

간척지에서 요소 및 유안비료 시용이 총채보리의 생산성과 사료가치에 미치는 영향

신재순 · 김원호 · 이승현* · 임영철

Effects of Urea and Ammonium Sulfate Application on Yield and Nutritive Value of Whole Crop Barley in Reclaimed Tideland

Jae Soon Shin,, Won Ho Kim, Seung Heon Lee* and Young Chul Lim

ABSTRACT

This experiment was conducted to compare the fresh yield and dry matter yield, and nutritive values of whole crop barley treated with Urea (200 kg/ha, T2) and ammonium sulfate fertilizer as 200 kg/ha (T3), 300 kg/ha (T4) and 400 kg/ha (T5) at the Dae-Ho reclaimed tideland, Korea from 2003 to 2005. Salt contents of soil in the ammonium sulfate plots (T3, T4, T5) were lower than those of T2. The fresh yields of ammonium sulfate plots (T3, T4, T5) were higher than those of T2 as 62% ($p>0.05$), 41% ($p>0.05$) and 23% ($p<0.05$), respectively. The dry matter yield of T3, T4 and T5 (ammonium sulfate) was significantly ($p<0.05$) higher at 5,080 kg/ha, 4,667 kg/ha, 4,040 kg/ha, respectively. The total digestible nutrients (TDN) yield tends to have a similar result. Crude protein (CP) content was highest in T3 and CP trends to decrease as the level of ammonium sulfate was increased. Total digestible nutrient (TDN) were high in T3 and T4. The sodium content of T3 and T4 were lower than T2. Based on the study, it was more desirable to use ammonium sulfate (200 kg N/ha) rather than Urea as fertilizer on reclaimed land in terms of forage production and nutritive value.

(Key words : Reclaimed tideland, Whole crop barley yield and nutritive value, Urea, Ammonium sulfate)

I. 서 론

최근들어 주목인 쌀의 1인 연간 소비량이 119.6 kg (1990)에서 82.0 kg (2004)으로 감소하였고, 쌀시장 개방에 따른 외국쌀 수입으로 인한 국내 쌀값의 하락으로 향후 10년간 250천ha의 휴경논의 발생이 예상되고 있다(박과 김, 2006). 그러나 휴경되는 논에 사료작물을 재배하여 양질 조사료를 생산하면 연간 1억 달러에

이르는 수입조사료를 대체하는 효과와 조사료 자급율을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

지금까지 간척지는 벼를 중심으로 한 주목생 산지로 활용되어져 왔는데, 이제는 농지 이용의 다변화와 고도 이용화의 필요성이 증가되고 있다(이와 안, 2003; 류와 박, 2004). 이 (2006)는 간척지에 발작물을 도입할 경우 중요도 순으로 토성(soil texture), 토양염류도 (soil salinity), 토양의 투수력과 배수력 (effective drainage and

축산연구소 (National Livestock Research Institute)

*한국농촌공사 농어촌연구원 (Korea Rural Community & Agriculture Corporation)

Corresponding author : Jae-Soon Shin, Grassland and Forages Division, National Livestock Research Institute, RDA, Cheonan, 330-801, Korea. E-mail : sjs911@rda.go.kr

soil permeability), 관개수 확보 (procurement of irrigation water), 용수공급 (high quality water such as ground water) 등의 다섯가지 요인을 고려해야 하며, 고부가가치의 경제작물은 다섯가지 조건, 일반 밭작물은 네가지 조건 (토성~관개수 확보) 그리고 사료작물은 세가지 조건 (토성~토양의 투배수력)만 갖추면 재배가 가능하다는 보고를 볼 때, 간척지에서 사료작물의 재배가 가장 유리하다고 사료된다.

신 등(2004; 2005a; 2005b)은 간척지 토양조건에 적합한 사료작물을 선정하기 위해, 여름철 사료작물인 옥수수, 수수×수단그라스교잡종 등과 겨울철 사료작물인 총채보리, 호밀, 이탈리아 라이그라스를 비교 재배한 결과, 수수×수단그라스교잡종과 이탈리아 라이그라스가 우수하였는데, 생산성 제고를 위해서는 간척지 토양이 가지고 있는 이화학적 특성을 고려한 시비가 이루어져야 한다고 보고하였다. 간척지 토양조건에서 벼에 대해 시험한 결과 요소보다 생리적 산성비료인 유안과 황산칼리가 흡수 이용율이 높아 결과적으로 수량을 증수시키는 효과가 있다는 보고(김 등, 1989; 최 등, 1983)가 있지만, 사료작물에 대한 시용효과는 아직 보

고된 바 없다.

