

배수불량 논에서 암거배수처리가 동·하계 사료작물생산에 미치는 영향

신재순 · 전종길* · 이상봉* · 김원호 · 윤세형 · 이종경 · 김종근 · 정민웅 · 서 성 · 임영철

Effect of Drainage Culvert Spacing on Forage Crops Production in Poorly Drained Paddy Field Converted to Upland Crop Cultivation

Jae Soon Shin, Jong Gil Jeon*, Sang Bong Lee*, Won Ho Kim, Sei Hyung Yoon, Joung kyong Lee, Jong Guen Kim, Min Woong Jung, Sung Seo and Young Cheol Lim

ABSTRACT

This experiment was conducted to compare the agronomic characteristics, productivity of silage corn and barley cropping, forage sorghum and barley cropping in accordance with Drainage Culvert Spacing at poorly drained paddy field in National Institute of Animal Science, at Seonghwan in Korea, March 2006 to May 2007. The emergency and flowering date were no different among treatments. Emergency rate and flowering date were 90% and July 26 in silage corn, 91% and July 21 in forage sorghum, 92% and April 27 in barley, respectively. Dry matter yield was high in line with 3 m drainage culvert spacing (24,389 kg/ha) > 5 m (23,543 kg/ha) > 7 m (21,527 kg/ha) > 0 m (14,132 kg/ha). In cropping systems, dry matter yield of forage sorghum and barley (22,111 kg/ha) was higher than silage corn and barley (19,684 kg/ha). Crude protein and TDN yield were high in line with 3 m (2,365 and 15,394 kg/ha) > 5 m (2,255 and 14,513 kg/ha) > 7 m (1,884 and 13,747 kg/ha) > 0 m (995 and 8,682 kg/ha). In cropping systems, crude protein and TDN (total digestible nutrients) yield of forage sorghum and barley cropping system (2,165 and 13,582 kg/ha) was higher than silage corn and barley cropping system (1,576 kg/ha and 12,482 kg/ha), respectively. Consequently proper drainage culvert Spacing at poorly drained paddy field was 5 m with forage sorghum and barley cropping system.

(Key words : Poorly drainage paddy field, Culvert spacing, Forage crops cultivation)

I. 서 론

우리나라의 논 경지면적은 1980년 1,307천ha에서 2007년 1,070ha로 1980년 이후 매년 16천ha씩 감소되었으며, 경지이용률은 매년 0.9%씩

줄어들고 있는 실정인데, 한국농촌경제연구원(2005)은 2014년에는 752천ha까지 감소할 것으로 전망하고 있어 휴경되는 논은 증가가 예상되는바 이를 활용하는 대안의 제시가 필요한 실정이다. 반면 국내에서 사육되는 가축의 연

국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 330-801, Korea)

* 국립농업과학원 농업공학부 (Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, RDA)

Corresponding author : Ph. D. Jae Soon Shin, National Institute of Animal Science, Cheonan 330-801, Korea.

Tel : +82-41-580-6777, Fax : +82-41-580-6779, E-mail : sjs911@rda.go.kr

간 조사료 소요량은 420~430만 톤으로 그중 양질 조사료가 30~33%, 볏짚이 50~55% 그리고 해외에 의존하는 수입조사료가 17~18% 수준으로 '07년의 경우 999천 톤이 수입되었다.

휴경 논을 활용한 사료작물의 재배는 수입조사료의 대체효과는 물론 논으로서의 형태를 그대로 유지케 함으로써 언제든지 식량생산 기지로서의 역할을 가능하게 한다. 조사료 생산기반을 보면 2007년 현재 164천ha(초지 41, 밭사료작물포 32, 답리작 사료작물포 91천ha)로 2002년도부터 정부의 적극적인 조사료 생산의지에 힘입어 조금씩 늘어나는 추세를 보이고 있다. 특히 답리작을 위주로 한 양질 조사료 재배면적 증가폭이 컸는데 1980년에 38천ha에서 2007년에는 91천ha로 2.4배 증가되었다. 따라서 현실적으로 논을 중심으로 하는 사료자원의 생산기반 확충은 우리나라의 조사료 자급을 달성하는데 매우 중요할 것으로 사료된다.

