

간척지에서의 사료작물재배



신재순
농촌진흥청 농촌현장지원장

머리말

지금까지 간척지는 벼를 중심으로 한 주곡생산지로 활용돼 왔지만, 벼 재배면적 감소에 따라 간척농지 이용의 다변화 및 고도 이용화의 필요성이 대두되고 있다. 이(2006)는 간척지에 발작물을 도입할 경우, 다섯가지 요인을 고려해야 하며, 중요도 순으로 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)이다. 그리고 고부가가치의 경제작물은 다섯가지 조건, 일반 발작물은 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.

1. 간척지 토양의 일반적 특성

간척지 토양은 염농도가 높을 뿐 아니라 지하수위가 지표면 근처로 높아 물빠짐이 나쁘다. 따라서 작물 재배를 위해 토양을 물리 화학적으로 개량하지 않으면 숙전화 하는데 오랜 시일이 걸린다. 표1은 우리나라 간척지 토양의 화학적 성분으로 pH가 높고 유기물 함량이 적으며, 특히 Na함량이 매우 높은 것을 알 수 있다.

벼의 경우 정상적인 생육을 하기 위한 토양염도는 0.3%이하라고 알려져 있다. 그 이상에서는 생육에 장애를 받는 것으로 보고되는데 표 5를 통해 영농년수에 따른 토양염도의 변화로 간척후 3~4년에 걸친 기반정비 등을 한 후에 영농 4~5년째의 토양염도가 0.38%이었고 10~20년째의 토양염도가 0.19%로 나타나 간척후 정상에 가까운 수량을 얻기 위해서는 적어도 10년 정도가 소요됨을 추론할

표 4. 우리나라에 있어서 간척지 표토토양의 화학적 성분

구분	pH	(1:5)	(%)	(me/100g)	Exth. (me/100g)	Ca	Mg	(ppm)	
		유기물	CEC						SiO ₂
간척지	7.5	0.8	7.15	1.3	11.5	2.2	5.0	261	20
전체토양 평균	5.7	2.3	11.5	0.3	0.2	3.8	1.4	88	-
최상토양	6.3	2.6	-	0.2	-	5.2	1.8	135	-

※) 자료 : 오윤진, 김제규(1991)

수 있다. 하지만 경우에 따라서는 다소 단축될 수 있으리라 사료된다.

표 5. 간척지의 염농년수에 따른 토양염농도 함량

구 분	염 농 년 수 (년)			
	1	4~5	10~20	30~50
조사지역수(개소)	2	5	3	5
토양염농도(%)	0.66	0.38	0.19	0.18

※) 자료 : 이강수(1991)

염지토양을 이용하여 일반답과 같은 수량을 얻기 위한 이상적인 방법으로는 지하에 배수시설(암거배수)과 더불어 충분한 담수와 함께 종합적인 제염방법(석고, 유황, 석회 등을 사용하는 경종적인 방법)을 취하는 것이 가장 효과적이나 시설비가 많이 드는 문제점이 있다.

2. 염농도와 작물(사료작물)과의 관계

가. 간척지의 염해

간척지에 벼를 재배할 때는 담수상태로 생육하기 때문에 관개수만 충분하면 어느정도 재배가 가능하고 염해가 우려되면 물을 공급하면 된다. 그러나 사료작물은 발상태로 재배되며 따라서 건조기에는 염해가, 비가 오면 습해가 우려된다. 특히 간척지 토양은 토성이 미사질로 이루어져 공극이 적어 근본적으로 배수가 불량하고 관수시 곤죽이 되고 건조시 단단해지며 균열이 생긴다. 더욱이 토양

표면이 염분으로 포화되어 있어 용존된 염분에 의한 피막형성이 일어나 일반토양보다 수분 증발량이 훨씬 적어 항상 축축하며 습하다. 따라서 사료작물의 재배기간 중에 습해를 방지할 수 있는 배수조건을 충분히 갖추고 작물의 생육시기별 염농도변화를 알고 적절히 대처해 주어야 한다. 정상적인 생육을 하고 있는 작물이라도 기름이 계속되면 일시에 염해를 받는 경우가 있으며 한번 받은 염해는 회복하는데 오랜 시일이 걸린다.

표 6은 논 유형별로 일반계 벼 품종의 수량을 비교한 결과로 염해답은 보통 논에 비해 비료를 사용하지 않았을 경우에는 53%의 수량을 나타냈으며, 충분한 양의 비료를 사용하였을 경우에도 76%의 수량을 나타내고 있다. 이와같은 결과를 보더라도 염해논은 작물이 생육하는데 불리한 환경임에는 틀림이 없다.