따라서 본 연구는 간척지에서 동계사료작물인 총채보리에 중성비료인 요소대신 유안비료의 시용효과를 구명하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1984년에 방조제가 준공된 충남 당진군에 위치한 대호간척지 (37° N, 126.4° E)의 농업기반공사 대호지구 시험연구 포장에서 수행하였다. 시험포장 토양의 토성은 미사질양토 (SiL) 였고, Table 1에서와 같이 시험전 토양의 pH는 7.02, 총질소 함량은 0.08%, 유기물 함량은 0.73%, 유효인산 함량은 67.69 mg/kg, 그리고 치환성 나트륨 함량은 6.32 cmol⁺/kg으로 배수가 불량한 간척지 토양의 특성을 나타내었다.

공시작물은 총채보리로 품종은 작물과학원에서 개발한 “선우”를 사용하였으며, 파종량은 160 kg/ha로 40 cm 간격으로 조파하였다. 시험구 면적은 15 m²으로 난괴법 3반복으로 배치하였다. 처리내용은 Table 2와 같다. 파종은 1년 차에는 10월 7일, 2년차는 10월 6일에 하였으

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment in Daeho reclaimed land

pH (1:5 H ₂ O)	T-N (%)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cation(cmol ⁺ /kg)			
				Ca	Mg	K	Na
7.02	0.08	0.73	67.69	5.10	4.14	0.81	6.32

Table 2. Nutrient and chemical fertilizer application rate

Treatment	Nutrient(kg/ha)			Chemical fertilizer*			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea (U)	Ammonium sulfate(AS)	Fused superphosphate(FSP)	Potassium chloride(PC)
T1	0	0	0	—	—	—	—
T2	200	150	150	○	—	○	○
T3	200	150	150	—	○	○	○
T4	300	150	150	—	○	○	○
T5	400	150	150	—	○	○	○

* N content : urea (46%), ammonium sulfate (21%),

P content : fused superphosphate (20%), K content : potassium chloride (60%).

며, 수확일은 1년차는 5월 21일, 2년차는 5월 25일이었다. 출현율과 월동율 등 생육조사는 농촌진흥청 (2003) 농사시험 조사기준에 준하여 실시하였다.

토양 염류도는 Dual Purpose EC meter (PET 2000, Spectrum Technologies Inc.)를 이용하여 파종후 1주일 간격으로 현장에서 측정하여 평균치를 사용하였으며. 생초수량은 전체구를 예취하여 ha당 수량으로 환산하였다. 건물수량은 각 처리구별로 전량을 예취한 후 약 300~500g의 시료를 취하여 생초중량을 칭량하고, 65℃의 열풍순환 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물함량을 산출한 다음 ha당 수량으로 환산하였다. 식물체중의 조단백질, 조섬유 그리고 나트륨함량은 축산연구소(1996) 표준사료성분분석법으로 분석하였으며, NDF, ADF 등 세포벽 구성물질은 Goering과 Van Soest (1970) 방법으로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 출현율, 월동율 및 수량

처리에 따른 출현율은 요소를 사용한 표준시비구 (T2)가 93%로 가장 높았으며, 유안대체구 (T3)에서 89%, 유안대체 50% 증량구 (T4)와 유안대체 100% 증량구 (T5)는 각각 88%로 조사되었다. 출현후 다음해 봄의 월동율에 있어서

는 유안대체구(T2)가 78%로 가장 높았으며, 유안대체 50% 증량구 (T4)와 유안대체 100% 증량구 (T5)는 각각 73%로 그 다음 이었으며, 요소를 사용한 표준시비구 (T2)가 71%로 나타났다.

ha당 생초수량은 요소를 사용한 표준시비구 (T2)의 9,978 kg에 비해 유안을 사용한 T3구 (16,157 kg), T4 (14,036 kg), T5구 (12,320 kg)에서 증수되었는데, Table 3에서 보는 바와같이 비료종류 간에는 통계적으로 유의성이 있었는데, 유안의 증량 사용효과는 차이가 없었다 ($p<0.05$). 수량과 관련하여 볼때, 요소는 NH_3 와 CO_2 gas로 분해되는데, 알칼리토양(Table 1)에서 휘발이 잘되어 식물체 이용에 불리하지만 유안은 NH_4^+ 이온과 SO_4^- 이온으로 유리되어, NH_4^+ 이온은 식물체가 이용하고 SO_4^- 이온은 토양염류도의 저하 요인(Sameni와 Kasraian, 2004)으로 작용하지 않았으나 사료된다. 호남농업시험장(2002)은 벼 재배시 요소와 유안을 사용한 결과, 간척지는 대부분 알칼리성 토양이기 때문에 토양염류도에 관계없이 생리적 산성비료인 유안이 요소보다 6~10% 증수되었다는 보고하였으며 또한 Arkansas대학의 연구결과, 목초재배시 황의 시용에 의해 coastal bermudagrass의 수량이 11%~13% 증가하였다는 보고도 있다 (Phillips, 1991; Francis와 Phillips, 1993). 이와 같은 이유로 염류도가 저하되고(Fig. 1), 결과적으로 수량의 증수효과가 있었던 것으로 사료된다.

