

조사료 생산을 위한 농업기계의 적정모형 설정

김건엽 · 김정갑* · 한민수

Establishment of Optimum Pattern of Farm Machinery for Forage Production

Gun Yeob Kim, Jeong Gap Kim* and Min Soo Han

Summary

This study was carried out to determine optimum areas for various sizes of land coverage of the farm machinery utilization in 1993-1994. A kind of machinery size and work systems were classed as the power tiller of 10HP+man power, the tractor of 35~46HP (tractor of 64~86HP and attachment were leased to harvest work), 64~86HP+ attachment and 90~105HP+ attachment, respectively.

The results are summarized as follows:

1. The optimum areas of tractors of 90~105HP, 64~86HP and the power tiller of 10HP were estimated as 21.9 (corn-rye cropping system) - 26.9ha (sorghum × sudangrass - rye cropping system), 14.7 - 22.8ha and 1.2 - 1.61ha, respectively. The break-even-point areas of the tractors of 90~105HP, 64~86HP and the power tiller of 10HP were 16.6 (corn-rye cropping system) - 19.9ha (sorghum × sudangrass - rye cropping system), 12.5 - 16.1ha and 0.12 - 0.13ha, respectively.
2. The optimum areas (land sizes, annual field capacity) for 50 cows by feeding rate(%) of roughage to concentrate were 6.8ha, 13.6ha in the 40:60, 8.5ha, 17.0ha in the 50:50 and 10.2ha, 20.4ha in the 60:40, and in case of 30 cows, it were 4.1ha, 8.2ha in the 40:60, respectively.

In the former case for the form of work system was the tractor of 90~105HP+ attachment and 64~86HP+ attachment, and the latter was the tractor of 35~46HP (tractor of 64~86HP and attachment were leased to harvest work) and 64~86HP+ attachment.

3. Production cost for corn-rye cropping system reduced to 51.8% in 102.9 won/kg dry matter the tractor of 90~105HP+ attachment with 213.4 won/kg dry matter the power tiller of 10HP+ man power.

I. 서 론

국내 축산농가의 조사료 생산기반은 농가호당 사료생산포 면적, 일괄기계화율이 각각 2.0ha, 23%¹²⁾ 내외로 이들의 기반확대가 없는 한, 국내 조사료 생산의 국제적 가격 경쟁력에는 한계성이 있다. 그리고 농가 고용 인력비의 82%가 수확, 조제작업에서 지출되고 있으며¹²⁾ 이들 작업의 기계화가 무엇보다 시급

하다고 할 수 있다.

현재 사료작물재배 및 수확시 농기계 보급기종과 재배면적과의 불균형으로 인해 사료작물의 적기수확이 불가능하고 작업효율 또한 낮은 실정에 있다²⁾. 최근 농업기계의 여건성숙과 조사료생산 기계화 정착을 위해 기계화 단지, 기계화 사업단 등 정부의 적극적인 지원이 확대되고 있으나 토지 임차료의 상승으로 인한 임차농지 확보의 어려움, 작업기종선택 곤

농업과학기술원(Agricultural Science and Technology Institute, RDA, Suwon 441-707, Korea)

* 축산기술연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

란, 농기계 작업효율저하 등의 문제점²⁾이 대두되고 있다. 그리고 일반 밭작물 및 수도채배에서의 성력기 계획에 관한 보고^{4,5,6,8,9,11)}는 있으나, 사료작물 기계획에 대한 체계적인 연구는 아직 미흡한 실정이다. 이러한 문제점 인식하에서 전업규모 축산농가의 조기 정착과 농업기계의 효율적이용을 도모하고자, 영농 규모에 따른 적정기종선택, 기종별 작업가능면적, 손익분기면적, 가축규모별 조사료생산의 소요 면적과 작부체계 설정등을 분석하여 국내 조사료 생산규모에 알맞는 적정기계획 규모 설정을 제시하고자 본 시험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 조사대상지역 및 작업기계 기종

본 시험은 홍성군 낙농우유협동조합 사료작물포, 조합원 2농가, 축산기술연구소 사료작물포 및 일반 36농가에서(표 1) 옥수수, 호밀, 수수×수단그라스를 대상작물로 1993~1994년 2년동안 수행 하였다.