나. 토양의 염농도별 작물도입 가능성

토양의 염농도는 토양중 수분에 용해되어 있는 용액의 양이온(Na, Ca, Mg, K)과 음이온(Cl, SO₄, HCO₃, CO₃, NO₃)의 합을 나타내는 전기전도도(electrical conductivity)의 측정치로 표시한다. 이 등(2002)의 자료에 의하면 토양의 전기전도도(EC)는 작물에 대한 염류 장애를 판단하는데 매우 중요한 화학적 지표이며, 토양포화침출액의 전기전도도(ECe)를 표준으로 삼는다고 하였다. 그러나 이보다 토양과 물의 비율을 1:5로하여 측정하는

표 6. 논유형별 벼수량

구 분	시험수	무비구(kg/10a)		최적시비구(kg/10a)	
		범 위	평 균	범 위	평 균
보통논	97	233~679	454(100)	457~833	629(100)
미숙논	36	143~704	289(56)	436~789	635(101)
사질논	71	124~668	412(91)	382~824	600(95)
고 논	31	270~661	423(93)	484~800	618(98)
염해답	3	191~278	240(53)	377~545	480(76)

※) 자료 : 김이열(1991)

>> 사료관리 >>

방법이 보다 용이하여 많은 실험실에서 보편적으로 사용하고 있으며, 염분농도(dS/m)와 백분율(%)의 관계는 1 dS/m이 0.064%와 대체적으로 일치하므로 국내외 지도용 자료나 시험연구보고서의 자료는 1:5로 측정된 전기전도도를 그대로 사용하거나 희석배수 5를 곱한 후 다시 환산계수 0.064를 곱하여 백분율(%)로 표현하고 있다고 하였다.

1) 한편 우리나라의 경우 간척지에서는 벼를 위주로 한 연구가 전부였으며, 사료작물에 대한 시험연구는 극히 일부만이 수행되었다. 또한 체계적인 연구도 이루어지지 못해 염농도에 따른 여러 작물의 내염성을 정 등(1994)이 발표한 미국의 자료를 근거로 표 7과 같이 제시하였다.

2) 정 등(1994)은 토양의 포화침출액의 ECe가 2dS/m 이하인 토양은 정상토양으로서 염류에 의한 제한이 없이 일반작물을 재배할 수 있다고 하였다. 또한, 사질토에서 염의 농도가 0.05% 이하이며 사양토 내지 식양토에서는 토양중의 염농도가 0.2% 이하인 토양이 이에 해당된다고 하였다. ECe가 2~4dS/m인 토양은 일반작물을 재배할 수 있으나 염류에 민감한 작물은 일부 염류장애를 받을 수 있으므로 세심한 토양 및 물관리가 필요하다고 하였다. ECe가 4~8dS/m인 토양은 내염성 작물의 재배가 가능한데, 사질토의 경우 토양중 염농도가

0.05~0.1%인 토양이 이에 해당되며, 사양토 내지 식토의 경우에는 염농도가 0.2~0.4%인 토양이 이에 속해 이 범주의 토양에 내염성이 약한 엽채류 등을 재배할 때 염류장애에 의해 생육 및 수량이 떨어진다고 하였다. ECe가 8~16dS/m인 토양에서는 내염성이 강한 작물만이 재배가 가능하며, 내염성이 약한 작물은 심한 염류장애에 의하여 생육 및 수량이 급격히 떨어지며, 사질토의 경우 토양중의 염농도가 0.1~0.2%인 토양과 사양토 내지 식토의 경우 0.4~0.8%인 토양이 이에 해당된다고 하였다.

다. 목초 및 사료작물과 염분 농도별 재배 반응

간척지에 사료작물을 재배하기 위해서는 우선 초종선택이 중요하다. 표 8에서 보는 바와 같이 염해에 강한 사료작물은 트리티케일, 보리, 수수류, 호떡 순이며, 옥수수는 약한 편이다. 또한 목초 중에서는 툴휘트그라스(Tall wheat grass), 버뮤다그라스(Bermuda grass), 페레니알라이그라스(perennial ryegrass), 툴페스큐(Tall fescue) 순이다. 일반적으로 두과작물은 염해에 약한데, 이는 외국의 자료로 우리나라의 간척지 조건에서도 시험행이 필요하다고 하겠다.

라. 지하수위별 도입가능 작물

간척지 토양에서의 지하수위는 작물생육에 영향을 미치는데 정 등(1994)의 보고를 인용하면, 지하

표 7. 신간척지에서 작물생산을 위한 내염성 구분

작물의 내염성	포화침출액		토양중의 염농도(%)	
	ECe(dS/m)	염농도(%)	사질토	사양토 내지 식토
제한없이 일반작물 재배가능	0~2	0~0.15	0~0.05	0~0.2
일반작물 재배 가능	2~4	0~0.15	0~0.05	0~0.2
일부 민감한 작물 생육장애(엽채류 등)				
내염성 작물 재배 가능	4~8	0.15~0.35	0.05~0.1	0.2~0.4
내염성이 강한 작물 재배 가능	8~16	0.35~0.65	0.1~0.2	0.4~0.8
(내염성이 약한 작물은 심한 생육장애)				
내염성이 극히 강한 작물 재배 가능	>16	>0.65	>0.2	>0.8

※) 자료 : US Salinity Laboratory(1953)

