韓草誌 (J. Korean Grassl. Sci.) 27(2) : 117~122, 2007

간척지 재배에 적합한 사료작물 작부체계 선발연구

신재순 · 김원호 · 윤세형 · 서 성

Study on Optimum Forage Cropping system in Reclaimed Tidal Land

Jae Soon Shin, Won Ho Kim, Sei Hyung Yoon and Sung Seo

ABSTRACT

This experiment was carried out to select the optimum forage cropping system at the Dae-Ho reclaimed tideland, Korea from March, 2004 to October, 2006. Emergency rate of summer crop such as sorghum × sudangrass was low (23%~30%). Winter crop such as Italian ryegrass after continually cultivating wholecrop rice were highest (91%). Wintering rate of Italian ryegrass after continually cultivating wholecrop rice was highest and lowest in wholecrop barley after continually cultivating sorghum×sudangrass. In cropping system, fresh and dry matter yield of annually wholecrop rice+Italian ryegrass (50,807kg, 15,065kg) were highest and lowest in annaually sorghum×sudangrass+wholecrop barley (17,2471kg, 5,209kg), respectively.

(**Key words** : Reclaimed tidal land, Soil salinity, Forage cropping system, Forge quality)

Ⅰ. 서 론

우리나라에서 간척지는 지금까지 벼 연구에 치중되어 온 관계로 우리나라 간척지 토양조건에서 수도작이외의 작물에 대한 연구는 극히 미미한 실정이다(최와 박, 1991), 최근들어 쌀 수입개방, 쌀 소비감소에 의한 영향 등으로 타 작물에 대한 재배이용의 필요성이 증가되고 있다(이와 안, 2003; 류와 박, 2004). 이(2006)는 간척지에 밭작물을 도입할 경우, 다섯가지 요인을 고려해야 하며, 중요도 순으로는 토성(soil texture) > 토양염류도(soil salinity) > 토양의 투수력과 배수력(effective drainage and soil permeability) > 관개수 확보(procurement of irrigation water) > 용수공급(high quality water such as ground water)이며, 고 부가가치의 경제작물은 다섯가지 조건, 일반 밭작물은 네 가지 조건(토성~관개수 확보) 그리고 사료작물은 세 가지 조건(토성~토양의 투배수력))만 갖추면 재배가 가능하다고 하여 간척지에서 사료작물의 재배는 타작물에 비해 유리하다고 보고하였다. 김과 한(1990)은 여름철 사료작물 중에 수수×수단그라스가, 김 등(1979)과 김 등(1989)은 겨울 사료작물로는 이탈리안 라이그라스, 보리 등이 재배가 가능하다고 하였다. 신 등(2004; 2005)은 간척지 토양조건에 적합한 사료작물을 선정하기 위해, 여름철 사료작물인 옥수수, 수수×수단그라스와 겨울철 사료작물인 총체보리, 호밀, 이탈리안 라이그라스를 비교 재배한 결과, 수수×수단그라스와 이탈리안 라이그라스가 우수한 것으로 보고하였다. 본 연구는 간척지 토양조건에 적합한 사료작물 작부체계를 선정

농촌진흥청 축산과학원(National Institute of Animal Scince, RDA, Cheonan, 330-801, Korea)

하기 위해, 여름철 사료작물로 수수×수단그라스와 총체 벼, 겨울철 사료작물로 총체보리와 이탈리안 라이그라스를 조합하여 수량 및 사료성분의 변화를 조사하여 최적 작부조합을 구명하기 위해 수행하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 시험은 1984년에 방조제가 완공된 충남 당진군에 위치한 대호간척지(37° N, 126.4° E)의 한국농촌공사 시험연구포장에서 2004년 3월부터 2006년 10월까지 3년간 수행하였다. 공시작목은 하작물로 수수×수단그라스그라스(jumbo)와 총체 벼(녹양) 그리고 동작물로는 총체보리(선우)와 이탈리안 라이그라스(화산101호)를 공시하였다. 처리내용은 수수×수단그라스그라스+총체보리, 수수×수단그라스그라스+이탈리안 라이그라스, 총체 벼+총체보리, 총체 벼+이탈리안 라이그라스 등 4처리로 시험구 면적은 15 m^2으로 난괴법 3반복으로 배치하였다. 작목별 파종량, 파종방법, 파종일 및 수확일은 Table 1과 같다.