Table 3. Emergence, winter hardness and yield of whole crop barley in accordance with different chemical fertilizer application

Treatment	Emergence (%)	Wintering (%)	Yield (kg/ha)*		
			Fresh	Dry matter	TDN
T1(control)	86	56	2,833 ^c	834 ^d	698
T2(U-FSP-PC)	93	71	9,978 ^b	3,420 ^c	2,526
T3(AS-FSP-PC)	89	78	16,157 ^a	5,080 ^a	4,020
T4(AS*1.5-FSP-PC)	88	73	14,036 ^{ab}	4,667 ^{ab}	3,584
T5(AS*2-FSP-PC)	88	73	12,320 ^{ab}	4,040 ^{abc}	3,118

* Fresh and Dry matter yield : '03~'05, TDN yield : '05.

^{a-d} : Mean within a column with same superscripts are not significantly different($p<0.05$).

건물수량에 있어서는 요소를 시용한 표준시비구 (T2)와 유안대체구 (T3), 유안대체 50% 증량구 (T4) 사이에는 유의성 ($p>0.05$)이 인정되었으며, 유안대체구 (T3)와 유안대체 50% 증량구 (T4)간에는 유의성이 인정되지 않았고 ($p<0.05$), 오히려 유안대체 100% 증량구 (T5)에서 수량이 감소되는 결과를 얻었다. 그리고 TDN 수량도 건물수량과 비슷한 경향으로 나타났으며 유안대체구 (T3)에서 ha당 4,020 kg으로 가장 많았고, 유안대체 50% 증량구 (T4)에서 3,584 kg으로 요소 대체효과가 뚜렷하게 나타났다. 따라서 기존 일반논에서 요소 중심 시용에서 앞으로 간척지에서는 요소대체로 유안시용을 고려할 필요가 있다고 사료된다.

2. 비료종류, 토양염류도 및 건물수량간 관계

평균 토양 염류도는 요소를 시용한 표준시비구 (T2)에 비해 유안을 시용한 T3, T4, T5구에서 낮게 나타났다(Fig. 1). 토양 염류도는 동일 기상 조건에서는 시용한 비료의 종류와 양에 의해 영향을 받으며, 또한 재배작물의 생육을 위한 양분흡수 정도에 따라 차이가 나타날 수 있다. 건물수량에서 요소를 시용한 표준시비구 (T2)에 비해 유안을 시용한 구 (T3, T4, T5)에서 높았다. 유안을 시용한 구내에서는 T3구 (200

kg N/ha)가 가장 높았고, T4구 (300 kg N/ha)와 T5구 (400 kg N/ha)는 T3구 (200 kg N/ha) 보다 오히려 수량이 감소되었는데 이는 시비한 비료의 과잉으로 인해 토양 염류도 상승 외에도 시비효과의 포화 또는 NO₃ 과다 집적 등에 의한 수량 감소가 아닌 사료된다. 따라서 본 시험에 공시작물인 총채보리에 대해서 수량과 토양염류도를 동시에 고려할 때, 질소질 비료의 종류와 양은 유안을 200 kg N/ha로 시비하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 한편 신 등 (2005a; 2005b)은 수수×수단그라스 교잡종에 대한 유안 시용효과에서 유안 300 kg N/ha까지는 건물수량이 증가 하였지만, 그 이상의 시용에서는 오히려 감소되었다고 보고하였다. 이와 같은 결과를 종합해 볼 때, 사료작물 재배시 적정시용량은 생육기간 중의 기상상태, 작물재배지의 토양조건 및 초종 등에 따라 달라질 수 있다고 사료된다.