표 8. 사료작물 및 목초에 대한 염분농도별 재배반응

구 분		수량감소초기 염농도	10% 수량감소	25% 수량감소	50% 수량감소
		ECe(dS/m)	ECe(dS/m)	ECe(dS/m)	ECe(dS/m)
사료작물	총채용 보리	5.3	7.4	9.5	13.0
	청예용 옥수수	1.8	2.7	6.8	8.6
	연맥	2.6	3.2	4.1	6.8
	호맥	2.5	3.5	5.1	7.2
	수단그라스	2.8	5.1	8.6	14.0
	트리티케일	6.1	8.1	10.4	13.5
	베치	3.0	3.9	5.3	7.6
목 초	알팔파	2.0	3.4	5.4	8.8
	버뮤다그라스	6.9	8.5	10.8	14.7
	버즈풋트 트레포일	4.0	6.0	7.5	10.0
	스므스브롱그라스	2.5	3.1	4.0	5.0
	클로바(리디노, 레드)	1.3	2.3	3.6	5.7
	오차드그라스	1.5	3.1	5.5	9.6
	페레니알라이그라스	6.6	6.9	8.9	12.0
	틀페스큐	3.9	5.8	8.6	13.3
	티모시	2.0	2.7	3.8	5.0
	틀휘트그라스	7.5	9.9	13.0	19.0

※) 자료 : Tanji(1990)

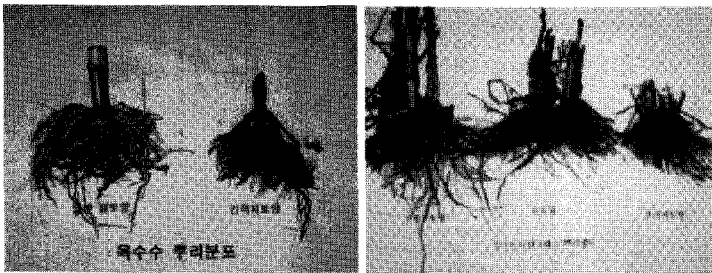


그림3. 토양염분별 옥수수(왼쪽)와 수수×수단그라스의 뿌리발달

수위가 40cm 미만일 때는 내습성이 강한 작물만을 도입하여 재배하는 것이 필요하며, 40~60cm인 경우는 보리, 수수 등의 내습성 작물의 재배가 가능하다. 지하수위가 60cm 이상인 경우에는 배수관리만 잘 하면 대부분의 밭작물의 재배가 가능하다.

3. 우리나라 간척지(대호, 화옹지구)에서 사료작물 재배결과

가. 대호간척지에서 사료작물 재배

간척지에서 사료작물 재배의 가능성을 구명하기 위해 대표적인 여름철 사료작물로 옥수수, 수수×수단그라스, 사료용 피클, 겨울철 사료작물로는 호밀, 청보리, 이탈리아 라이그라스를 공시하여 충남 당진 군에 위치한 대호간척지에서 2002

년부터 2004년까지 수행하였다. 시험포장 토양의 토성은 미사질 양토로 배수가 매우 불량하고 pH는 6.22~7.35로 알칼리 토양이었으며 유기물함량이 거의 없는 토양이었다.

1) 여름에 재배할 수 있는 사료작물 선발

본 시험은 충청남도 당진군에 소재한 대호간척지 내 시험포장에서 전작물로 벼 재배된 곳을 밭으로 전환하여 공시 초종으로 옥수수 2품종(수원19호,

P3156), 수수×수단그라스 2품종(점보, 스피드피드) 그리고 사료용 피 1품종(제주재래종)을 5월 10일경에 조파하였으며, 수확은 사료용 옥수수는 황숙초기에 하였고 수수×수단그라스와 사료용피는 출수기에 하였다. 시비량 및 재배법은 농촌진흥청(2003) 농사시험 조사기준에 준하여 시험하였다. 각 작물재배구의 계절별 토양 염류도는 각 작물구 모두 생육초기에는 낮게 유지한 후 기온상승과 함께 약간 높아지는 경향을 보이다가, 장마 후 수확기에는 다시 낮아졌다. 간척농지를 밭으로 전환하여 시험한 결과는 사료가치는 다소 낮지만 생육상황, 건물생산성면에서 사료용 피가 가장 좋았는데 사료용 피는 현재 종자공급 체계가 되어있지 않아 재배하는데 어려움이 많아 향후 공급체계가 확립된다면 농가에서의 새로운 소득작물로 각광이 기대된다.