작업기 본체기종 및 작업형태는 경운기 10HP+인력, 트랙터 36~46HP+부착기계임차 (파종기 및 수확기), 64~86HP+부착기계 (자가소유), 90~105HP+부착기계 (자가소유)로 분류하였다. 그리고 농기계는 자가에서만 이용하는 것으로 분석하였고, 총 작업기간은 자가 소유사료포에서 적용하였으며, 농기계의 임대시간은 여기서 제외하였다.

2. 수확작업 가능면적, 손익분기면적의 산출

1) 수확작업 가능면적

수확작업 가능면적은 시험대상지역에서 직접 수행하여 작업여건에 따라 농기계가 1년동안 할 수 있는 작업면적을 의미하며, 작업가능일수, 포장작업 효율, 시간당 작업가능면적을 다음의 식을 이용하여 기종별 수확작업 가능면적을 산출하였다.

$$A = ha/hr \dots \dots \dots (1)$$

A : 시간당 작업가능 면적

식(1)은 시험대상지역에서 실측치를 평균하여 적용하였다.

$$B = Hd \times De \times Wr \times A \dots \dots \dots (2)$$

B : 수확작업 가능면적

Table 1. Farm machinery used by investigations area

Investigations area	Machinery size	No. of farm machinery used
Cooperative Hong-Seong	Power tiller, 10HP	
	Tractor, 35~ 46HP	1
	64~ 86HP	1
	90~105HP	1
		-
NLRI*	Power tiller, 10HP	
	Tractor, 35~ 46HP	2
	64~ 86HP	-
	90~105HP	1
		3
36 Farms	Power tiller, 10HP	
	Tractor, 35~ 46HP	55
	64~ 86HP	37
	90~105HP	18
		3

*NLRI : National Livestock Reasearch Institute, RDA.

HD : 수확적기 일수

De : 작업 가능일수

Wr : 포장작업 효율

A : 시간당 작업 가능면적

식 (2)의 작물별 수확적기 일수는 옥수수 경우 호숙기~완숙초기⁷⁾ 10일, 호맥은 건물의 80%가 축적되는 시기인 개화기^{1,3)}~유숙초기^{3,6)} 12일, 수수×수단그라스는 개화기~유숙초기³⁾까지 15일로 추정하였으며, 실작업시간은 1일 실제 작업시간을 평균하였다. 그리고 전체 시험대상농가의 포장내 작업가능일수는 우천 등 기상사정을 감안하여 수확적기일수의 80%를 적용하였고 포장작업 효율은 포장내 총 작업시간에 대한 포장 유효작업시간의 비율로써 실측한 결과를 평균하였다.

2) 고 정 비

$$FC = D + I + R + S \dots \dots \dots (3)$$

여기서, FC: 연간 고정비 (원/년)

D : 감가상각비 (원/년)

I : 이자 (원/년)

R : 수리비 (원/년)

S : 차고비 (원/년)

상기식에서 감가상각비는 정액법을 이용하여 구하였고, 여기서 폐기가격은 구입가격의 10%, 내구연한은 트랙터의 경우 8년, 경운기 6년 이자율은 연 10% 가정하였고 차고비는 기계구입가격의 1%⁸⁾로 계산하였다.

3) 변동비

$$HVC = HFC + HLC + HOC \dots \dots \dots (4)$$

여기서, HVC: 시간당 변동비 (원/시간)

HFC: 시간당 연료비 (원/시간)

HLC: 시간당 노임 (원/시간)

HOC: 시간당 윤활유비 (원/시간)

시간당 윤활유비는 연료비의 15%⁸⁾로 가정하였다.