3. 사료가치

총 채보리의 처리간 성분함량은 Table 4와 같다. 조단백질 함량은 요소구 (T2)의 12.9%에 비해 유안대체구 (T3)가 14.4%로 가장 높았으며, 유안을 증량 시용 (T4와 T5)할수록 조단백질 함량은 감소하였다. 이 같은 결과는 여름 사료

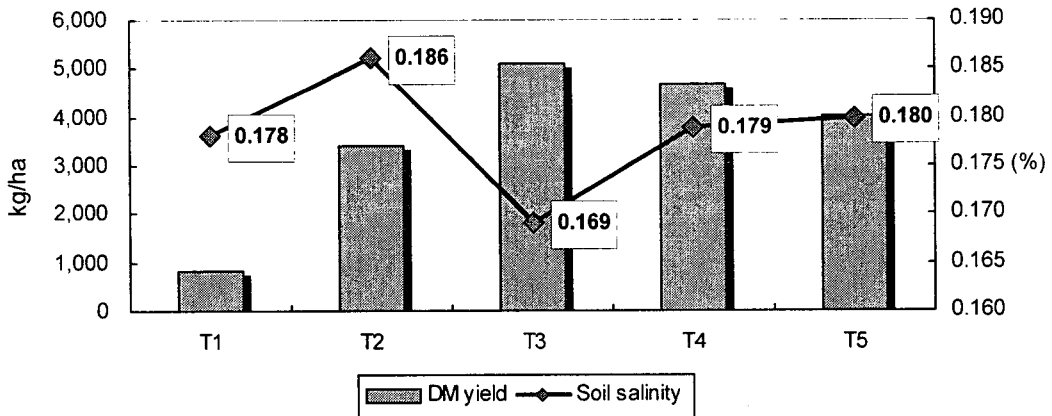


Fig. 1. Average soil salinity(%) during the growing period of whole crop barley in accordance with different chemical fertilizer application('03~'04).

Table 4. Chemical composition, TDN content and sodium content of whole crop barley in accordance with different chemical fertilizer application

Treatment	CP	CF	NDF	ADF	TDN	Na
 %					
T1(control)	8.5	18.7	59.6	26.3	68.1	0.46
T2(U-FSP-PC)	12.9	18.9	64.4	26.4	68.0	0.62
T3(AS-FSP-PC)	14.4	19.4	60.7	24.7	69.4	0.50
T4(AS*1.5-FSP-PC)	12.6	19.3	59.3	25.0	69.2	0.51
T5(AS*2-FSP-PC)	10.5	19.8	60.9	27.1	67.5	0.61

작물인 수수×수단그라스 교잡종에서 유안비료를 증량할수록 조단백질 함량은 증가되었다는 결과(신 등, 2005a; 2005b)와는 상반되었는데, 겨울철은 작물에 의한 비료의 이용효율이 낮고 유실율도 낮아 상대적으로 유안비료의 증량효과는 나타나지 않은 것으로 사료된다. 조섬유 함량은 유안시용구 (T3, T4 및 T5)와 요소구 (T2)간에는 차이가 없었다. NDF 함량과 ADF 함량은 요소구 (T2)에 비해 유안 200 kg/ha 대체시용구 (T3)와 유안 300 kg/ha 대체시용구 (T4)에서 약간 낮게 나타났으며, 특히 ADF 함량은 유안 400 kg/ha 대체시용구 (T5)에서 오히려 높게 나타났다. TDN 함량은 요소구 (T2)에 비해 유안 200 kg/ha 대체시용구 (T3)와 유안 300 kg/ha 대체시용구 (T4)에서 높았으며 유안 400 kg/ha 대체시용구 (T5)에서는 오히려 낮게 나타났다. 식물체 중에 나트륨함량은 요소구 (T2)의 0.62%에 비해 유안시용구 (T3, T4 및 T5)에서 0.50%~0.61%로 낮게 나타났는데, 일반 밭에서 재배된 총채 올보리(0.01~0.11%) 보다는 매우 높았다(축산연구소, 2002). 이는 염류도양에서 재배된 사료작물이 무기물 흡수 및 축적율에 있어서 일반 밭작물에 비해 높았다는 결과와 같은 결과를 얻었다(송 등, 1981; 김과 한, 1990).