작목별 ha당 시용량(N-P-K)은 수수×수단그라스 200-150-150kg, 총체 벼 140-100-100kg, 총체보리 150-100-100kg 그리고 이탈리안 라이그라스 140-100-100kg으로 하였으며, 파종시 기비로 N 50%, 추비로 생육왕성기 50% , P와 K는 기비로 전량시용하였다. 비종은 N은 유안비료, P는 용과린, K는 황산칼리 비료를 사용하였다. 파종시기와 생육조사 등은 농촌진흥청(2003) 농업과학기술 연구조사 분석기준에 준하여 실시하였다. 토양염류도는 Dual Purpose EC meter (PET2000, 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 평량하고, 65℃의 열풍순환 건조기에서 72시간이상 건조 후 건물함량을 산출한 다음 ha당 수량으로 환산하였다. 사료가치 평가를 위해 식물체 중의 조단백질 함량은 AOAC법(1990)으로 분석하였으며, NDF, ADF 등 세포벽구성물질은 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로 분석하였다. TDN 함량은 88.9-(0.79×ADF%)로 계산하였다. 통계처리는 SAS Package program ver. 9.1를 이용하여 분석하였고, 처리평균간 비교는 최소 유의차검정(LSD)를 이용하였다.

시험포장 토양의 토성은 미사질양토(SiL)였고, Table 2에서와 같이 시험전 토양의 pH는 6.81, 총질소 함량은 0.05%, 유기물 함량은 0.68%, 유효인산 함량은 71.43 mg/kg, 그리고 치환성나트륨 함량은 6.46 $cmol^+$/kg인 배수가 불량한 염류토양이었다.

시험기간 동안의 기상은 Table 3과 같다. 동작물의 월동과 관계되는 겨울철(12월 ~ 2월)평균기온은 시험 1년차보다 시험2, 3년차에서 낮았으며, 생육과 관련된 강수량도 시험 1년차 > 시험 2년차 > 시험 3년차 순으로 많았다.

Table 1. Sowing and harvest date of summer and winter crops

	Crops	Sowing amount (kg/ha)	Sowing method	Sowing date		Harvest date	
				1st year	2nd year	1st year	2nd year
Summer crop	Sorghum×sudangrass	40	60×20cm, dril seeding	May 23	Jun 8	Aug 28	Sep 7
	Wholecrop rice	–	transplanting	Jun 2	Jun 2	Sep 20	Sep 20
Winter crop	Wholecrop barley	160	60×20cm, dril seeding	Oct 6	Sep 29	May 25	May 16
	Italian ryegrass	40	60×20cm, dril seeding	Sep 30	Sep 29	May 25	May 16

Table 2. Physical and chemical properties of the before experiment in Daeho reclaimed tideland

Physical charateristics	pH (1:5 H_2O)	T-N (%)	OM (%)	Av.P_2O_5 (mg/kg)	Exch. cation ($cmol^+/kg$)			
					Ca	Mg	K	Na
SiL	6.81	0.05	0.68	71.43	6.19	4.14	1.76	6.46

Table 3. Average air temperature and precipitation during the experiment in Daeho reclaimed tideland

	year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Temp. (℃)	'04	−1.7	1.8	4.8	11.1	16.6	22.0	24.7	26.0	21.3	14.3	8.1	2.3
	'05	−2.0	−1.8	3.2	11.5	16.2	21.7	24.9	25.1	21.7	13.5	7.4	−3.3
	'06	−0.5	−0.3	3.8	9.7	16.3	20.2	–	–	–	–	–	–
Preci. (mm)	'04	27.3	8.8	35.1	80.2	140.3	211.1	321.9	131.2	282.6	1.8	70.5	32.0
	'05	10.4	11.3	13.6	77.2	56.1	147.0	386.1	270.5	228.7	30.9	19.6	37.6
	'06	29.7	6.3	1.3	77.3	133.5	226.8	–	–	–	–	–	–

Table 4. Emergence and wintering of forages and average soil saline percent of its growing plots