4) 손익분기 면적

$$BEP = \frac{FC}{CCH - VCH} \dots \dots \dots (5)$$

BEP : 손익분기면적 (ha/년)

CCH : ha당 임작업료 (원/ha)

VCH : ha당 변동비 (원/ha)

5) 면적 ha당 가축 사육두수 산출

○ 젖소 경산우 650 kg 기준, 일산유량 22~25 kg, 일·두당 NE ℓ 소유량 115MJ

- 조사료 (담근먹이) 급여비율 60, 50, 40% → 69.0, 57.5, 46.0MJ

○ 조사료 생산성: 옥수수, 호맥건물 각각 15, 10 ton/ha 일때,

○ 작물별 NE ℓ 함량: 옥수수 황숙기 6.6 MJ-NE ℓ , 호맥유숙기 5.6 MJ-NE ℓ 건물

- 저장사료 수량은 포장생산의 80%

- 옥수수+호맥의 NE ℓ 수량: 155,000 MJ/ha × 0.8 = 124,000 MJ-NE ℓ /ha

○ 가축두당 연간 NE ℓ 소요량: 일·두당 NE ℓ 소요량 × 365일

○ ha당 가축사육두수는 조사료 : 농후사료의 비율(%)에서 60:40 → 4.8두, 50:50 → 5.9두, 40:60 → 7.4두

III. 결과 및 고찰

1. 작물별 작업소요시간 및 재배가능 면적

기계화 생산체계에 따른 작물별 작업소요시간은 표 2에서 보는 바와 같이 옥수수, 호맥, 수수×수단그라스에서 경운기 10HP+인력체계에 비해 트랙터 35~46HP는 각각 88.3, 92.0, 89.0%, 64~86HP는 90.0, 94.2, 91.2%, 90~105HP에서는 91.8, 94.8, 92.1%의 노력을 절감할 수 있었다. 이는 옥수수의 경우 파종 및 수확시 경운기+인력체계에 비해 성력기계화시 92.3%의 노력을 절감할 수 있다는 보고¹⁰⁾와 같은 유형이었다. 이 표에서 트랙터 35~46HP으로는 수확, 운반, 조제 작업의 이용에 곤란하여 64~86HP의 트랙터 및 부착기를 임차하여 작업시간을 측정하였다.

표 3은 작업기종별 대상 수확작업을 기준으로 연간 재배가능면적을 나타낸 것으로서 대형작업기 중심(트랙터 90~10HP 및 이에 상응하는 부착기)의 일괄작업 기계화 생산체제로 운영시 연간 21.9 ha (옥수수-호밀 작부체계), 26.9 ha (수수-호맥 작부체계) 재배가 가능하고, 이에 비해 중대형 작업기 (트랙터 64~86HP 및 부착기) 중심의 기계화 생산체계에서는 14.7, 22.8 ha, 경운기중심 인력위주의 생산체계에서는 1.2, 1.6 ha 재배가 가능하다. 그러므로 연간 재배가능면적을 기준으로 하여 각 작물의 수확작업 가능면적 범위내에서 재배하여야만 수확 및 silage 조제 작업을 수확기일내 안전하게 마칠 수 있으며, 또한 각 작물의 안전 수량 확보를 기대할 수 있다. 따라서 사료작물의 작부체계는 각 작물의 수확작업 가능면적 범위내에서 설정하는 것이 중요하다고 생각된다. 작업체계별 고정비, 변동비 및 연간 이용비용은 표 7과 같다. 트랙터 35~46HP은 수확시 트랙터 64~86HP 및 부착기계를 임차하여 이용 하였으므로 변동비 및 연간 이용 비용은 높게 나타났으며, 전반적으로 기종의 크기가 클수록 고정비, 변동비 및 연간 이용비용이 높게 분석되었다.

