

유휴지에서 조사료 생산을 위한 적정 가축분뇨의 시용에 관한 연구

I. 액상구비의 시용시기와 무기태 질소의 첨가가 Orchardgrass의
건물수량에 미치는 영향

조 익 환

대구대학교 농과대학 축산학과

A Study on Optimum Rate of Cattle Slurry Application for Forage Production using Idled Arable Land.

I. The effect of applying time of cattle slurry and fertilization added
mineral nitrogen on dry matter yield in Orchardgrass.

Ik Hwan Jo

Dept. of Animal science, Taegu University, Kyongbuk 713-714, Korea

ABSTRACT

The aim of this experiment was to investigate the effects of applying time of cattle slurry and fertilizing added mineral nitrogen on dry matter yield of orchardgrass and also to estimate proper levels of fertilizing nitrogen when idled arable land rapidly increased these days, which was used for the production of Orchardgrass. The results were as follows.

1. The annual yields of dry matter were produced 5.62~6.67 ton per ha when cattle slurry applied at rates of 30m³(average mineral fertilizer equivalent to 120kg) per ha in different dressing times. Those were higher 0.60~1.65 ton or 0.16 ton per ha than the yields from non-fertilizing or phosphorous and potassium fertilizing.

2. Relative yields of annual dry matter from mineral nitrogen fertilization of 120kg per ha were 142~146% in comparison with control plots(cattle slurry plot or phospho-

*본 연구는 1994년도 동일문화장학재단의 학술연구비의 지원에 의하여 수행되었음.

us and potassium plot). On the other hand, those of cattle slurry application were 112~133% in comparison with non-fertilizing plot.

3. The efficiencies of nitrogen on dry matter yield(kg DM/kg N) were 5.0~13.8 DM kg/N kg when cattle slurry applied to Orchardgrass at rates of 30m³(average mineral fertilizer equivalent to 120kg) per ha, and were 21.3~23.1kg DM/kg N at the same level fertilization of mineral nitrogen.

4. On the condition of this study, mineral nitrogen were fertilized after applying cattle slurry at rates of 30m³(average mineral fertilizer equivalent to 120kg) per ha in order to minimize chemical fertilizer and increase the potential production of Orchardgrass. At this situation, marginal dry matter yields of 8.48~8.63 ton per ha were obtained as the level of economic even point point when mineral nitrogen fertilization is between 119.4 and 133.3kg per ha. It was possible to obtain the maximal dry matter yield(8.98 tons/ha) with fertilization of 202.8kg N/ha.

초 록

본 연구는 점차 확대되어 가는 유휴지에 Orchardgrass를 재배하였을 때, 액상구비의 시용시기와 무기태 질소추가시비가 건물수량에 미치는 영향을 조사하였다. 연간 ha 당 120kg의 질소에 해당하는 액상구비(30m³/ha)를 2회 분할 시용으로 연간 5.62~6.67 톤(평균 6.15 ton/ha)의 건물수량을 얻어 무비구 및 인산과 칼리시용구 보다 0.60~1.65 및 0.16 톤의 증수를 보였다. 무기태 질소를 ha 당 120kg 시비하였을 때 대조구에 대한 연간 상대건물수량은 142~146%를 나타낸 반면에, 액상구비의 시용으로는 무비구에 대한 상대건물수량이 112~133%를 기록하였다. 한편 질소시용에 따른 건물생산효율(kg DM/kg N)은 액상구비의 시용시에 5.0~13.8의 건물을 생산하였고, 동일한 양(120kg N/ha)의 무기태 질소수준에서는 21.3~23.1kg DM/kg N을 나타내었다. 본 실험의 조건에서 화학비료를 최소화하면서 Orchardgrass의 잠재생산성을 증대시키기 위해서는 액상구비를 시용한 후 무기태 질소를 추가시비한 경우로서, 이때 무기태 질소의 경제적 시비수준은 119.4~133.3kg/ha의 범위였고 경제적 한계수량은 8.48~8.63ton/ha를 얻었으며 한계시비수준은 202.8kg/ha에서 8.98 ton/ha의 최대건물수량을 얻을 수 있었다.