피(millet)는 곡실작물과는 달리 비옥도가 낮고 무덤거나 건조한 지역과 같이 조건이 불리한 재배 환경에 잘 적응하며, 배수가 불량하고 습한 조건에도 적응력이 강할 뿐만 아니라, 나트륨함량이 높은 간척지에서의 적응력도 타 사료작물보다 강하다. 피는 채종용, 방목용 그리고 겸용 등으로 용도에 따라 다양한 품종들이 있는데 미국의 경우, 방목용 피는 수단그라스교잡종과 수수류의 대용으로 재배되고 있으며, 지난 10년 동안 방목용으로 재배되는 피는 7,000~10,000ha에 달한다. 이러한 면적 중에 일정부분은 채종용과 방목용의 겸용으로 재배되는데 먼저 방목으로 이용하고 기상이 순조로운 시기를 택하여 채종하여 종자를 생산해 조류의 먹이용으로 주로 일본시장에 수출된다. 우리나라의

경우 제주도 등 일부농가에서 주로 여름철에 청예용으로 재배 이용되고 있으며 종자는 자가 채종하여 사용되고 있다. 필자는 2004년 제주도에서 재배되고 있는 재래피 등 총 6품종을 공시재료로 사용하여 피 품종 간의 생초 및 건물수량 등 조사 분석한 결과, dual purpose type인 summer green 품종이 가장 우수한 결과를 얻었다.

2) 여름 사료작물 후작으로 재배할 수 있는 동계사료작물 선발

공시 초종으로 총체보리 2품종(올보리, 알보리), 호밀 2품종(올호밀, Koolgrazer) 그리고 이탈리아 라이그라스 2품종(화산101호, Florida80)을 총체보리와 호밀은 10월 10일경, 이탈리아 라이그라스는 9월30일경에 조파하였다. 수확은 총체보리는 황숙초기에 하였고 호밀과 이탈리아 라이그라스는 출수기에 하였다. 시비량 및 재배법은 농촌진흥청(2003) 농사시험 조사기준에 준하여 시험하였다. 김 등(1989)은 간척지 내염성 작물선발에서 생육초기의 내염성 정도는 이탈리아 라이그라스의 건물중 감소가 적었으나 호밀과 보리는 감소가 심했다고 하였다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때 이탈리아 라이그라스가 염류토양에 적응력이 높다고 사료되며, 특히 시험포장의 육안관찰 결과, 습한 조건에서도 총체보리나 호밀보다 생육이 우수한 결과를 나타냈다.

3) 간척지에서 사료작물에 대한 비종사용 효과
간척지에서 작물을 재배하는 경우 일반 경지와

표 9. 대호간척지에서 옥수수, 수수×수단그라스, 사료용피의 수량('02-'03)

작물	수량					
	생초			건물		
	1년차	2년차	평균	1년차	2년차	평균
옥수수	4,370	12,895	8,633	1,498	3,174	2,336
수수×수단그라스	19,727	11,756	15,742	5,119	2,562	3,841
사료용피	32,495	22,189	27,342	7,171	4,275	5,723

표 10. 간척지에서 사료용 피 품종들의 수량과 사료성분('04)

품종	육성국	생초수량(kg/ha)	건물수량(kg/ha)	조단백질(%)	TDN(%)
1. Panorama	호주	1,333	318	12.8	60.0
2. 제주재래종	한국	17,083	2,708	14.8	62.2
3. Shirohie	호주	15,444	2,801	18.2	61.9
4. Summer green	미국	21,444	5,297	12.4	60.5
5. Aoba	미국	17,028	2,934	14.0	64.8
6. Siberian	호주	4,500	731	15.9	65.0

표 10. 대호간척지에서 청보리, 호밀, 이탈리아 라이그라스의 수량('02-'04)

작물	수량					
	생초			건물		
	1년차	2년차	평균	1년차	2년차	평균
청보리	15,295.0	9,599.4	12,447.2	5,176.0	3,735.2	4,455.6
호밀	6,673.8	5,916.7	6,295.2	2,759.8	2,422.6	2,591.2
이탈리아 라이그라스	21,780.0	29,512.8	25,646.4	5,863.3	7,474.3	6,668.8

는 달리 토양 중에 있는 높은 염도 문제로 인하여 일반적인 농법으로 정상적인 수확량을 올리기는 매우 어렵다. 특히 간척지에서 사료작물을 생산하고자 할 경우 내염성이 강한 작목을 선정하여야 하며, 간척지 토양이 가지고 있는 이화학적 특성을 고려한 시비가 이루어져야 한다. 간척지에서 벼재배시 생리적 산성비료인 유안과 황산칼리를 사용하는 것이 작토층의 염농도 상승을 막아 염분농도를 낮추고 Na의 흡수를 억제시킬 뿐 아니라 칼리와 인산 등 이용효율 증진으로 수량을 증수시키는 효과가 있다는 보고가 있지만 사료작물에 대한 사용효과는 아직 보고된 바 없다. 여기에서는 여름철 사료작물로 수수×수단그라스교잡종(jumbo)을 사용하였으며, 파종량은 40 kg/ha로 40cm 간격으로 조파하였다.