2. 조사료 생산기계화 적정규모 설정

Table 2. Labor hours required for plants by machinery work

Plant	Work system	Farm work							Total	Reduction rate
		1	2	3	4	5	6	7		
	 hr/ha							%	
Corn	Power tiller, 10HP+ man	126.2	28.6	7.9	45.0	21.7	6.1	211.4	446.9	0
	Tractor, 35HP-46HP	7.5	7.4	1.2	3.6	4.0	6.1	22.6	52.4	88.3
	64HP-86HP	4.2	4.3	1.0	2.9	4.0	6.1	22.6	45.1	90.0
	90-105HP	4.0	4.0	1.0	2.7	4.0	6.1	14.9	36.7	91.8
Rye	Power tiller, 10HP+ man	126.2	27.0	8.7	46.8	-	5.9	214.1	428.7	0
	Tractor, 35HP-46HP	7.5	8.2	1.2	5.4	-	1.2	10.6	34.1	92.0
	64HP-86HP	4.5	5.5	1.0	2.4	-	1.0	10.6	35.0	94.2
	90-105HP	4.0	4.8	1.0	2.4	-	1.0	9.3	22.5	94.8
Sorghum × Sudan grass	Power tiller, 10HP+ man	126.2	28.6	7.9	46.8	21.7	6.1	196.3	436.0	0
	Tractor, 35HP-46HP	7.5	7.5	1.2	5.4	4.0	6.1	16.5	48.2	89.0
	64HP-86HP	4.2	4.3	1.0	2.4	4.0	6.1	16.5	38.5	91.2
	90-105HP	4.0	4.0	1.0	2.4	4.0	6.1	13.1	34.6	92.1

Farm work : 1. Transport and spraying of compost. 2. Plowing. 3. Fertilizing.
 4. Seeding and repression. 5. Spraying of weedicide. 6. Additional fertilizer.
 7. Harvest, transport, silage making.

가. 작업기종별 재배가능 면적

표 5는 작업기종에 따른 관행작업비용과 고정비 및 변동비로서 산출한 손익분기면적과 연간재배가능 면적을 작부체계별로 나타낸 것이다. 트랙터 90~105HP 이상 대형작업기 중심의 기계화 운영체계에서는 옥수수-호맥 작부체계의 경우 손익분기면적은 16.6 ha, 연간재배 가능면적은 21.9 ha이며, 수수×수단-호맥 재배시는 손익분기 면적 19.9ha, 연간재배가능 면적 26.9 ha로 생산규모를 설정할 수 있다. 이에 비해 일반농가에 보급이 늘고 있는 트랙터 64~86HP 중심의 일괄작업 기계화 생산체계에서는 옥수수-호맥 작부체계의 경우 손익분기면적 12.5 ha, 연간재배 가능면적 14.7 ha, 수수×수단-호맥 재배시

손익분기면적 16.1 ha 연간 재배면적 22.8 ha로 규모 설정이 가능하다. 그리고 트랙터 35~46HP의 손익분기면적은 옥수수-호밀과 수수×수단-호밀 작부체계에서 각각 2.6 ha, 3.1 ha로 나타났다.

영세한 사료작물재배 경영규모에서 주로 사용하고 있는 경운기 중심의 인력작업에서는 옥수수-호맥 작부체계의 경우 손익분기면적 0.12 ha, 연간 재배면적 1.2 ha, 수수×수단-호맥 재배에는 손익분기면적 0.13 ha, 연간 재배면적 1.6 ha로 나타났다.

작부체계중 옥수수-호맥 작부체계에서 작업기종별 적정면적에 근거한 조사료 생산 최소비용 분석에 의하면 대형작업기 중심 트랙터 90~105HP 체계에서 재배면적 16.6~21.9 ha 범위내의 생산비용은 106.1~

Table 3. The annual field capacity of plants by each machine

Work System	Cropping System	Annual working days	Net workable time a day	Ratio of net workable days	Effective field capacity	Annual harvesting work capacity	Annual field capacity
		day/year	hr/day	%	ha/hr	ha/year	ha/year
Power tiller, 10HP + man power	Corn	8.0	6.4	74	0.016	0.61	1.2
	+ Rye	9.6	6.4	74	0.013	0.59	
	Sorgum × Sudan	12.0	6.4	74	0.018	1.02	1.61
	+ Rye	9.6	6.4	74	0.013	0.59	
Tractor, 64-86HP + attachment	Corn	8.0	6.4	74	0.100	3.8	14.7
	+ Rye	9.6	6.4	74	0.240	10.9	
	Sorgum × Sudan	12.0	6.4	74	0.210	11.9	22.8
	+ Rye	9.6	6.4	74	0.240	10.9	
90-105HP + attachment	Corn	8.0	6.4	74	0.250	9.5	21.9
	+ Rye	9.6	6.4	74	0.278	12.4	
	Sorgum × Sudan	12.0	6.4	74	0.250	14.3	26.9
	+ Rye	9.6	6.4	74	0.278	12.6	