핵심용어: 액상구비, 건물생산효율, 경제적 시비수준, 경제적 한계수량, 한계시비수준, 최대건물수량

1. 서 론

최근 20여년 동안 우리나라는 공업을 위주로 한 산업발전에 힘입어 국민경제 규모가 비약적

으로 확대되어 왔으나 농업부문의 발전은 상대적으로 저조하여 농촌인구의 도시 집중현상이 심화되었다. 이러한 도시로의 농촌인구의 유출은 농촌인구의 노령화와 부녀화를 가져왔고 농촌인구의 감소에 의한 노동력의 부족은 인건비

상승을 초래하여 오랫동안 노동력에 의존해 왔던 대부분의 농가에 농업경영을 악화시키게 되었다. 게다가 농산물의 수입자유화에 의하여 값싼 외국산 농산물의 수입이 증가되어 안정된 농산물가격의 유지가 어려워 졌고 사회적으로는 3D 기피현상이 만연된데다가 UR협상이 개시되면서 농업에 대한 위기감이 고조되었고 그에 따른 영농의욕의 상실은 농촌의 이농율의 증가와 더불어 경작지의 유희화가 급속히 진행되었다. 즉, 1992년만 하더라도 약 85,000ha의 경작지가 유희지화되었고, 앞으로도 유희농지의 증가 추세는 가속화될 것으로 전망되어 식량증산과 농지보전 및 환경보전 차원에서 유희농지의 활용방안의 수립은 시급한 문제라고 생각된다.

이상과 같은 현실에서 우리나라의 축산농가(젖소와 한우 사육농가)의 대부분은 영농규모가 영세하고 경지면적이 협소하여 조사료의 생산량이 절대적으로 부족하여 농후사료 위주의 사양체계를 유지하고 있어 가축의 생산비 증가와 함께 가축의 경제적수명을 단축시키고 생산효율을 감소시키는 구조적인 문제점을 안고 있다. 따라서 매년 증가될 것으로 전망되는 유희지를 활용하여 조사료를 값싸게 대량으로 생산할 수 있는 기술체계를 확립시켜 축산농가의 사료구조를 개선시켜야 한다고 생각된다. 또한 1994년 9월말 현재 축산농가에서 사육되고 있는 젖소와 한우의 사육두수는 약 290만두로 추정되는데(농림수산부, 1994) 두당 1일 50kg의 분뇨가 배설된다고 가정할 경우 연간 약 14,500만톤 이상의 가축분뇨가 생산된다. 그러나 일부의 대규모 기업농과 전업농가를 제외한 대부분의 축산농가에서는 가축분뇨를 그대로 폐기 또는 방류하고 있어 귀중한 자원을 낭비하고 있는 것은 물론 심각한 환경오염원이 되고 있는 실정이다. 반면에 축산농가에서는 초지 또는 사료작물의 생산을 주로 화학비료(특히 질소)에 의존하여 토양이 산성화

되고, 호질소성 잡초의 증가 및 식물체에서의 질산태 질소의 집적과 토양에서의 용탈등 비경제적인 시비관리가 이루어져온 것이 현실이다.

이러한 문제점을 해소하기 위하여 선진낙농국가에서는 조방초지에서 오래전부터 농가자급비료의 생산에 의한 순환초지경영방법을 도입하고 있다. 즉, 전년도에 얻어진 가축분뇨의 혼합물을 충분히 발효시킨 후 이듬해 유기질 비료로써 토양에 환원시켜 초지의 생산성을 향상시키므로 단위면적당 조사료의 생산비를 절감할 수 있어 낙농경영에 크게 도움이 된다. 그러나 가축분뇨(액상구비)의 식물체의 양분으로 이용은 기후조건과 이용빈도에 따라 현저한 차이를 가져올 수 있으므로 적정 액상구비의 시용시기에 따른 효과, 무기태 질소의 시용효과와의 비교 및 무기태 질소와의 혼용에 의한 상승효과 등 초지의 생산성 향상을 위한 비료자원으로서의 이용과 환경오염원을 감소시킬 수 있는 유효한 방법으로서의 적정한 가축분뇨의 시용기술체계의 확립이 요구된다(Vetter와 Steffens, 1986; Rees 등, 1993).

따라서 본 연구에서는 유희농지를 이용하여 Orchardgrass를 재배하였을 때, 액상구비의 시용시기와 무기태 질소의 추가시비가 건물수량에 미치는 영향을 조사하여, 유기성 자원의 효율적인 이용과 Orchardgrass의 잠재생산성을 최대로 발휘할 수 있는 액상구비와 무기태 질소 수준을 추정하고, 질소이용효율을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험은 경북 경산군 소재 대구대학교 농과대학 부속농장에 1993년 가을에 조성된 Orchardgrass(var. potomac) 초지에서 1994년 2월부터 11월까지 실시되었다.