파종은 1년차에는 5월 5일, 2년차는 5월 19일에 하였으며, 수확일은 1,2년차 공히 출수기인 8월 9일이었다. 파종부터 수확까지의 재배법은 농촌진흥청(2003) 농사시험 조사기준에 준하였다. 생초수량에서 요소를 사용한 표준시비구는 8,989kg/ha이었는데 비해 요소비료 대신 유안비료를 사용

한 경우 24,544kg/ha으로 173% 증수한 결과를 얻었으며, 염화칼리비료 대신 황산칼리비료를 사용한 경우는 90%의 증가효과가 나타났다. 건물수량도 요소비료 대신 유안비료를 대체 사용시 142%, 염화칼리비료 대신 황산칼리비료로 대체 사용시 95% 증수효과가 있었다.

한편 겨울철 사료작물로 청보리(선우)를 사용하여 파종은 1년차에는 10월 7일, 2년차는 10월 6일에 하였으며, 파종량은 160 kg/ha를 40cm 간격으로 조파하였다. 수확일은 1년차는 5월 21일, 2년차는 5월 25일이었다. 여름철 사료작물과 마찬가지로 파종부터 수확까지의 재배법은 농촌진흥청(2003) 농사시험 조사기준에 준하였다.

표 11. 비료종류에 따른 수수×수단그라스교잡종의 생초 및 건물수량

구분	비료처리	수량(kg/ha)	
		생초	건물
대조구	무비구	2,822(31)	758(29)
표준시비량	요소-용파린-염화칼리	8,989(100)	2,575(100)
유안대체구	유안-용파린-염화칼리	24,544(273)	6,243(242)
황산칼리대체구	요소-용파린-황산칼리	17,067(190)	5,031(195)

>> 사료관리 >>

생초수량에서 요소를 시용한 표준시비구는 9,987kg/ha이었는데 비해 요소비료 대신 유안비료를 사용한 경우 16,157kg/ha으로 62% 증수한 결과를 얻었으며, 염화칼리비료 대신 황산칼리비료를 사용한 경우는 72%의 증가효과가 나타났다. 건물수량도 요소비료 대신 유안비료를 대체 시용시 49%, 염화칼리비료 대신 황산칼리비료로 대체 시용시 53% 증수효과가 있었다. 이와같은 결과들을 종합적으로 검토하여 볼때 간척지에서 사료작물 재배시 질소질 비료로는 요소 대신 유안비료를 사용하고, 칼리질 비료로는 염화칼리 대신 황산칼리 비료를 사용하는 것이 생육과 수량 면에서 바람직하다고 사료된다.

4) 간척지에서 안정적인 다수확을 위한 작부체계

본 시험은 1984년에 방조제가 완공된 충남 당진 군에 위치한 대호간척지(37° N, 126.4° E)의 한국농촌공사 시험연구포장에서 2004년 3월부터 2006년 10월까지 3년간 수행하였다. 공시작물은 여름작물로 수수×수단그라스그라스(jumbo)와 총채 벼(녹양) 그리고 겨울작물로는 총채보리(선우)와 이탈리아 라이그라스(화산101호)를 공시하였다. 처

리내용은 수수×수단그라스그라스+총채보리, 수수×수단그라스그라스+이탈리안 라이그라스, 총채 벼+총채보리, 총채 벼+이탈리안 라이그라스 등 4처리로 시험구 면적은 15㎡으로 난괴법 3반복으로 배치하였다. 작목별 파종량, 파종방법, 파종일 및 수확일은 표 12와 같다.

작목별 ha당 시용량(N-P-K)은 수수×수단그라스 200-150-150kg, 총채 벼 140-100-100kg, 총채보리 150-100-100kg, 그리고 이탈리아 라이그라스 140-100-100kg으로 하였으며, 파종시 기비로 N 50%, 추비로 생육왕성기 50%, P와 K는 기비로 전량사용하였다. 비종은 N은 유안비료, P는 용과린, K는 황산칼리 비료를 사용하였다.

시험수행결과, ha당 생초수량과 건물수량은 여름철 사료작물의 경우, 총채 벼구(34,207kg~36,059kg, 10,956kg~12,144kg)가 수수×수단그라스구(10,359kg~11,469kg, 3,208kg~3,475kg) 보다 높았다. 발재배 조건인 토양에서는 높은 기온 속에 가뭄이 지속되면 모세관 현상에 의한 염분의 상승이 빈번하여 생육에 큰 영향을 준다. 논재배 조건인 토양은 담수에 의한 염분의 상승이 방지되어 생육에 미치는 영향이 크지 않다는 호농연(2002)의 연구결과로 볼때 간척지토양 특성상 발조조건에서 수수×수단그라스의 수량보다 논조건의 총채 벼 수량이 높았다고 사료된다. 겨울철 사료작물에서는 이탈리아 라이그라스구(12,357kg~16,600kg, 3,357kg~4,109kg)가 총채보리구(5,778kg~7,063kg, 1,734kg~2,486kg)보다 높았다. 이는 염농도와 습해에 견디는 능력에서 이

표 11. 비료종류에 따른 청보리의 생초 및 건물수량

구 분	비료처리	수 량(kg/ha)	
		생 초	건 물
대조구	무비구	2,833(28)	758(22)
표준시비량	요소-용과린-염화칼리	9,987(100)	3,420(100)
유안대체구	유안-용과린-염화칼리	16,157(162)	5,080(149)
황산칼리대체구	요소-용과린-황산칼리	17,156(172)	5,244(153)