Table 4. Cost analysis for the farm machinery

Work system	Fixed cost	Variable cost	Annual cost
 won/year		
Power tiller, 10HP + man power	138,612	7,213,689*	7,352,301
		7,368,894**	7,507,506
Tractor, 35-46HP + attachment	648,167	1,306,116	1,954,283
		1,335,184	2,003,351
64-86HP + attachment	1,098,690	786,984	1,885,674
		729,713	1,828,403
90-105HP + attachment	1,155,058	734,712	1,889,770
		706,498	1,861,556

* : Corn + Rye cropping system.

** : sorgum + Sudan grass system.

102.9 원/DM kg, 중대형 작업기 중심 트랙터 65~86HP계에서는 12.5~14.7 ha에서 117.5~114.8 원/DM kg, 경운기 중심의 인력체계에서는 0.5 ha에서

213.4원/DM kg로 나타났으며, 기종별 적정면적 범위를 벗어난 이용에서는 조사료생산비용이 상승하는 것으로 나타났다(표 6).

Table 5. The annual coverage areas for plants by farm machinery

Division	Work system			
	Power tiller 10HP+ man power	Tractor* 35~46HP+ attachment	64~86HP+ attachment	90~105HP+ attachment
 ha			
○ Corn-rye cropping system				
- Break-even-point area	0.12	2.6	12.5	16.6
- Annual field capacity	1.2	-	14.7	21.9
○ Sorghum×sudangrass cropping system				
- Break-even-point area	0.13	3.1	16.1	19.9
- Annual field capacity	1.61	-	22.8	26.9

* The tractor of 64~86HP and attachment were leased to harvest work.

Table 6. The smallest cost of forage crop production based on the optimum areas by machinery size

Division	Field areas (ha)							
	0.5	2	5	10	12	15	20	26
 won/DM kg							
○ Corn+rye cropping system								
- Power tiller 10HP+ man power	213.4	304.1						
- Tractor, 65~86HP+ attachment				122.1	117.5	114.8	195.0	
- 90~105HP+ attachment				120.2		106.1	102.9	132.8

나. 가축규모별 기계화생산 적정규모

젖소 사육시 요구되는 조사료는 전량 자급한다든 가정하에서 사육규모에 따른 조사료 생산 소요면적은 사료급여 비율(%)을 옥수수-호맥 재배기준으로 조사료: 농후사료 비율을 60:40으로 할 때, 사육

규모 50두, 30두, 20두는 10.2, 6.1, 4.1 ha로 나타났으며 50:50에서는 8.5, 5.1, 3.4 ha, 40:60은 6.8, 4.1, 2.7 ha로 나타났다(표 5).

따라서 젖소 50두 규모에 소요되는 조사료 생산 소요면적은 조사료와 농후사료 급여비율(%)을 50:50으

로 할 때 사료포 규모 8.5 ha, 연간 재배면적 17 ha로 표 3에서 나타난 바와 같이 이들 농가의 조사료생산 및 이용작업은 대형작업기 중심(90~105HP)의 운영체계가 필요하다. 그러나 동일한 젖소 사육규모 50두에서도 사료급여비율(%)은 조사료:농후사료 비율을 40:60으로 할 때의 조사료 생산면적은 사료포 6.8 ha, 연간 재배면적 13.6 ha가 소요되어 트랙터 64~86 HP의 중대형작업기 중심의 운영체계가 가능하다.