실험구 면적은 처리당 4m²(2m×2m)로 하였

Table 1. Soil chemical properties before the experiment.

pH (1:5 H ₂ O)	Organic matter (%)	Total nitrogen (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable Cation(me/100g)				C. E. C. ¹⁾ (me/100g)
				K	Ca	Mg	Na	
6.0	1.3	0.18	500	0.5	4.2	1.9	1.0	9.6

¹⁾C.E.C.: Cation exchange capacity

고, 각처리는 크게 화학비료 시용구, 액상구비 시용구 및 액상구비와 화학비료 첨가시용구로 구분하여 다음과 같이 총 15개의 처리를 3반복 난괴법으로 하였다.

① 화학비료 시용구: 인산과 칼리를 ha 당 각각 200과 240kg을 시용하고 ha 당 질소(요소) 성분량으로 0, 120, 240 및 360kg의 무기태 질소를 4회에 동량 분시

② 액상구비 시용시기구: 무비구를 대조구로 하여 시용시기를 S1(1과 2번초), S2(1과 3번초), S3(1과 4번초), S4(2와 3번초), S5(2와 4번초) 및 S6(3과 4번초 생육시기에 시용) 등 6 조합으로 ha 당 질소성분 120kg수준의 액상구비(총질소 4%이고 건물함량이 10%의 액상구비 30m³)를 2회에 동량 분시

③ 액상구비 시용 후 무기태질소 첨가구: 액상구비 시용구(②항의 S2 즉, 1과 3번초의 생육시기에 시용)를 대조구로 하여 ha 당 질소(요소)를 액상구비를 시용하지 않는 시기(2와 4번초)에 성분량으로 60, 120, 180 및 240kg의 무기태 질소를 2회에 동량 시비

실험실시지역 토양의 화학성분은 표 1과 같이 유기물이 1.3로서 낮은 편이고 pH는 6.0으로 약산성이었고 유효태 인산은 500ppm으로 아주 높았다.

조사는 연간 4회 예취이용하여 각 예취시기에 단위면적당 생초수량을 측정한 후, 이들 중 일부(약 500g)를 건조기내에서 60°C, 48시간 건

조후 건물수량을 구하고 단위면적당 건물수량을 산출하였으며 각 질소시비원에 따른 질소이용효율을 건물생산효율(kg DM/kg N)로 평가하였다.

한편 무기태 질소시비수준에 따른 건물수량의 시비반응곡선을 응용하여 한계질소시비수준(limiting N level)을 구하고 Jo(1989) 등의 방법으로 경제적 질소시비수준(economic N level)을 추정하였다.

3. 결 과

3. 1 질소시비원에 따른 건물수량

무기태 질소, 액상구비 시용 및 액상구비 시용 후 무기태 질소의 첨가시비에 따른 건물수량의 변화를 나타낸 것이 표 2이다.

인산과 칼리만을 시용한 구의 연 평균 건물수량이 ha 당 5.99 톤을 기록한 화학비료시용구의 예취번호별 건물수량은 2번초에서 가장 높았고 4번초에서 가장 낮았으며, 시비수준간 평균 건물수량은 1번초를 제외하고 유의차가 인정되었다(p<0.05). 즉, 무기태 질소시비가 대조구(인산과 칼리만을 시용한 구)에 비해 유의하게 높은 건물수량을 보이고 있다. 특히 연간 건물수량은 질소시비의 증가에 따라 증가함을 나타내지만 무질소 시비구에 ha 당 120kg의 질소를 시비하였을 경우, ha 당 8.76 ton을 나타내어 가장 큰 건물수량의 증가폭(2.77 ton)을 기록하였으나(p<0.05), 연간 240kg(9.36ton/ha)에

Table 2. Dry matter yields(ton/ha) as affected by different nitrogen source application.

