

無機態 窒素施肥가 草地의 收量과 植生構成에 미치는 影響  
VI. 無機態 窒素施肥가 草地의 經年에 따른 收量과 經濟的  
窒素施肥水準限界에 미치는 影響

曹益煥 · G. Schechtner\*

Efficiency of Mineral Nitrogen Fertilization on Yield and  
Botanical Composition of Grassland

VI. The effect of mineral nitrogen fertilization on dry matter  
yield and economical mineral nitrogen application of  
grassland depending on its age

Ik Hwan Jo and G. Schechtner\*

Summary

This experiment was carried out to determine the effect of pure mineral nitrogen fertilization on dry matter yield and the amounts of advisable mineral nitrogen on grassland according to its age at the "Federal Institute for Agriculture in the Alps" in Austria. The results obtained were as follows:

1. With only PK-fertilizing average dry matter yields per year were progressively declined during the period of the studies. Compared with the relatively younger grassland(1st-5th year) the DM-yields were decreased by 35% in older grassland (11th-final year).
2. Due to the less reduction of DM-yields by mineral nitrogen application according to the age of grassland. With N-fertilizing the reduction of DM-yields in relatively older grassland was less than that of younger grassland by 11-21%.
3. At 4-and 5-cut systems the nitrogen amounts for the highest marginal yield(the "most efficient" N-dressing rate) per ha and year were distinctly declined in the relatively older grassland.
4. Required efficiencies of mineral nitrogen were not influenced by the age of grassland.

I. 緒 論

作物의 生育을 促進하여 收穫의 對象이 되는 부분을 가능한 良質로 하면서 크게, 혹은 많게 하는 것이 栽培技術의 要點인데, 肥料은 이것을 가장 有效하게 실현시켜 주는 手段의 하나이며, 이 중 특히 窒素肥料은 施肥의 效果가 더욱 뚜렷하다.

그러나 이러한 窒素의 效果는 施肥量, 施肥水準, 施肥時期, 立地條件 및 季節의 分布 등에 크게 依存되고 있음이 本 試驗 I<sup>8)</sup>, II<sup>9)</sup>에 의해 證明되었는

데, 다른 한편으로 草地의 經年화에 따른 差異를 배제할 수가 없다. 즉, Prins(1983)는 無機態窒素 施肥 效果는 맨 처음 刈取시에 가장 높고 그 이후에는 점차 減少하며, 이렇게 positive한 傾向은 積약적인 永年草地에서는 試驗 初年度가 經年草地보다 훨씬 높았음을 밝혔다. 이에 반해 Lübbe(1986)는 자신의 試驗을 통해 처음 3년동안에는 窒素施肥에 의해 높은 생산성이 나타났으나 다음 3년 동안에는 牧草의 生長율이 낮아지고 그 이후에는 또다시 양호한 窒素效率이 나타남을 밝혀 窒素施肥 效率이 經年度에 依

建國大學校(Kon-Kuk University, Seoul 133-701, Korea)

\* Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein(A-8952 Irdning, Österreich)

Table 1. Average dry matter yield(ton/ha) per year according to the age of grassland, in Admont, Piber, Bischofshofen and Gumpenstein.

Treatment	1st-5th year		6th-10th year		11th-final year	
	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r
3-cut areas:						
PK	8.13	20	5.70	20	5.81	20
PK+ 90N	9.50	20	7.17	20	7.32	20
PK+180N	11.73	20	10.34	20	10.46	20
PK+270N	13.32	15	12.35	15	12.32	15
PK+360N	14.15	15	12.70	15	12.46	15
	(15)	(20)	(15)	(20)	(15)	(20)
p=0.05	0.65	0.56	0.72	0.62	0.53	0.41
p=0.01	0.87	0.75	0.96	0.83	0.70	0.54
4-cut areas:						
PK	7.98	20	6.33	20	5.31	20
PK+120N	9.09	20	7.27	20	7.13	20
PK+240N	11.33	20	9.86	20	9.59	20
PK+360N	13.15	15	11.91	15	11.15	15
PK+480N	13.56	15	12.57	15	11.71	15
	(15)	(20)	(15)	(20)	(15)	(20)
p=0.05	0.65	0.54	0.64	0.55	0.54	0.42
p=0.01	0.82	0.71	0.84	0.73	0.71	0.55
5-cut areas:						
PK	8.23	15	6.93	15	5.42	15
PK+150N	9.31	15	8.47	15	7.46	15
PK+300N	11.59	15	10.75	15	10.12	15
PK+450N	12.99	15	12.14	15	11.47	15
PK+600N	13.23	15	12.18	15	11.61	15
p=0.05		0.51		0.61		0.66
p=0.01		0.68		0.81		0.87
6-cut areas:						
PK	7.38	20	6.07	20	4.27	20
PK+180N	8.90	20	7.93	20	7.28	20
PK+360N	10.95	20	10.07	20	9.79	20
PK+540N	12.38	15	11.66	15	11.27	15
PK+720N	12.50	15	11.09	15	11.08	15
	(15)	(20)	(15)	(20)	(15)	(20)
p=0.05	0.59	0.51	0.79	0.69	0.56	0.44
p=0.01	0.78	0.67	1.05	0.91	0.74	0.58