Crpping system		Summer crop					Winter crop								
		Emergence (%)				Soil salinity (%)	Emergence (%)				Wintering (%)				Soil salinity (%)
		1st year	2nd	3rd	Ave.		1st year	2nd	3rd	Ave.	1st year	2nd	3rd	Ave.	
T1	Sorghum×sudangrass+ Barley	32	33	5	23	0.29	85	49	74	69	49	37	28	38	0.33
T2	Sorghum×sudangrass+ IRG	37	31	23	30	0.21	86	50	56	67	53	33	46	44	0.29
T3	Wholecrop rice+Barley	*	*	*	–	0.23	90	90	78	86	87	67	43	66	0.26
T4	Wholecrop rice+IRG	*	*	*	–	0.22	90	93	90	91	77	87	90	85	0.23

*) Wholecrop rice was transplanted.

Ⅲ. 결과 및 고찰

가. 동·하작물의 출현율 및 월동율

여름작물인 수수×수단그라스의 파종후 평균 출현율은 23%~30%로 매우 낮았으며, 년차간을 비교해 볼때 파종 1년차에서 가장 높았다. 겨울작물의 경우 논조건인 벼 재배후 동작물 파종구의 평균 출현율은 86%~91%로, 밭조건인 수수×수단그라스 재배후 동작물 파종구의 67%~69% 보다 높았다. 이와 같은 결과는 총체 벼 재배시 담수에 의한 토양염류도의 저하에 따른 영향으로 사료된다. 동작물의 월동율은 논조건인 벼 재배후 동작물 파종구가 높았으며, 작목별로는 이탈리안 라이그라스의 월동율(44%, 85%)이 총체보리의 월동율(38%, 66%)보다 높았다.

Table 5. Fresh and dry matter yield of crpping systems

Crpping system		Fresh yield (kg/ha)			Dry matter yield (kg/ha)		
		Sunner crop	Winter crop	Total	Sunner crop	Winter crop	Total
T1	Sorghum×sudangrass+Barley	11,469[b]	5,778[c]	17,247[b]	3,475[b]	1,734[d]	5,209[b]
T2	Sorghum×sudangrass+IRG	10,359[b]	12,357[b]	22,716[b]	3,208[b]	3,357[b]	6,565[b]
T3	Wholecrop rice+Barley	36,059[a]	7,063[a]	43,122[a]	12,144[a]	2,486[a]	1,4630[a]
T4	Wholecrop rice+IRG	34,207[a]	16,600[a]	50,807[a]	10,956[a]	4,109[a]	15,065[a]
LSD (0.05)		9,750	1,328	10,390	3,154	622	3,564

나. 동 · 하작물 수량 및 작부체계수량

ha당 생초수량과 건물수량은 여름철 사료작물의 경우, 총체 벼구(34,207 kg ~ 36,059 kg, 10,956 kg ~ 12,144 kg)가 수수 × 수단그라스구(10,359 kg ~ 11,469 kg, 3,208kg ~ 3,475kg)) 보다 높았다. 밭재배 조건인 토양에서는 기온이 높고 가뭄이 지속되면 모세관 현상에 의한 염분의 상승이 빈번하여 생육에 큰 영향을 주며 논재배 조건인 토양은 담수에 의한 염분의 상승이 방지되어 생육에 미치는 영향이 크지 않다는 호농연(2002)의 연구결과로 볼때 간척지토양 특성상 밭조건에서 수수×수단그라스의 수량보다 논조건의 총체 벼 수량이 높았다고 사료된다. 겨울철 사료작물에서는 이탈리안 라이그라스구(12,357kg ~ 16,600 kg, 3,357kg ~ 4,109kg))가 총체보리구(5,778kg ~ 7,063kg, 1,734kg ~ 2,486kg))보다 높았다. 이는 염농도와 습해에 견디는 능력에서 이탈리안 라이그라스가 더 강한 것으로 나타났다.

그러나 전반적인 건물수량은 일반 밭토양에서 수수 × 수단그라스(16,233 ~ 18,156 kg), 이탈리안 라이그라스(6,876 ~ 7,869kg), 총체보리(10,785 ~ 11,796kg)의 결과(김 등, 2004)와 서 등(2004), 이 등(1988)의 수량보다는 매우 낮았다. 하작물과 동작물을 연계한 작부체계에서 사초의 총수량을 비교하여 보면 Table 5과 같다. ha당 생초 및 건물수량은 총체 벼 + 이탈리안 라이그라스(50,807kg, 15,065kg) 작부체계가 가장 수량이 높았으며, 수수×수단그라스+총체보리(17,247kg, 5,209kg)으로 가장 낮았다.