표 12. 여름철 및 겨울철 사료작물의 작목별 재배방법

작 목	파종량 (kg/ha)	파종방법	파종(이앙)시기		수확시기		
			1년차	2년차	1년차	2년차	
여름철 사료작물	수수×수단그라스	40	60×20cm조파	5월23일	6월 8일	8월28일	9월 7일
겨울철 사료작물	총채 벼	-	이앙	6월 2일	6월 2일	9월20일	9월20일
겨울철 사료작물	총채보리(청보리)	160	60×20cm조파	10월6일	9월29일	5월25일	5월16일
겨울철 사료작물	이탈리안 라이그라스	40	60×20cm조파	9월30일	9월29일	5월25일	5월16일

표 13. 재배조건별 생초수량 및 건물수량

	작부체계	생초수량(kg/ha)			건물수량(kg/ha)			TDN수량(kg/ha)		
		하작물	동작물	계	하작물	동작물	계	하작물	동작물	계
논	매년 : 총채벼 + IRG	34,207	16,600	50,807	10,956	4,109	15,065	6,739	2,627	9,366
조	매년 : 총채벼 + 총채보리	36,059	7,063	43,122	12,144	2,486	14,629	7,550	1,663	9,213
건	평 균	35,133	11,832	46,965(235)	11,550	3,298	14,847(252)	7,144	2,145	9,290 (244)
밭	매년 : 수수류 + 총채보리	11,469	5,778	17,247	3,475	1,734	5,209	2,129	1,149	3,278
조	매년 : 수수류 + IRG	10,359	12,357	22,715	3,208	3,357	6,565	2,070	2,280	4,351
건	평 균	10,914	90,675	19,981(100)	3,342	2,546	5,887(100)	2,100	1,715	3,815 (100)

※) 축산연, '04~'06

탈리안 라이그라스가 더 강한 것으로 나타났다.

그러나 전반적인 건물수량은 일반 밭토양에서 수수×수단그라스(16,233~18,156kg), 이탈리아 라이그라스(6,876~7,869kg), 총채보리(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 표 13과 같다. ha당 생초 및 건물수량은 총채 벼+이탈리안 라이그라스(50,807kg, 15,065kg) 작부체계가 가장 수량이 높았으며, 수수×수단그라스+총채보리(17,247kg, 5,209kg)으로 가장 낮았다. TDN수량 역시, 여름철 사료작물로 총채 벼를 이용하는 것이 수수×수단그라스를 이용하는 것보다 우수하였으며, 겨울철 사료작물로는 이탈리아 라이그라스를 이용하는 것이 유리하였다. 작부체계로는 총채 벼+이탈리안 라이그라스 조합이 9,366kg/ha로 가장 높았으며, 수수×수단그라스+총채보리 조합이 3,278kg/ha로 가장 낮았다.

본 시험을 종합하여 볼때, 재배조건별로 여름 사료작물로 총채 벼, 수수×수단그라스, 겨울 사료작물로 총채보리, 이탈리아 라이그라스를 조합하여 시험한 결과 밭조건에서는 수수×수단그라스+이탈리안 라이그라스 작부체계, 논조건에서는 총채 벼+이탈리안 라이그라스 작부체계가 수량과 사료가치 면에서 가장 높았다.

5) 개발기술의 활용방법

재배대상지는 벼 재배가 가능한 간척지로 재배조건별로 각 작물의 파종량, 파종시기, 수확시기 등은 표 11과 같다. 논조건으로 활용할 경우 여름작물로는 사료용 총채 벼를 5월 하순경에 이양하여 호숙기에서 황숙초기가 되는 9월 중순경에 수확한다. 겨울작물로는 이탈리아 라이그라스를 9월 하순이나 10월 초순경에 20~25cm간격으로 조파, 또는 산파를 권장하며 다음해 출수기인 5월 중순경에 수확이용 할 수 있다. 밭조건으로 활용할 경우에는

표 11. 작목별 파종량, 파종시기 및 수확시기

재배 조건	구 분	여름작물	겨울작물
논	○ 작부체계	총채 벼	이탈리안 라이그라스
조	○ 파종량 및 파종(이양) 시기	- 이양, 5월하순	- 40kg/ha, 20~25cm간격 조파권장 9월하순
건	○ 수확시기	- 9월중순(호숙기~황숙초기)	- 5월중순(출수기)
밭	○ 작부체계	수수×수단그라스	이탈리안 라이그라스
조	○ 파종량 및 파종시기	- 40kg/ha, 40cm간격 조파권장	5월중~하순 - 40kg/ha, 20~25cm간격 조파권장 9월하순
건	○ 수확시기	- 9월중~하순(출수기)	- 5월중순(출수기)

>> 사료관리 >>

여름작물로 수수×수단그라스를 5월 중~하순경에 40cm간격 또는 산파하여 출수기인 9월 중~하순에 수확하고 겨울작물로 이탈리아 라이그라스를 재배이용 한다.