Treatment	Dry matter yield(ton/ha)				
	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	4th Cut	Total
<u>Fertilizer application plot;</u>					
PK(control)	1.81	1.73	1.77	0.69	5.99
PK + 120N ¹⁾	2.59	2.99	2.03	1.15	8.76
PK + 240N ¹⁾	2.49	3.42	2.62	0.83	9.36
PK + 360N ¹⁾	2.50	3.94	1.93	0.93	9.30
L. S. D(p<0.05)	NS	1.63	0.98	0.27	2.70
<u>Slurry application plot;</u>					
Nil(control)	1.34	1.44	1.57	0.66	5.02
S1 ²⁾	1.61	1.71	1.67	0.63	5.62
S2 ²⁾	1.62	1.70	2.06	0.68	6.07
S3 ²⁾	1.97	1.95	1.84	0.90	6.67
S4 ²⁾	1.38	1.87	2.33	0.81	6.39
S5 ²⁾	1.31	2.25	1.87	0.88	6.32
S6 ²⁾	1.42	1.41	2.14	0.94	5.92
L. S. D(p<0.05)	NS	NS	0.52	NS	NS
<u>Slurry + Mineral-N application plot;</u>					
S ³⁾ (control)	1.62	1.70	2.06	0.68	6.07
S ³⁾ + 60N	1.79	2.64	2.04	0.92	7.38
S ³⁾ + 120N	1.67	3.71	2.19	1.06	8.63
S ³⁾ + 180N	1.75	3.79	2.35	1.02	8.91
S ³⁾ + 240N	1.53	3.86	2.50	1.01	8.90
L. S. D(p<0.05)	NS	0.78	NS	0.29	2.61

Note. ¹⁾ Mineral nitrogen fertilization(kg/ha and year)

²⁾ Timing of slurry application for 1st and 2nd growth(S1), 1st and 3rd growth(S2), 1st and 4th growth(S3), 2nd and 3rd growth(S4), 2nd and 4th growth(S5) and 3rd and 4th growth(S6)

³⁾ Slurry application for 1st and 3rd growth

서 360kg(9.30ton/ha)으로 증시함에 따라 오히려 감소하였다.

연간 ha 당 120kg에 해당하는 질소를 액상구비로 2회 분할하여 시용한 구에 건물수량의 변화는 3번초에서만 처리간 유의한 차이가 인정되지만, 대체적으로 대조구인 무비구보다는 높은 건물수량을 보이고 있다. 연간 건물수량은 대조

구에 비해 질소성분으로 ha 당 120kg에 해당하는 액상구비를 시용하여 ha 당 평균 0.60~1.62 ton의 증가를 초래하였으며, 특히 액상구비를 1과 3번초, 1과 4번초, 2와 3번초 및 2와 4번초의 생육시기에 시용하였을 때에 각각 6.07, 6.67, 6.39 및 6.32 ton의 건물수량을 나타내어 화학비료구의 대조구인 인산과 칼리만

을 시용한 경우(5.99ton/ha) 보다 높았다.

무기구 보다 액상구비를 1과 3번초의 생육시기에 시용하였을 때 연간 1 ton 이상의 건물수량의 증가를 초래하는 시험구에 무기태 질소를 추가할 경우, 무기태 질소를 시비한 시기에만 처리간 유의한 차이가 인정되었다($p < 0.05$). 특히 이러한 경향은 2번초에 더욱 뚜렷하였다. 한편 연간 건물수량은 무기태 질소를 ha 당 180kg까지 증시함에 따라 증가를 보이지만 그 이후의 240kg의 시비수준에서는 연간 건물수량이 감소함을 보이고 있다. 즉, ha 당 60kg의

무기태 질소를 추가로 시비함에 따라 대조구에 비해 1.31톤의 연간 건물수량의 가장 큰 증가를 보이고 있으나 이후의 증시에 따라서는 전단계 시비수준 보다 각각 ha 당 1.25, 0.28, -0.01톤의 건물수량의 증가폭을 나타내었다.

3. 2 대조구에 대한 질소시비원의 상대건물수량

대조구에 대한 각 실험구의 상대건물수량을 나타낸 것은 표 3이다.

화학비료만을 시비한 경우, 예취번호별 상대

Table 3. Relative dry matter yield of each treatment plots against control plot.