IV. 요약

간척지에서 요소와 유안비료의 시용이 총채 보리의 수량성, 사료가치 그리고 토양염류도에

미치는 영향을 구명하기 위해서 2003년 10월부터 2005년 5월까지 충남 당진에 위치한 대호간척지에서 시험한 결과, 평균 토양 염류도는 요소를 시용한 표준시비구(T2)에 비해 유안을 시용한 구(T3, T4 및 T5)에서 낮게 나타났다. 생초수량은 요소를 시용한 표준시비구(T2)에 비해 유안을 시용한 T3, T4 및 T5 처리구에서 각각 62% ($p>0.05$), 41% ($p<0.05$) 그리고 23% ($p<0.05$) 증수되었다. 건물수량과 TDN 수량도 생초수량과 같은 경향으로 나타났다. 조단백질 함량은 유안대체구(T3)가 가장 높았으며, 유안을 증량시용(T4와 T5) 할수록 감소하였다. TDN 함량은 유안 200 kg/ha 대체시용구(T3)와 유안 300 kg/ha 대체시용구(T4)에서 높았다. 나트륨함량은 유안시용구 (T3, T4 및 T5)에서 0.50%~0.61%로 낮았다. 위의 결과로 볼 때 간척지에서 겨울철 사료작물로 총채보리를 재배할 경우, 질소질 비료는 요소대신 유안을 ha당 200 kg 사용하는 것이 적절한 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

1. 김종구, 이종식, 유철현, 박건호. 1989. 간척지 토양에서 가리비료 종류별 염해발현양상 차이 구명 시험. 호남작물시험장 시험연구보고서 pp. 518-521.
2. 김정갑, 한민수. 1990. 간척지 사료작물 재배에 있어서 모래를 이용한 토양 mulching의 효과. II. 간척지 재배목초의 생육 및 건물 축적형태와 사

- 료가치에 관한 연구. 한국초지학회지 10(2):77-83.
3. 농촌진흥청. 2003. 농사시험연구조사기준.
 4. 류순호, 박무언. 2004. 새만금 간척지 농업적 토지활용 방안. 간척지 농업연구회지 (2):68-91.
 5. 박동규, 김혜영. 2006. 농업전망2006 “쌀수급 동향과 전망” 한국농촌경제연구원.
 6. 송진달, 이기종, 이종열. 1981. 간척지 내염성 사료작물 선발시험. 축산시험장 시험연구보고서 pp. 782-789.
 7. 신재순, 김원호, 이승현, 윤세형, 정의수, 임영철. 2004. 간척지에서 주요 여름사료작물의 건물생산성 및 사료가치 비교. 한국초지학회지 25(4):335-340.
 8. 신재순, 김원호, 이승현, 김종근, 윤세형, 임영철, 임근발. 2005. 간척지에서 수수 × 수단그라스에 대한 유안 및 황산칼리비료 시용효과. 한국초지학회지 25(4):245-250.
 9. 신재순, 이승현, 김원호, 윤세형, 김종근, 남진우. 2005. 간척지에서 주요 겨울사료작물의 건물생산성 및 사료가치 비교. 한국초지학회지. 25(2):113-118.
 10. 이승현, 안열. 2003. 우리나라 간척 현황과 향후 과제. 간척지 농업연구회지 1:20-31.
 11. 이승현. 2006. 간척지에서 식물 분류학적 접근과 토양염류도 등급에 의한 작물의 내염성 평가. 서울대학교 박사학위논문. pp. 113-119.
 12. 이승현, 홍병덕, 안열. 2005. 우리나라 간척농지의 전작물 재배에 관한 고찰. 간척지 농업연구회지(3):93-101.
 13. 최송열, 이종영, 장효상, 하기용, 장영선. 1983. 염해담 시비방법에 관한 시험. 호남작물시험장 시험연구보고서. pp 837-846.
 14. 축산연구소. 1996. 표준사료성분분석법. 축산연구소 발행.
 15. 축산연구소. 2002. 한국표준사료성분표. 축산연구소 발행.
 16. 호남농업시험장. 2002. 한국의 간척지 농업. p. 239.
 17. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agricultural Handbook. No. 379, ARS, USDA, Washington, DC.
 18. Francis, P.B. and J.M. Phillips. 1993. Influence of Sulfur Fertilization on a Hybrid Bermudagrass-Temporary Winter Annual Grass Forage system. Arkansas Soil Fert. Studies, 1993. Ark. Agric. Exp. Sta. res. Ser. 436. pp. 16-20.
 19. Phillips, J.M. 1991. Coastal Bermudagrass Production as Influenced by Sulfur and Magnesium Rates and Timing at Three Soil Acidity Levels. America Forage and Grassland Council Proceedings, pp. 175-178.
 20. Sameni, A.M. and A. Kasraian. 2004. Effect of Agricultural Sulfur on Characteristics of Different Calcareous Soils from Dry Regions of Iran. II. Reclaiming Effects on Structure and Hydraulic Conductivity of the Soils Under Saline-Sodic Conditions. Communications in Soil science and Plant analysis. v.35 no.9/10, 2004. pp. 1235-1246.