存됨을 시사하였다.

따라서 본 試驗에서는 經過年度에 따라 無機態 窒素施肥에 의한 年平均收量の 변화 뿐만 아니라 그에 대응한 적절한 無機態窒素 施肥水準 限界를 밝히고자 실시되었다.

## II. 材料 및 方法

本 試驗은 試驗地域 Admont(1969~1987), Piber(1970~1987), Bischofshofen(1970~1987) 및 Gumpenstein(1962~1987)에서 年平均 乾物收量を 第 I 報<sup>1)</sup>와 同 材料로 부터 구하여 經年의 영향을 위해 다음과 같이 區分하여 平均 收量を 測定하였고, 分析方法은 동일하게 하였다.

經年구분: 各 試驗地域 公히 試驗 1年~5年(幼年草地), 試驗 6年~10年(長年草地) 및 試驗 11年~試驗 마지막 年(老年草地)으로 구분하였다.

## III. 結 果

### 1. 經年에 따른 年平均收量

無機態窒素 施肥水準과 刈取頻度별 試驗의 經過年度에 따른 Admont, Piber, Bischofshofen 및 Gumpenstein 등 총 4지역의 平均 年間 乾物收量은 Table 1과 같다.

모든 施肥水準과 刈取頻度에서 造成 後 몇년 經過

되지 않는 幼年草地在 다른 長年, 혹은 老年草地 보다 乾物收量이 훨씬 많은데, 특히 이러한 傾向은 磷酸과 칼리 施肥區(PK區)에서 가장 뚜렷하다. 즉, 幼年草지에서 磷酸과 칼리施肥시에는 長年, 혹은 老年草지의 PK施肥에 비해 平均 21~35%의 增收가 나타나고 있다(Table 2 참조).

이들 幼年草지에 대한 長年 및 老年草지의 平均收量を 상대적으로 비교한 것이 Table 2인데, 그 傾向을 보면 幼年草지에 비해 長年草지에서 平均 약 7~16% 收量減少가 나타난 반면에, 老年草지에서는 平均 11~21%의 減少를 보여 長年草地 보다는 4~5%의 減少만이 나타났다. 특히 이러한 經年化에 따른 收量減少의 弱化現象은 특히 刈取頻도가 높고(年間 5회 혹은 6회刈取) 高窒素 施肥區에서 잘 나타나고 있다.

年間 3회 刈取 利用區에서 幼年草지가 長年, 혹은 老年草地 보다 현저하게 높은 乾物收量を 보이지만, 造成 6年 이후부터(長年 혹은 老年草地) 窒素施肥로 인한 乾物收量の 변화에는 별 差異가 나타나지 않는다. 한편 4, 5 및 6회 刈取利用區에서는 長年에서 老年草지로 進行됨에 따라 收量이 減少하였고, 4개의 窒素 施肥水準에서는 平均적으로 3.5%의 收量 差異를 보이고 있다.

### 2. 經年化에 따른 經濟的 窒素施肥水準

最高 限界收量を 위한 窒素施肥量이 試驗 經年에 따라 현저하게 減少됨이 Table 3에 나타나는데, 이는 특히 年間 4회와 5회 刈取區에서 老年草지가 幼年草

Table 2. Comparison of relatively dry matter yields among the rel. younger, maturer and loder grassland.