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	4th Cut	Total
<u>Fertilizer application plot:</u>					
PK(control)	100	100	100	100	100
PK + 120N ¹⁾	143	173	115	167	146
PK + 240N ¹⁾	138	198	148	120	156
PK + 360N ¹⁾	138	228	109	135	155
<u>Slurry application plot:</u>					
Nil(control)	100	100	100	100	100
S1 ²⁾	120	119	106	95	112
S2 ²⁾	121	118	131	103	121
S3 ²⁾	147	35	117	136	133
S4 ²⁾	103	130	148	123	127
S5 ²⁾	98	156	119	133	126
S6 ²⁾	106	98	136	142	118
<u>Slurry + Mineral-N application plot:</u>					
S ³⁾ (control)	100	100	100	100	100
S ³⁾ + 60N	110	155	99	135	122
S ³⁾ + 120N	103	218	106	156	142
S ³⁾ + 180N	108	223	114	150	147
S ³⁾ + 240N	94	227	121	149	147

Note. ¹⁾ Mineral nitrogen(kg/ha and year)

²⁾ Timing of slurry application for 1st and 2nd growth(S1), 1st and 3rd growth(S2), 1st and 4th growth(S3), 2nd and 3rd growth(S4), 2nd and 4th growth(S5) and 3rd and 4th growth(S6)

³⁾ Slurry application for 1st and 3rd growth

건물수량은 2번초에서 처리간에 173~228%로 가장 높게 나타났으며 이들과 3번초의 ha 당 240kg의 질소시비구를 제외하고는 ha 당 120kg의 질소시비가 다른 질소시비수준 보다 훨씬 높은 상대수량을 나타내었다. 연간 상대건물수량은 연간 ha 당 120kg의 질소시비구가 146%를 기록하여 ha 당 240과 360kg의 질소시비구와는 단지 9~10%의 차이만을 나타내었다.

액상구비 시용구의 대조구에 대한 예취번호별 상대건물수량은 1번초에서 가장 낮게 나타났고 연간 상대건물수량은 112~133%의 범위를 보이고 있다.

액상구비를 사용한 후 무기태 질소를 추가로 시비한 구의 상대건물수량은 무기태 질소를 시비한 시기에 높게 나타났으며 특히, 4번초 보다는 2번초에서 155~227%로 가장 높았다. 또한 대조구에 대한 연간 상대건물수량은 ha 당 60과 120kg의 무기태 질소의 추가시비시에 각각 122와 142%로 높게 증가하지만 그 이후의 시비에서는 단지 5%의 증가만을 보였다.

3. 3 질소이용효율

질소시비에 따른 질소이용효율을 건물생산효율(kg DM/kg N)로 나타낸 것이 표 4이다.

화학비료 시비구에서 건물생산효율(kg DM/kg N)은 ha 당 120kg의 질소시비시에 23.1로 가장 높게 나타났고 그 이후의 시비시에는 큰 폭으로 감소하여 ha 당 360kg의 질소시비시에는 9.2kg DM/kg N에 달하였다.

질소성분량으로 연간 ha 당 120kg의 수준을 사용한 액상구비에서의 건물생산효율은 5.0~13.8kg DM/kg N으로 나타났지만 1과 4번초, 2와 3번초 및 2와 4번초의 생육시기에 사용한 액상구비에서는 각각 13.8, 11.4 및 10.8의 건물생산효율(kg DM/kg N)을 보이고 있다.

목초의 1과 3번초의 생육시기에 액상구비를 사용하여 건물생산효율(kg DM/kg N)이 8.8을 기록한 대조구에 ha 당 60과 120kg의 무기태 질소를 첨가시비할 경우, 각각 21.8과 21.3의 건물생산효율(kg DM/kg N)을 나타내었고 그 이후의 시비시에는 조금씩 감소하였는데, 화학비료만을 사용한 구보다는 감소 경향이 미약하다.

3. 4 무기태 질소시비수준에 대한 건물수량의 변화

무기태 질소시비수준에 대한 건물수량의 변화를 나타낸 것이 표 5이다.

Table 4. Efficiencies of dry matter production(kg DM/kg N) to different nitrogen source application.

Fertilizer application plot		Slurry application plot		Slurry + Mineral-N plot	
N-level(kg/ha)	kg DM/kg N	Slurry effect	kg DM/kg N	N-level(kg/ha)	kg DM/kg N
120kg	23.1	S1	5.0	60kg	21.8
240kg	14.0	S2	8.8	120kg	21.3
360kg	9.2	S3	13.8	180kg	15.8
		S4	11.4	240kg	11.8
		S5	10.8		
		S6	7.5		

Note. Timing of slurry application for 1st and 2nd growth(S1), 1st and 3rd growth(S2), 1st and 4th growth(S3), 2nd and 3rd growth(S4), 2nd and 4th growth(S5) and 3rd and 4th growth(S6)

경제적 시비수준(economic N level)의 범위는 화학비료 시비구에서 148.0~168.0 kg/ha 이고 액상구비 시용 후 무기태 질소의 첨가 시비구에서는 119.4~133.3kg/ha을 나타내었으며 이때 얻어지는 경제적 한계수량은 ha 당 각각 8.91~9.13과 8.48~8.63 톤이었다.