하지만 논은 배수가 불량하여 일반적으로 습해에 약한 사료작물의 재배를 위해서는 배수관리가 중요한데 김 등(1996)은 논에서 밭작물 재배를 위해 암거시설을 도입하면 지표배수만으로는 배제할 수 없는 잔류수와 땅속의 중력수를 배제시켜 지하수위를 신속히 저하시킬 수 있는 장점이 있다고 하였으며 김 등(2001)은 배수처리는 토양의 물리성을 개선시켜 작물의 생산성을 높일 수 있다고 하였다.

본 시험에서는 배수가 불량한 논에서 사료작물재배를 위해 암거배수 간격간의 처리효과와 그에 따른 2개의 작부체계간의 수량성의 차이를 비교하기 위해 2006년 3월부터 2007년 5월까지 수행되었다.

II. 재료 및 방법

시험포장은 천안시 성환읍 신방리에 위치한 배수 불량 논(30×100 m)에 플라스틱 흡수관(유공주름관 Ø50 mm)을 지중 50cm 깊이에 수평으로 설치하고, 암거 위에는 소수재로 왕겨

를 20 cm 피복하였다. 처리내용으로는 무처리, 3, 5, 7 m 간격 등 4처리로 하였다. 처리구당 시험구면적은 400 m²로 하여 그중에 절반인 200 m²는 옥수수+청보리 작부체계, 나머지 절반인 200 m²는 수수×수수교잡종+청보리 작부체계로 재배하였다.

처리 내 시험구는 임의배치 하였으며 수량 등은 처리구 안에서 3반복으로 조사하였다. 공시작물은 여름 사료작물로 옥수수("광평옥")와 수수×수수 교잡종("SS405")을, 겨울 사료작물로 청보리("영양")를 하였다. 옥수수는 옥수수 파종기를 이용하여 70 cm×20 cm 간격으로 2006년 5월 21일에 점뿌림하였고, 수수×수수 교잡종은 40 kg/ha를 40 cm 간격으로 2006년 5월 21일에 파종하였다. 수수×수수 교잡종은 출수기인 8월 28일에 수확하였으며, 옥수수는 황숙초기인 8월 20일에 수확하였다. 청보리는 160 kg/ha를 40 cm 간격으로 2006년 10월 25일 파종하였고 이듬해 유숙기인 5월 14일에 수확하였다. 시비량은 각 작목 공히 질소, 인산, 칼리비료를 연간 ha당 200-150-150 kg을 기비로 50%, 추비로 50%를 사용하였다.

출현율과 월동율 등 생육조사는 농촌진흥청(2003) 농사시험 조사기준에 준하여 실시하였다. 생초수량은 전 체구를 예취하여 ha당 수량으로 환산하였다. 건물수량은 각 처리구별로 전량을 예취한 후 약 300~500 g의 시료를 취하여 생초중량을 평량하고, 65℃의 열풍순환 건조기에서 72시간이상 건조 후 건물함량을 산출한 다음 ha당 수량으로 환산하였다.

식물체중의 조단백질은 Kjeldahl법(Kjeldtec™ 2400 Autosampler System)을 이용하여 AOAC(1995)으로 분석하였다. TDN 함량은 계산식(88.9-ADF 함량×0.79)에 의해서 산출하였는데, ADF 함량은 Ankom Fiber Analyser(ANKOM Technology 1998a)를 이용하여 분석하였다. 통계처리는 SAS Enterprise Guide 3.0.0.369(2003)을 이용하여 분석을 실시하였으며, 처리 평균 간 비교는 최소유의차(LSD)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 작목별 생육특성

시험 논은 배수가 양호하고 투수성은 보통인 식양질계 토양(토양산도 6.0, 유기물 함량 1.2%)에서 배수간격별 공시작목의 출현율, 출수일과 수확시 초장은 Table 1과 같다. 배수간격 처리에 따른 옥수수, 수수×수수 교잡종 그리고 청보리의 출현율은 차이가 없었으며, 공시초종 모두 90% 이상의 출현률을 나타냈다. 배수간격 처리에 따른 작목별 출수일 역시 차이가 없었다.