다. 사료가치

여름작물의 경우 Table 6에서 보는 바와같이 조단백질 함량은 T1구의 수수×수단그라스재배구가 12.9%로 가장 높았다. TDN 함량은 T2구의 수수×수단그라스 재배구가 66.0%로 가장 높았으며 기타 처리구에서는 유의차가 없었다 ($P<0.05$). 겨울작물의 경우에는 T2의 이탈리안 라이그라스 재배구가 조단백질 함량과 TDN 함량이 가장 높았고 NDF 함량과 ADF 함량이 가장 낮아 사료가치면에서는 가장 우수하였다. 이와같은 결과는 신 등(2004; 2005)이 간척지에서의 동 · 하작물 재배시험에서 조단백질 함량이 수수×수단그라스가 10.9%였다는 보고보다는 약간 높게 나타났으며 총체보리(9.1%), 이탈리안 라이그라스(10.8%)와는 차이가 있었다. TDN 함량에서는 수수×수단그라스(59.2%), 총체보리(65.8%) 보다는 높게 나타났지만, 이탈리안 라이그라스(63.9%) 보다는 높거나 같게 나타났다.

작부체계면에서 살펴볼 때 조단백질 함량과 TDN 함량은 수수×수단그라스+이탈리안 라이그라스 재배구가 가장 높았다. 그러나 Table 4의 건물수량과 연계하여 볼때 ha당 조단백질 생산량은 Fig. 1에서 보는 바와같이 총체 벼+

Table 6. Chemical ingredients of crpping systems

	Crpping system	Summer crop(%)				Winter crop(%)				Average(%)			
		CP	NDF	ADF	TDN	CP	NDF	ADF	TDN	CP	NDF	ADF	TDN
T1	Sorghum×sudan grass+Barley	12.9	69.8	31.9	63.7	10.1	62.2	28.7	66.2	11.5	66.0	30.3	65.0
T2	Sorghum×sudan grass+IRG	12.1	57.4	29.1	66.0	11.3	52.4	26.6	67.9	11.7	54.9	27.9	67.0
T3	Wholecrop rice +Barley	8.5	62.2	32.0	63.6	7.3	61.2	27.8	66.9	7.9	61.7	29.9	65.3
T4	Wholecrop rice +IRG	6.3	65.5	32.2	63.2	6.9	56.0	31.6	63.9	6.6	60.8	31.9	63.6
	LSD(0.05)	0.9	4.1	NS	0.9	0.9	0.8	0.8	1.9	0.9	2.3	2.2	1.3

※) Sunner crop : '04~'05, Winter crop : '05

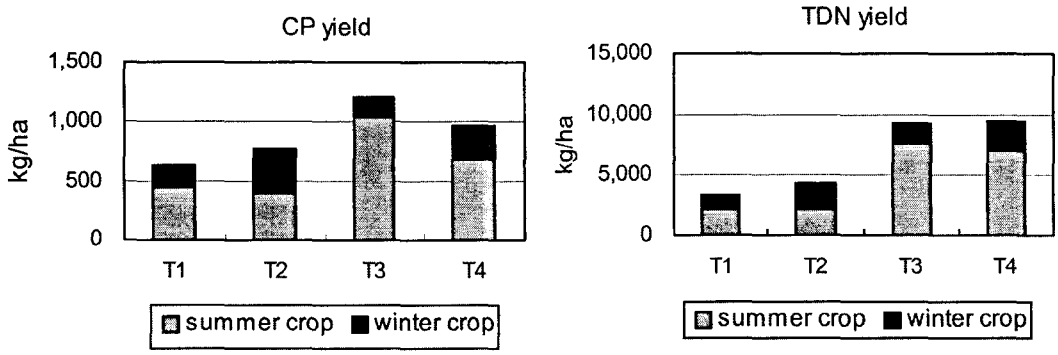

Fig. 1. Crude protein yield and TDN yield in accordance with different cropping systems.