또한 한계시비수준(limiting N level)은 화학비료 시비구에서 270.4kg/ha 그리고 액상구비에 무기태 질소의 첨가시비구에서 202.8kg/ha를 나타내었으며 이때 얻어지는 최대건물수량(maximum dry matter yield)은 각각 9.64와 8.98톤을 나타내어 화학비료구에서 최대건물수량이 높았다.

4. 고 찰

일반적으로 가축분뇨는 식물체의 영양소원이면서 분뇨 중에 포함된 유기물첨가로 물리성이 개선되므로 토양개량제로서의 경제적 가치를 인정 받고 있다(Wilkinson, 1979). 그러나 이러한 가축분뇨도 과다사용으로 인해 토양에서 염기간의 불균형, 염해 및 토양으로부터의 양분유실을 초래할 수 있어(Bracker, 1982) 적정 사용수준과 시용시기를 규정하고 있는데, Schectner(1981) 등은 조방적으로 이용되는 초지에서 액상구비(총 질소:0.4%, 건물함량:10%)의 시용수준을 연간 ha 당 30m³ 정도만으로 적절한 건물수량을 유지할 수 있다고 하여 권장하고 있다. 본 실험에서는 이러한 권장사용수준인

질소성분으로 ha 당 120kg에 해당하는 액상구비를 시용하여 5.62~6.67톤(평균 6.15ton/ha)의 건물수량을 얻어 무비구(5.02ton/ha) 보다는 0.60~1.65톤의 증수를 보였고 화학비료 시비구의 대조구(인산과 칼리구) 보다 약 0.16톤의 증수를 나타내어 적절한 시용시기의 선정으로 초지의 생산성 향상의 가능성을 시사하고 있는데, 특히 이러한 경향은 1과 3 혹은 4번초 그리고 2와 3 혹은 4번초의 생육시기에 액상구비를 시용하였을 때 더욱 뚜렷하다(표 2). 한편 Ruppert 등(1985)은 액상구비의 시용이 봄철이 다른 계절보다 훨씬 시용효과가 높다고 보고하고 있는데, 본 실험에서는 실험이 수행된 해가 이상기온(가뭄)으로 그 효과가 뚜렷하지 않았기 때문이며 이를 위해서는 장기간에 걸친 연구로 더욱 자세한 결과가 필요하리라 생각된다.

무기태 질소를 연간 ha 당 120kg 시비하였을 경우 대조구에 대한 상대건물수량은 142~146%를 나타낸 반면에, 질소성분량으로 연간 ha 당 120kg에 달하는 액상구비를 시용한 구의 대조구에 대한 상대건물수량은 112~133%를 보여(표 3) 약 9~34% 정도 상대건물수량의 감소를 시사하고 있다.

액상구비시용에 따른 질소이용효율 즉, 건물생산효율(kg DM/kg N)에 대해 Schechter(1978)는 10.2~11.6의 범위라고 보고하였는데, 본 실험의 결과에 의하면 5.0~13.8kg DM/kg N을 기록하여 시용시기에 따라 차이가 있지만 거의 유사하였다. 특히 1과 4번초 생육

Table 5. Economic even point, economic N level, marginal DM yield, limiting N level and maximum dry matter yield response to mineral nitrogen fertilization.

Treatment	Economical border (kg DM/kg N)	Economic N level (N _{econ} . kg/ha)	Marginal DM yield (Y _{mar} . ton/ha)	Limiting N level (N _{max} . kg/ha)	Maxium DM yield (Y _{max} . ton/ha)
Fertilizer plot	dy/dx=12~10	148.0~168.0	8.91~9.13	270.4	9.64
Slurry+Mineral-N plot	dy/dx=12~10	119.4~133.3	8.48~8.63	202.8	8.98

시기의 액상구비의 시용은 높은 건물생산효율을 나타내었다(표 4).