한편 간척지에서 작물을 재배하는 경우 일반 경지와는 달리 토양 중 높은 염도 문제로 인하여 일반적인 농법으로 정상적인 수확량을 올리는 매우 어렵다. 특히 간척지에서 사료작물을 생산하고자 할 경우 내염성이 강한 작목을 선정하여야 하며, 간척지 토양이 가지고 있는 이화학적 특성을 고려한 시비가 이루어져야 한다. 간척지에서 벼재배시 생리적 산성비료인 유안과 황산칼리를 사용하는 것이 양분 이용효율 증진으로 수량을 증수시키는 효과가 있다는 보고가 있지만 사료작물에 대한 사용효과는 아직 보고된 바 없다. '03~'04년 동안 여름철 사료작물에 대해 질소질 비료 중 유안과 칼리질 비료 중 황산칼리를 이용한 시비 효과를 수행한 결과, 질소질 비료는 요소대신 유안, 칼리질 비료는 염화칼리 대신 황산칼리를 이용하는 것이 더 적절한 것으로 나타났다.

표 12. 작목별 시비량 (단위 : kg/ha)

작 목	유안	용과린	황산칼리
수수×수단그라스 (200-150-150kg/ha)	952	750	300
총체 벼 (140-100-100kg/ha)	667	500	200
총체보리 (150-100-100kg/ha)	714	500	200
이탈리안 라이그라스 (140-100-100kg/ha)	667	500	200

*) 기비 : 파종 종자 출현후 유안 50%, 용인 및 황산칼리는 전량 사용

추비 : 유안 50%는 생육왕성기 2회 분시

**) 질소성분 : 요소(46%), 유안(21%), 칼리성분 : 염화칼리 (60%), 황산칼리(50%)

나. 화웅간척지에서 대규모사료작물 시범재배

1) 여름 사료작물 대단위 재배

화성시 마도면 소재 화웅간척지에서 총 8ha를 대상으로 수수×수단그라스(2ha), 하파귀리(3ha), 진주조(2ha), 사료용 피(1ha)를 수원화성오산축협과 공동으로 대단위 실증재배를 '07년 5월부터 10월까지 수행하였다. 재배지역의 토성은 사양토계통으로 작물재배에 유리한 조건이었고 평균염농도는 0.2%~0.5%로 차이가 매우 크게 나타났다. 파종후 수수류, 사료용 피, 진주조의 정착율은 65~80%로 양호하게 조사되었다.

표 13. 초종별 정착율(%)

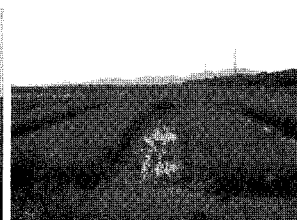
수수×수단그라스	65
진주조	80
사료용피	70
귀 리	47
비 고	작목별 초장은 15~20cm내외

표 14. 하계 사료작물 수량 및 사료가치

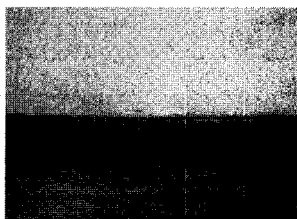
작 목	수량(톤/ha)			사료가치(%)		
	생초	건물	조단백	ADF	NDF	TDN
수수×수단그라스	69.2	13.4	14.4	39.2	62.4	58.0
진주조	52.6	9.7	9.5	45.2	77.1	53.2
사료용피	31.0	5.6	4.8	42.4	67.3	55.4



[수수×수단그라스 생육]



[총체 벼 생육]



[총체보리 생육]



[이탈리안 라이그라스 생육]

하계 사료작물 생육광경('07. 8/10~16)



[사료작물 재배조성지 전경]



[수수×수단그라스]



[진주조]



[제주재래피]



[하피귀리]

한편 수량과 사료가치면에서 수수×수단그라스가 건물수량이 ha당 13.4톤으로 가장 우수 하였으며 TDN함량도 58%로 가장 좋았다. 본 대단위 실증재배는 1년차 결과이므로 앞으로 더 지속적인 연구검토가 필요하다고 사료된다.

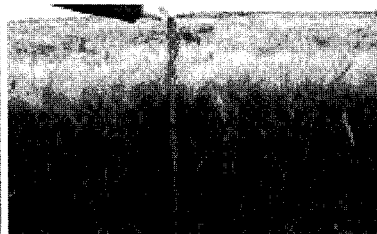
2) 겨울 사료작물 대단위 재배

우천 등으로 인해 파종은 '07년 10월 17일로 늦게 실시되었다. 작목별 재배면적은 청보리 3ha, 호밀 3ha 그리고 이탈리아 라이그라스 2ha 등 총 8ha를 재배하였다. 월동 후 생육상태('08.4.4)를 살펴볼 때 생육면에서 호밀>청보리>이탈리안 순으로 생육이 좋았다. 청보리와 호밀은 적기파종이 되었으나, 이탈리아 라이그라스는 파종시기(9월하순)가