Treatment	Comparison of rel. DM-yields in %(younger grassland=100%)									
	3-cut areas		4-cut areas		5-cut areas		6-cut areas		average	
	1)*	2)**	1)	2)	1)	2)	1)	2)	1)	2)
PK	-29.1	-28.4	-20.7	-33.5	-15.8	-34.2	-17.8	-42.2	-20.9	-34.6
PK+N1	-24.5	-22.9	-20.0	-21.5	-9.0	-19.8	-10.9	-18.2	-16.7	-20.6
PK+N2	-11.8	-10.8	-13.0	-15.3	-7.3	-12.7	-8.0	-10.6	-10.0	-12.4
PK+N3	-7.3	-7.5	-9.5	-15.2	-6.6	-11.7	-5.9	-9.0	-7.3	-10.9
PK+N4	-10.3	-12.0	-7.3	-13.7	-6.9	-12.3	-11.3	-11.4	-9.0	-12.4

1)\* : Proportion of younger to maturer grassland

2)\*\* : Proportion of younger to older grassland

Table 3. Efficiency-datas and economical borders of N-fertilization

Treatment	1)	2)	3)	4)
(kg/ha and year)				
3-cut areas:				
Marginal yield(dy/dx)	dy/dx= max.	dy/dx= 16	dy/dx= 12	dy/dx=0
1st-5th year	153 kg N	266 kg N	295 kg N	375 kg N
6th-10th year	154	274	288	322
11th-final year	149	267	281	316
4-cut areas:				
Marginal yield(dy/dx)	dy/dx= max.	dy/dx= 16	dy/dx= 12	dy/dx=0
1st-5th year	216 kg N	353 kg N	371 kg N	442 kg N
6th-10th year	229	375	390	448
11th-final year	168	341	364	453
5-cut areas:				
Marginal yield(dy/dx)	dy/dx= max.	dy/dx= 16	dy/dx= 12	dy/dx=0
1st-5th year	254 kg N	404 kg N	438 kg N	535 kg N
6th-10th year	220	388	423	524
11th-final year	180	396	428	528
6-cut areas:				
Marginal yield(dy/dx)	dy/dx= max.	dy/dx= 16	dy/dx= 12	dy/dx=0
1st-5th year	265 kg N	391 kg N	467 kg N	641 kg N
6th-10th year	246	412	462	587
11th-final year	"norm"*	406	456	614

1) N-dressing amounts in order to the max. marginal yields

2) Economical borders with rel. high required efficiencies

3) Economical borders with middle required efficiencies

4) N-dressing amounts in order to the highest yields

\*With the sigmaformed process of Input-Output curve(The normal process of production curve is marked with "norm").

地的 경우 보다 年間 施肥量이 약 50 혹은 70kg N/ha 정도 적을 때 最高 限界收量에 도달하였으나 年間 3 회 刈取區에서는 별 差異가 없었다. 또한 査定된 窒素效率 요구에 따른 經濟的 窒素施肥 限界는 草地의 經年化에 따라 뚜렷한 差異가 없었다.

#### IV. 考 察

本 試驗의 結果에 의하면 無窒素(단지 磷酸과 칼리 施肥)와 窒素施肥區 공히 草地의 經過年數에 따라 收量 減少現象이 뚜렷하게 나타났는데, 이는 無窒素區에서 試驗經過年數에 따라 既存 土壤 中에 養分利用을 위한 雜草와의 競爭으로 인해 과중된 牧草의

심한 억압과 窒素施肥區의 經年草地에서 收量減少는 土壤窒素 供給源인 糞과 牧草의 減少와 飼料價値가 높고 收量이 풍부한 化분과 牧草의 食養비율이 현저하게 적어지기 때문이라 사료된다.<sup>1,2,3)</sup> 그러나 草地의 老化에 따른 乾物收量의 減少現象이 窒素施肥로 인해 弱화되었음도 本 試驗에서 밝혀져 永年草地의 영속성을 위해서는 반드시 窒素施肥가 필요함이 나타났다.