또한 화학비료구 및 액상구비와 무기태 질소의 혼용구의 건물생산효율은 ha 당 120kg 및 60~120kg의 질소시비시에 각각 23.1 및 21.8~21.3kg DM/kg N을 나타내어 가장 높은 질소이용효율을 나타내었는데, 동일한 양의 질소에 해당하는 액상구비를 시용한 경우에는 이들의 무기태 질소이용효율의 22~64%(평균 43%)에 달하였다(표 4). 이러한 결과는 Merz(1988) 등의 연구보고(34.4~38.2%) 보다는 높지만 75% 이상의 효과를 밝힌 Schechtner(1978)의 결과보다는 훨씬 낮은 수치로 이는 실험수행년도의 기상조건에 좌우되었기 때문으로 생각된다.

목초의 건물생산은 예취후의 재생산에 의한 결과이므로, 이는 예취후 재생기간의 장단(長短)과 시비수준의 다소(多少)가 건물수량의 증가에 미치는 영향이 크기 때문이다. 따라서 화본과 목초의 잠재생산성을 평가할 경우에는 질소시비수준에 대한 건물수량의 증가경향을 최대 건물수량을 나타내는 한계시비수준(limiting N level)과 경제적 시비수준(economic N level) 및 질소이용효율로써 검토하여 잠재생산성을 최대한으로 발휘할 수 있는 적정 질소시비수준을 추정할 필요가 있다고 생각된다. 일반적으로 화본과 목초의 건물수량은 어느 질소시비수준까지는 증가하였다가 그 이상의 시비수준에서는 더 이상 증가하지 않는데, 최대건물수량은 연간 300~400kg N/ha의 범위에서 얻을 수 있다(李와 阿部 1984). 한편 본 실험에서 최대건물수량이 화학비료 시비구에서 ha 당 270.4kg 그리고 액상구비와 무기태 질소 혼용구에서는 ha 당 202.8kg의 질소시비시에 나타났는데, 이는 실험을 수행한 해에 가뭄의 피해가 극심하여 평상시 보다 낮은 질소시비수준에서 최대건물수량이

얻어졌으며 특히 혼용구에서 더욱 낮았던 것은 이미 질소성분량으로 ha 당 120kg에 달하는 액상구비를 시용하였기 때문이라 사료된다. 이와 유사한 연유로 경제적 질소 시비수준도 화학비료 시비구에서 148.0~168.0kg/ha와 액상구비와 무기태 질소 혼용구에서는 119.4~133.3kg/ha으로 나타났는데(표 5), 이는 조 등(1994)의 결과(222.4~250.0kg N/ha) 보다 현저하게 낮아 질소시비효과가 수분등 환경조건과 밀접한 관계를 가지고 있음을 시사하고 있다. 한편 화학비료 시비구보다 혼용구(액상구비+무기태 질소)가 경제적 질소시비수준은 낮아 무기태 질소를 절감하고 또한 인산과 칼리시비가 필요없으므로 경제적으로 뿐만아니라 환경오염을 감소시킬 수 있으리라 기대된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 유휴지를 이용하여 Orchardgrass를 재배 할 경우 생산성의 극대화 보다는 유지를 목적으로 하면 적절한 시기에 연간 ha 당 30M3의 액상구비의 시용만으로도 충분히 경제성을 높힐 수 있으나, 이들의 초지를 집약적으로 이용하면서 화학비료를 최소화하기 위해서는 액상구비를 기초로 하여 여기에 잠재생산성을 최대한 발휘할 수 있는 무기태 질소를 첨가하는 것이 바람직한데, 경제적 질소시비수준 119.4~133.3kg/ha에서 8.43~8.63 톤 정도의 경제적 한계수량을 얻을 수 있었고 한계시비수준 202.8kg/ha에서 8.98톤의 최대건물수량을 얻을 수 있었다.

5. 요약 및 결론

본 실험은 점차 확대되어 가는 유휴지에 Orchardgrass를 재배하였을 때, 액상구비의 시용시기와 무기태 질소추가시비가 건물수량에 미치는 영향을 조사하여, Orchardgrass의 잠재생산성의 증대를 위한 경제적이고도 합리적인 질

소시비수준을 추정하고자 하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 연간 ha 당 질소성분으로 120kg에 해당하는 액상구비(30 m³/ha)를 각각 다른시기에 2회 분할 시용하였을 경우, 연간 5.62~6.67톤(평균 6.15ton/ha)의 건물수량을 얻어 무비구(5.02ton/ha) 보다는 0.60~1.65톤의 증수를 보였고, 화학비료 시비구의 대조구(인산과 칼리구) 보다 약 0.16톤의 증수를 나타내었다.