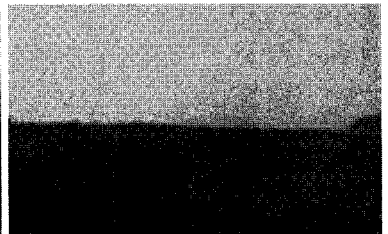
동계 사료작물 수량광경



월동후 생육('08.3.20)



청보리생육('08.5.7)



호밀생육('08.6.9)

표 15. 작목별 생육, 토양염농도 및 수량

작 목	출수시 (월·일)	토양염농도 (%)	초 장 (cm)	수확시상태	생초수량 (톤/ha)	건물수량 (톤/ha)
호 밀	4.28~30	0.168~0.576	121~150	개화기	19~ 86(63)	7~31(21.6)
청 보 리	4.22~25	0.219~0.468	65~ 93	호숙기	21~103(50)	7~30(14.9)
이탈리안	5.2~5.5	0.138~0.441	85~118	출수·개화기	31~107(78)	7~27(19.2)



이탈리안생육('08.5.27)

※) '08년 5월 27일 조사

옥수수와 수수×수단그라스 돈분뇨 시험(화웅간척지)



수수류(앞쪽), 옥수수(뒤쪽) 생육광경('08.7.1)

옥수수 생육('08.8.6)

수수×수단그라스 생육('08.8.6)

표 16. 작물별 사료가치(%)

작 목	조단백질	ADF	NDF	소화율	Nacl
청보리	13.7	29.9	51.2	63.1	3.09(0.69)
호 밀	12.6	38.9	61.2	50.2	2.42(0.66)
이탈리안 라이그라스	18.3	30.7	53.3	72.3	3.55(-)

* ()는 달리작 논재배

20일 정도 지연되었다. IRG는 봄철 분얼이 왕성하여 생육에 큰 영향은 없었다. 생초 및 건물수량에서 평균 생초수량은 이탈리아 라이그라스>호밀>청보리 순으로, 건물수량은 호밀>이탈리안 라이그라스>청보리 순으로 높았다.

작목별 사료가치는 표 16과 같다. 조단백질 함량과 식물체의 건물소화율은 이탈리아 라이그라스가 각각 18.3%와 72.3%로 가장 높았으며, 호밀은 12.6%와 50.2%로 가장 낮게 조사되었다. 특히 식물체 중에 Nacl함량은 일반 달리작재배의 경우보다 간척지에서 매우 높았는데 이에 대한 검토가 필요하다. 본 대단위 실증재배 역시 1년차 결과이므로 앞으로 더 지속적인 연구검토가 필요하다고 사료된다.

맺는말

현재까지 간척사업으로 만들어진 간척지 논은 대부분 주곡인 벼를 재배 이용하여 왔다. 최근 들어 농지 이용의 다변화의 필요성이 증가되고 있는바, 간척지 활용대안의 일환으로 간척지에서 조사료를 안정적으로 생산할 수 있는 여러 요인들을 살펴보고 우리나라의 중부지역인 충남 당진 대호간척지

와 경기 화성시에 위치한 화웅간척지에서 수행한 시험결과를 소개하였다. 간척지 토양은 일반적으로 토질이 가는 모래와 진흙함량이 많아 물빠짐이 불량하고 지하수위가 낮아 벼 이외의 작물재배에는 세심한 주의를 요하지만 염농도 0.3%(4~5 EC dS/m)이하이고 배수조건이 양호한 대상지라면 사료작물의 재배이용은 가능한 것으로 판단된다. 지금까지 시험결과, 염해에 비교적 강한 여름철 사료작물로는 수수×수단그라스 교잡종(발조건으로 재배시)과 총채 벼(논조건으로 재배시)이었으며, 겨울철 사료작물로는 이탈리아 라이그라스, 호밀이 우수하였다. 사용 비중으로는 간척지토양이 알칼리토양이므로 산성비료인 유안비료와 황산칼리비료가 요소비료와 염화칼리비료보다 더 효과적이었다. 간척지에서 안정 다수확을 얻기 위한 작부체제로 발조건에서는 수수×수단그라스+이탈리안 라이그라스 작부체계, 논조건에서는 총채 벼+이탈리안 라이그라스 작부체계가 수량과 사료가치 면에서 가장 높았다. 한편 간척지에서 사료작물 재배시 중요한 요인은 토성과 염농도인데 이에 따른 작물의 반응은 다르게 나타나 그에 대한 연구는 계속되어야 할 것으로 사료된다. 예를 들어 화웅간척지의 경우, 1년차 시험결과지만 사양토이면서 염농도가 비교적 적은 곳에서는 사료용 옥수수의 재배가 가능한 것으로 확인되었다. 또한 간척지토양은 유기물이 매우 부족하여 공급이 필요한데 가축분의 활용을 통한 유기물 공급으로 친환경적 조사료 생산은 앞으로의 과제가 될 것으로 생각된다. ㉞