옥수수의 출수일은 7월 26일이었으며, 수수×수수 교잡종은 7월 21일 그리고 청보리는 4월 27일로 조사되었다. 수확시 초장은 무처리구에 비해 배수처리구에서 컸는데, 배수처리(0 m, 3 m, 5 m 및 7 m)구들 간에는 차이가 크지 않았다. 작목별로는 여름 사료작물인 옥수수와 수수×수수교잡종의 무처리와 배수간격처리 간의

차이는 컸으며 겨울 사료작물인 청보리의 무처리(0 m)와 배수간격처리 간의 차이는 크지 않았는데 배수처리의 효과는 생육기간중의 강우량에 영향을 받지 않나 사료된다. 여름작물의 생육이 왕성한 7월의 강수량은 535 mm, 강수일수는 26일로 무처리는 과습의 영향으로 처리구보다 생육이 불량한 것으로 사료되며, 동작물의 경우는 1월 평균기온이 -2.4°C 로 온화하여 월동하는데 좋은 조건이었으며 생육기간 동안의 강수량(3월 108 mm, 4월 59 mm, 5월 126 mm)이 많지 않아 과습에 의한 영향이 거의 나타나지 않았나 생각된다.

2. 생초 및 건물수량

배수간격별 생초수량은 Table 2와 같다. 여름 사료작물의 경우 수량은 3m구 > 7m구 > 5m구 > 무처리구 순으로 높게 나타났으며 겨울 사료작물의 경우 수량은 3m구 > 5m구 > 7m구 > 무처리구 순으로 높게 나타났다. 배수처리구들

Table 1. Fresh and dry matter yield in accordance with drainage culvert spacing

Drainage culvert spacing	Emergency (%)			Heading date			Height (cm)		
	Corn	Sorghum	Barley	Corn	Sorghum	Barley	Corn	Sorghum	Barley
0 m	90	91	92	26 July	21 July	27 April	85	195	95
3 m	90	91	92	26 July	21 July	27 April	250	245	110
5 m	90	91	92	26 July	21 July	27 April	215	210	108
7 m	90	91	92	26 July	21 July	27 April	220	253	110

Table 2. Fresh and dry matter yield in accordance with drainage culvert spacing

Drainage culvert spacing	Fresh yield (kg/ha)			Dry matter yield (kg/ha)		
	Summer crop	Winter crop	Total	Summer crop	Winter crop	Total
0 m	31,755	24,878	56,633	6,880	7,252	14,132
3 m	58,454	38,780	97,234	14,380	10,010	24,389
5 m	53,734	35,947	89,680	12,767	10,776	23,543
7 m	54,939	33,032	87,971	13,272	8,255	21,527
LSD (p<0.05)	5,137	5,035	7,964	1,679	1,335	2,175

간의 차이는 없었지만 겨울 사료작물에서는 3 m구와 5 m 구간에는 없었지만 7 m구와는 유의 차이가 있었다.

건물수량에서 여름 사료작물의 경우, 3 m구 > 7 m구 > 5 m구 > 무처리구 순으로 높게 나타났으며 배수처리구들간의 차이는 없었다. 그렇지만 겨울철 사료작물의 건물수량은 3 m구 > 5 m구 > 무처리구 > 7 m구 순으로 낮아졌다. 김 등 (2001)은 시금치 등 6개작물을 공시하여 시험한 결과 무처리구보다 암거배수 등 처리 구에서 토양의 물리성 개선효과로 평균 10~20%의 수량 증대효과가 있었다는 결과와 일치한다. 본 시험에서는 배수가 불량한 논에서 총 건물수량을 높이기 위해서는 암거배수를 3 m~5 m 간격으로 해주는 것이 좋은 결과를 얻었다.

Table 3은 작부체계별로 분석한 결과로 생초수량에서 수수×수수 교잡종과 청보리 조합(96,776 kg/ha)이 옥수수과 청보리 조합(68,983 kg/ha)보다 월등히 높았는데 동작물인 청보리에서 보다는 하작물인 수수×수수 교잡종의 수량이 옥수수의 수량보다 월등히 높다는 연구결과

(김 등, 2001; 김 등, 2005; 박과 김 등, 2002; 이, 1988)와 재배환경에 대한 적응성과 습해에 대한 저항성이 옥수수보다는 수수교잡종이 더 높아 생산성이 많았다는 보고(윤 등, 2005; 임, 2008)와 일치하는 것으로 나타났다. 건물수량의 경우도 생초수량과 같은 결과로 조사되었다.