2. 무기태 질소를 ha 당 120kg 시비하였을 때 대조구(인산과 칼리구 혹은 액상구비)에 대한 연간 상대건물수량은 142~146%를 나타내었고, 액상구비의 시용은 무비구에 대한 상대건물수량이 112~133%를 기록하였다.

3. 질소시용에 따른 건물생산효율(kg DM/kg N)은 연간 ha 당 질소성분량으로 120kg에 달하는 액상구비의 시용시에 5.0~13.8의 건물을 생산하였고, 동일한 양의 무기태 질소수준에서는 21.3~23.1kg DM/kg N을 나타내었다.

4. 본 실험의 조건에서 화학비료를 최소화하면서 Orchardgrass의 잠재생산성을 증대시키기 위해서는 연간 ha 당 120kg의 질소에 해당하는 액상구비를 시용한 후 무기태 질소를 추가 시비한 경우로서, 이때 무기태 질소의 경제적 시비수준은 119.4~133.3kg/ha의 범위였고 경제적 한계수량은 8.48~8.63 ton/ha를 얻었다. 또한 한계시비수준 202.8kg/ha에서 8.98톤/ha의 최대건물수량을 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) Bracker, H.H. 1982. Güelle-Stre faktor für die Grünlandpflanzengesellschaft Betriebswirtschaftl. Mitteilg. der Landwirtschaftskammer Schleswig-holstein, S. 21-28.
- 2) Jo, I. H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Pflanzenbestand des Grünlandes im oesterreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bodenkultur. Wien.
- 3) Merz, H.U. 1988. Untersuchung zur Wirkung von unbehandelter und methanvergorener Rindergülle aus den N-Umsatz unter *Dactylis glomerata* L. sowie auf das Keimverhalten verschiedener Pflanzenarten. Diss. Univ. Hohenheim.
- 4) Rees, Y.J., B.F. Pain, V.R. Phillips and T.H. Misselbrook. 1993. The influence of surface and sub-surface application methods for pig slurry on herbage yields and nitrogen recovery. Grass and Forage Science. 48. 38-44.
- 5) Ruppert, von W., M. Stichlmair, J. Bauchhen, H.M. Blend, A. Haisch, K. Hammer, U. Hege, R. Juli, L. Melian, W. Nüernberger, J. Rieder, P. Rintelen, K. Rutzmoser, W. Weber, A. Wurzing and H. Zeisig. 1985. Daten und Informationen zum Gülleeinsatz in der Landwirtschaft. Bayer. Landw. Jahrbuch. 62(8); 924-933.
- 6) Schechtner, G. 1978. Zur Wirksamkeit des Güllestickstoffs auf dem Grünland in Abhängigkeit vom Düngungsregime. Die Bodenkultur, 29, 351-371.
- 7) Schechtner, G. 1979. Auswirkungen von Düngung und Nutzung auf die

- botanische Zusammensetzung von Dauerwiesen und Dauerwiesenneuanlagen im Alpenraum. Ber. Int. Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortgemäße and umweltgerechte Land-und Almwirtschaft." Gumpenstein, 12 u. 13. 9. 1978: 259-336.
- 8) Vetter.H. and G. Steffens. 1986. Wirtschaftseigene Düngungumweltschonend-bodenpflegend-wirtschaftlich. DLG-Verlag. Frankfurt(Main). 104-119.
- 9) Wilkinson. S.R. 1979. Plant nutrient and economic value of animal manures. J. Anim. Sci. 48(1); 121-135.
- 10) 농림수산부. 1994. 주요농수산물통계.
- 11) 李柱三·阿部二郎. 1984. 예취빈도와 질소시비수준이 Orchardgrass 품종별 건물수량에 미치는 영향. 한초지 26(4); 412-417.
- 12) 조익환·이주삼·안중호. 1994. 예취빈도에 따른 무기태 질소시비가 초지의 생산성에 미치는 영향. I. 오차드그라스의 건물수량과 적정 질소시비 수준의 추정. 한초지 14(2); 69-75.