또한 Prins(1980, 1981 및 1983) 및 Prins 등(1980)은 草地의 經年化에 따라 經濟的 窒素施肥 限界가 줄어들음을 밝혔는데, 本 試驗에서도 最高 限界收量에 도달하기 위한 施肥量은 平均 年間 收量과 마찬가지로 試驗의 經年에 따라 현저하게 減少되었다. 특히

이러한 傾向은 빈번하게 利用되는 刈取區에서 뚜렷하였다. 이들은 造成後 몇 年 지나지 않는 幼年草地가 높은 窒素施肥과 함께 草地의 潛在生産力을 훨씬 잘 利用하기 때문에 생각된다.

## V. 摘 要

本 試驗은 草地의 經年化에 따른 無機態 窒素施肥時 草地收量에 미치는 影響과 바람직한 無機態 窒素施肥水準을 究明하고자 오스트리아 알프스농업을 위한 聯邦研究所 Gumpenstein 산하 試驗圃場(Admont, Piber, Bischofshofen 및 Gumpenstein) 4지역에서 수행되었던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 磷酸과 칼리만의 施肥에는 草地의 經年에 따라 收量이 현저하게 減少되었다. 즉 비교적 老화된 草地(11th year-final year)는 幼年草地(1th-5th year)에 비해 35%의 乾物收量 減少를 나타냈다.

2. 窒素施肥은 草地의 經年化에 따른 乾物收量の 減少를 弱화시켰다. 즉 窒素가 施肥된 區에서는 비교적 老화된 草地의 乾物收量이 幼年草地 보다 단지 11~21%의 減少가 나타났다.

3. 年間 빈번하게 利用되는 刈取區(4회와 5회 刈取區)에서는 草地가 老화 될수록 最高 限界收量을 위한 窒素施肥量이 뚜렷하게 減少하였다(幼年草地에 비해 年間 50~70 kg N/ha/year).

4. 책정된 窒素效率 要求에 따른 經濟的 窒素施肥 限界는 草地經年の 影響을 별로 받지 않았다.

## VI. 引用文獻

1. Laidlaw, A. S. 1980. The effect of nitrogen fertilizer applied in spring on swards of ryegrass sown with four cultivars of white clover. *Grass and Forage Sci.* 35: 295-199.
2. Laidlaw, A. S. 1984. Quantifying the effect of nitrogen fertilizer applications in spring on white

clover content in perennial ryegrass-white clover swards. *Grass and Forage Sci.* 39: 317-321.

3. Lübbe, R. 1986. Zum Einfluß von Düngung, Schnitthäufigkeit und Neuansaat auf Heuertrag und Ertragsstruktur hessischer Mittelgebirgswiesen. *Wirtschaftseig. Futter* 32(1): 72-88.
4. Prins, W. H. 1980. Changes in quantity of mineral nitrogen in three grassland soils as affected by intensity of nitrogen fertilization. *Fertilizer Res.* 1: 51-63.
5. Prins, W. H. 1981. Residual effects of two years of very high nitrogen applications on clay soil under grass in a temperate climate. *Proc. 14th Int. Grassl. Congr. Lexington.* 305-308.
6. Prins, W. H. 1983. Effect of a wide range of nitrogen applications on herbage nitrate content in long-term fertilizer trials on all-grass swards. *Fertilizer Res.* 4: 101-113.
7. Prins, W. H., Burg van P. F. G. and Wieling, H. 1980. The seasonal response of grassland to nitrogen at the different intensities of nitrogen fertilization, with special reference to methods of response measurements. *Proc. Int. Sym. Europ. Grassl. Fed.* "The role of nitrogen in intensive grassland production," Wageningen 25th-29th August 1980; Centre Agric. Publishing and Documentation, Wageningen. 250-253.
8. 曹益煥, Schechtner, G. 1990. 無機態 窒素施肥가 草地의 收量과 植生構成에 미치는 影響. I. 草地의 收量과 經濟的 無機態 窒素施肥限界. *韓草誌* 10(2): 102-109.
9. 曹益煥, Schechtner, G. 1990. 無機態 窒素施肥가 草地의 收量과 植生構成에 미치는 影響. II. 草地收量の 季節的 分布와 經濟的 無機態 窒素施肥限界. *韓草誌* 10(3): 158-163.