3. 양분수량

배수간격 처리에 따른 조단백질 및 TDN 수량은 Table 4와 같다. 여름 사료작물의 조단백질 수량은 무처리구(437 kg/ha)보다 배수처리구(1,042 kg/ha~1,194 kg/ha)에서 높았는데 배수간격 처리구들 간에는 차이가 거의 없었다. 겨울 사료작물에서는 3 m구(1,171 kg/ha)와 5 m구(1,164 kg/ha)가 가장 좋았으며, 무처리구(558 kg/ha)나 7 m구(842 kg/ha)는 상대적으로 수량이 낮았다. 총 단백질수량으로 볼 때 3 m구~5 m구가 좋은 것으로 나타났다. 한편 TDN 수량에 있어서 여름 사료작물과 겨울 사료작물의 성적은 조단백질 수량과 같은 경향을 나타내었으며 총 TDN

Table 3. Fresh and dry matter yield in accordance with cropping systems

Cropping system	Fresh yield (kg/ha)			Dry matter yield (kg/ha)		
	Summer crop	Winter crop	Total	Summer crop	Winter crop	Total
Corn + Barley	32,186	36,798	68,983	10,051	9,634	19,684
Sorghum + Barley	67,255	29,521	96,776	13,598	8,513	22,111
LSD (p<0.05)	3,484	3,417	5,402	1,139	906	1,475

Table 4. CP and TDN yield in accordance with drainage culvert spacing

Drainage culvert spacing	CP yield (kg/ha)			TDN yield (kg/ha)		
	Summer crop	Winter crop	Total	Summer crop	Winter crop	Total
0 m	437	558	995	4,266	4,416	8,682
3 m	1,194	1,171	2,365	9,318	6,076	15,394
5 m	1,092	1,164	2,255	8,209	6,304	14,513
7 m	1,042	842	1,884	8,653	5,093	13,747
LSD (p<0.05)	131	135	194	1,176	806	1,355

Table 5. CP and TDN yield in accordance with cropping systems

Cropping system	CP yield (kg/ha)			TDN yield (kg/ha)		
	Summer crop	Winter crop	Total	Summer crop	Winter crop	Total
Corn + Barley	603	973	1,576	6,654	5,829	12,482
Sorghum + Barley	1,305	860	2,165	8,431	5,150	13,581
LSD (p<0.05)	89	92	131	730	548	919

수량으로 볼 때 무처리구 (8,682 kg/ha)보다 배수처리구 (13,747 kg/ha~15,394)가 월등히 높은 결과를 얻었는데 배수처리에 있어서 3 m 간격, 5 m 간격 그리고 7 m 간격 간에는 차이가 크지 않았다.

Table 5는 작부체계별로 분석한 결과로 조단백질 수량은 수수×수수 교잡종과 청보리 조합 (2,165 kg/ha)이 옥수수와 청보리 조합 (1,576 kg/ha)보다 높았다. 여름 사료작물에서는 수수×수수교잡종 (1,305 kg/ha)이 옥수수 (603 kg/ha)보다 높았으며 겨울 사료작물인 청보리는 옥수수 후작으로 재배한 구 (973 kg/ha)가 수수×수수 교잡종 후작으로 재배한 구 (860 kg/ha)보다 높게 나타났다. TDN 수량에서도 수수×수수 교잡종과 청보리 조합 (13,581 kg/ha)이 옥수수와 청보리 조합 (12,482 kg/ha)보다 높았으며 여름 사료작물에서는 수수×수수 교잡종 (8,431 kg/ha)이 옥수수 (6,654 kg/ha)보다 높았으며 겨울 사료작물인 청보리는 옥수수 후작으로 재배한 구 (5,829 kg/ha)가 수수×수수 교잡종 후작으로 재배한 구 (5,150 kg/ha)보다 높게 나타났는데 두 조합 간에 수량차이는 크지 않았다. 이와 같은 이유는 수수×수수 교잡종의 사료가치가 옥수수의 그것보다는 낮다는 연구결과(김 등, 2001; 김 등, 2005)들을 참고할 때 그에 기인된 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 시험은 천안시 성환읍에 위치한 배수가

