 정도의 窒素施肥가 추천되며, 봄철에는 다소 시비량을 높이고(1회 분시량: 50~70kg) 여름과 가을철에는 시비량을 낮추는 것이(1회 분시량: 20~30kg) 바람직할 것이다.

V. 引用文獻

1. Anonymous. 1979. Method manual 93 series electrodes. Orion Research Inc. Cambridge MASS. 3-10.
2. Bland, B.F. and J.W. Odent. 1964. Animal preference in relation to the chemical composition and digestibility of varieties of cocksfoot. J. Brit. Grassl Soc. 19:306.
3. Seo, S., Y.C. Han and M.S. Park. 1989. Grassland improvement and N fertilization management of woodland in Korea. Proc. XVI. Int Grassl Congr. (Nice, France) Vol. 2:1487-1488.
4. Stritzke, J.F., L.I. Croy and W.E. McMurphy. 1976. Effect of shade and fertility on NO₃-N accumulation, carbohydrate content, and dry matter production of tall fescue. Agron. J. 68: 387-389.
5. Stritzke, J.F. and W.E. McMurphy. 1982. Shade and N effects on tall fescue production and quality. Agron. J. 74:5-8.
6. Wright, M.J. and K.L. Davison. 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. Adv. in Agron. 16:197-241.
7. 關村 榮, 桂 勇, 高橋 鴻七郎. 1979. 寒地型 イネ科牧草における硝酸集積に関する研究. 東北農試年報 61:77-95.

8. 大山嘉信. 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.
9. 佐藤康夫, 早川康夫. 1982. 放牧草地之施肥管理と家畜の行動. I. 窒素施用量の草量と選擇採食性への 영향. 北海道農試研報 104:33-45.
10. 後藤正和, 菅原和父, 林兼六. 1983. 施肥條件が庇陰牧草の嗜好性にそぼす影響. 日草誌 29(1):82-86.
11. 朴文洙, 徐成, 韓永春, 李種京. 1988. 林間草地開發에 관한 研究. VIII. 차광정도가 주요목초의 품질, 소화율 및 질산태질소 함량에 미치는 영향. 韓草誌 8(2):85-91.
12. 徐成, 李種京, 李成哲, 朴文洙. 1990a. 草地의 灌溉效果에 관한 研究. VI. 관개와 질소시비수준이 계절별, 생육시기별 목초의 건물생산과 질산태질소 함량 및 관개효율에 미치는 영향. 韓畜誌 32(3):179-183.
13. 徐成, 李種京, 韓永春, 李武榮. 1990b. 林間草地開發에 관한 研究. IX. 차광조건하에서 질소시비수준이 계절별, 생육시기별 목초생육과 수량 및 초지식생에 미치는 영향. 韓草誌 10(2):89-95.
14. 徐成, 李種京, 韓永春, 曹武煥, 朴文洙. 1988. 草地의 灌溉效果에 관한 研究. II. 관개와 질소시비수준이 목초의 품질과 질산태질소 함량에 미치는 영향. 韓畜誌 30(8):505-511.
15. 李仁德, 尹益錫, 李祖森, 愼鏞國. 1985. 林間草地의 改良 및 利用에 관한 研究. II. 채식기호성과 방목습성에 미치는 비음의 영향. 韓草誌 5(3):207-211.
16. 李鍾烈. 1985. 牧草의 林間栽培에 관한 研究. 韓草誌 5(1):33-36.