총체보리 작부체계가 1,213.7kg으로 가장 높았는데, 총체보리보다는 총체 벼에서 생산량이 월등히 높게 나타났다. TDN 생산량에서는 총체 벼+이탈리안 라이그라스 작부체계가 9,549.8 kg으로 가장 높았으며, 이탈리안 라이그라스보다는 총체 벼에서 생산량이 높았다.

Ⅳ. 요 약

본 시험은 1984년에 방조제가 완공된 충남 당진군에 위치한 대호간척지(37° N, 126.4° E)의 한국농촌공사 시험연구포장에서 2004년 3월부터 2006년 10월까지 3년간 수행하였다. 여름작물에서 출현율은 수수×수단그라스 파종구에서 23%~30%로 매우 낮았다. 겨울작물에서는 총체 벼 재배후 이탈리안 라이그라스 파종구에서 가장 높았다. 월동율은 총체 벼 재배 후 이탈리안 라이그라스 파종구가 가장 높았으며, 수수×수단그라스 재배후 총체보리 파종구가 가장 낮았다. 하작물과 동작물을 연계한 작부체계에서 ha당 생초 및 건물수량은 총체 벼+이탈리안 라이그라스(50,807kg, 15,065kg) 작부체계가 가장 수량이 높았으며, 수수×수단그라스+총체보리(17,247kg, 5,209kg)으로 가장 낮았다. ha당 조단백질 생산량은 총체 벼+총체보리 작부체계가 가장 높았다. TDN 생산량에서는 총체 벼+이탈리안 라이그라스 작부체계가 가장 높았다.

V. 인 용 문 헌

1. 김호중, 이강수, 유숙종. 1989. 간척지 내염성 작물선발과 밭작물 재배시 염분상승 억제 방법시험. 호남작물시험장 시험연구보고서. p523-530.
2. 김원호, 정의수, 김종근, 박근제, 윤세형, 신재순. 2004. 논을 이용한 사료작물 작부체계 연구. 축산연구소 연구보고서.
3. 김홍재, 채재석, 박건호. 1979. 간척지 건답직파시험. 전북농업진흥원 시험연구보고서. p372-376.
4. 김정갑, 한민수. 1990. 간척지 사료작물 재배에 있어서 모래를 이용한 토양 mulching의 효과. Ⅱ. 간척지 재배목초의 생육 및 건물축적형태와 사료가치에 관한 연구. 한국초지학회지. 10(2): 77-83.
5. 농촌진흥청. 2003. 농사시험연구조사기준
6. 류순호, 박무언. 2004. 새만금 간척지 농업적 토지활용 방안. 간척지 농업연구회지(2):68-91.
7. 서 성, 김원호, 김종근, 최기준. 2004. 권역별 답리작 사료작물 최대 생산을 위한 적작목(품종) 선발. 1. 중부지방(수원)을 중심으로. 한초지. 24(3):207-216.
8. 신재순, 이승헌, 김원호, 윤세형, 정의수, 임영철. 2004. 간척지에서 주요 여름사료작물의 건물생산성 및 사료가치 비교. 한국초지학회지. 24(4):335-340.
9. 신재순, 이승헌, 김원호, 윤세형, 김종근, 남진우. 2005. 간척지에서 주요 겨울사료작물의 건물생산성 및 사료가치 비교. 한국초지학회지. 25(2):113-118.
10. 이무영. 1988. 중북부 지방에 있어서 작부체계가 사초의 생산성과 사료가치에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 학위논문.
11. 이승헌, 안 열. 2003. 우리나라 간척 현황과 향후과제. 간척지 농업연구회지(1):20-31.
12. 이승헌. 2006. 간척지에서 식물 분류학적 접근과 토양염류도 등급에 의한 작물의 내염성평가. 서울대학교 박사학위논문. pp113-119.
13. 최원열, 박근용. 1991. 내염성전작물의 개발과 재배전망. *In* 우리나라 간척지농업의 현황과 발전방향. 농촌진흥청 심포지엄(17): 53-78.
14. 호남농업연구소. 2002. 한국의 간척지 농업. pp182-183.
15. A. O. A. C. 1990. Offcial method of analysis. 15th ed. Association of offcial analytical chemists. Washington, D. C.
16. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agricultural Handbook. No. 379, ARS, USDA, Washington, D.C.