불량한 논에서 사료작물재배를 위해 암거배수 간격을 3 m, 5 m 그리고 7 m로 처리하고 여름 사료작물로는 옥수수와 수수×수수 교잡종, 겨울 사료작물로는 청보리를 조합하여 옥수수와 청보리 조합, 수수×수수 교잡종과 청보리 조합 등 2개의 작부체계에 대한 재배효과를 비교하기 위해 2006년 3월부터 2007년 5월까지 수행되었다. 배수간격별 출현율과 출수 시는 차이가 없었다. 출현율은 옥수수가 90%, 수수×수수 교잡종이 91%, 청보리가 92%로 조사되었다. 옥수수의 출수시는 7월 26일, 수수×수수 교잡종은 7월 21일 그리고 청보리는 4월 27일이었다. 배수처리간격별 건물 수량의 경우, 3 m 간격 (24,389 kg/ha) > 5 m 간격 (23,543 kg/ha) > 7 m 간격 (21,527 kg/ha) 순으로 높았는데 3 m 간격과 5 m 간격 간에는 유의차가 없었다. 작부체계간에는 수수×수수 교잡종과 청보리 조합 (22,000 kg/ha)이 옥수수와 청보리 조합 (19,684 kg/ha)보다 높았다 (p<0.05). 배수간격별 조단백질 및 TDN 수량은 3 m 간격 (2,365 kg/ha, 15,394 kg/ha) > 5 m 간격 (2,255 kg/ha, 14,513 kg/ha) > 7 m 간격 (1,884 kg/ha, 13,747 kg/ha) 순으로 높았다. 작부체계별 조단백질과 TDN 수량은 수수×수수 교잡종과 청보리 조합 (2,165 kg/ha, 13,582 kg/ha)이 옥수수와 청보리 조합 (1,576 kg/ha, 12,482 kg/ha)보다 높았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 배수불량 논을 활용하여 조사료를 생산하기 위해서는 작부체계는 수수×수수 교잡종과 청보리 조합으로 배수간격은 5 m 간격이 적당한 것으로 사료된다.

V. 인 용 문 헌

1. 김시원, 김철기, 이기춘. 1996. 신고 농업수리학. 향문사. pp. 300.
 2. 김종덕, 권찬호, 김종관. 2001. 중남부서해안지대에서 하계 사료작물의 수량 및 품질 비교. 한국초지학회 제25회 정기프로그램 제39회 학술대회 및 특별강연. p. 95.
 3. 김이열, 조현준, 현병근, 박우풍. 2001. 시설재배지 토양의 물리성 개선을 위한 처리 방법별 효과 비교. 한토비지 34(2):92-97.
 4. 김원호, 신재순, 임영철, 서성, 김기용, 이종경. 2005. 논에서 여름 및 겨울 사료작물의 최적 작부체계에 관한 연구. 한초지 25(4):233-238.
 5. 농촌진흥청. 2003. 농사시험연구 조사기준.
 6. 박근제, 김원호. 2002. 벼대체 논 사료작물 재배 및 이용기술. 농촌진흥청 축산연구소. pp. 39-91.
 7. 이무영. 1988. 중북부 지방에 있어서 작부체계가 사초의 생산성과 사료가치에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
 8. 윤세형, 김종근, 정의수, 장영석. 2005. 유기재배 조건에서의 하계사료작물의 생산성 및 사료가치. 한국초지학회 2005년도 학술심포지엄, 제43회 학술발표회. pp. 160-161.
 9. 임영철. 2008. 양질조사료 생산 및 이용을 제고 방안(사료비 절감을 위한 조사료 연중 생산체계 확립 토론회, 농촌진흥청). p. 65.
 10. 전종길, 이상봉, 이수장, 김진영, 신재순, 서 성. 2007. 사료작물 재배 논에서의 천층 수형 암거배수 효과. 2007년도 한국농공학회학술발표논문집. p. 18.
 11. AOAC International. 1995. Official methods of analysis of AOAC International. 16th edition. Arlington, VA, USA, Association of Analytical Communities.
 12. Ankom, Technology Corporation 1998a. Method for determining Acid Detergent Fiber, Neutral Detergent Fiber and Crude Fibre, using the Ankom Fiber Analyser. Ankom Technology Corporation, 14 Turk Hill Park, Fairport New York 14450, USA.
 13. SAS. 2003. SAS Enterprise Guide 3.0.0.369. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- (접수일: 2008년 9월 26일, 수정일 1차: 2008년 10월 10일, 수정일 2차: 11월 6일, 게재확정일: 2008년 12월 10일)