Table 7. The necessary areas for forage crop production by ratio of fodder feeding

Ratio Roughage: Concentrate	No. of cows		
	50cows	30cows	20cows
	Necessary areas		
%	ha		
60 : 40	10.2	6.1	4.1
50 : 50	8.5	5.1	3.4
40 : 60	6.8	4.1	2.7

다. 조사료 생산 규모별 적정작업체계 및 작부체계 설정

사료작물의 재배, 수확 및 조제의 일괄작업 기계화를 위해서는 사료포 규모에 따라 작업기종의 작업능력을 고려하여 작부체계를 설정하여야 한다. 젖소 50두 사육에 필요한 조사료 생산면적은 조사료와 농후사료 급여비율(%)을 60:40으로 할 때(표 8) 사료포 규모 10 ha, 연간재배 적정 면적 20 ha가 소요된다. 이같은 생산규모에서의 작부체계는 트랙터 90~105HP 이상 대형작업기로 생산운영이 가능하다. 그러나 트랙터 64~86HP 중심의 중대형작업기(옥수수-1조식 수확기) 운영체계에서는 옥수수를 숙기에 따라 조생종과 중·만생종으로 파종하여 수확시기를 연장하는 이외에 10 ha중 2 ha 규모는 일반 수확작업기로 수확조제가 가능한 수수류 등을 재배하여야 한다. 따라서 이들 농가의 경우에는 前작물로서 옥수수 4 ha와 수수류 6 ha를 재배하고 後작물로는 호맥 또는 남부지방의 경우 이탈리아 라이그라스 6 ha, 연맥 등을 4 ha 재배할 수 있는 작부체계 설정도 가능하다. 젖소 30두 규모에서는(표 9) 조사료와 농후사료

급여 비율에 따른 작부체계에서는 호맥과 연맥의 숙기에 맞추어서 옥수수를 조생종과 만생종으로 파종하여 파종면적을 조절할 수 있다. 조사료와 농후사료 급여비율(%)이 60:40일 경우 사료포 규모 6 ha, 연간 재배 적정면적 12 ha로 트랙터 64~86 HP 중심의 중대형 작업기 운영체계를 위주로 하고 트랙터 35~46 HP인 소형작업기도 수확작업에서 중대형작업기(트랙터 64~86HP 및 부작기)를 임차할 경우에는 작업이 가능하다. 조사료와 농후사료 급여비율(%)이 50:50 및 40:60의 경우 트랙터 35~46HP의 중형작업기를 위주로 한 작업체계로 나타났다.

IV. 적 요

본 연구는 홍성군 낙농육우협동조합 사료작물포 및 조합원농가와 축산기술연구소 사료작물포에서 조사된 자료를 바탕으로 사료작물 연간 재배면적, 손익 분기면적, 가축두수별 적정 재배면적을 분석하여 사료작물 생산 적정기계화 규모설정을 제시하고자 1993년부터 1994년까지 2년간 수행하였다.

1. 작업기종별로 조사료생산 손익분기면적 및 연간 재배면적을 분석한 결과, 가축단위 중심 적정규모는 트랙터 90~105HP의 대형농기계 일괄작업체계로 운영할 경우 16.6~21.9 ha (옥수수-호맥 작부체계), 19.9~26.9 (수수×수단-호맥 작부체계), 64~86HP의 중대형농기계 일괄작업체계는 12.5~14.7 ha, 16.1~22.7 ha, 경운기 10HP 및 인력작업체계는 0.12~1.2 ha, 0.13~1.61 ha였다.

2. 가축두수별 기계화 생산 적정규모는 젖소(경산우기준) 50두의 경우, 조사료와 농후사료 급여비율(%)이 40:60 일 때 조사료 생산소요면적은 6.8 ha (연간 재배면적 13.6 ha), 50:50 일 때 8.5 ha (연간 재배면적 17.0 ha), 60:40 일은 10.2 ha (연간 재배면적 20.4 ha)이며, 기계화 생산체계 유형으로는 대형작업기 중심(트랙터 90~105HP)과 중대형 작업기중심(트랙터 64~86HP) 일괄기계화 체계였다. 30두의 경우, 조사료와 농후사료 비율(%)이 40:60 일 때 4.1 ha (연간 재배면적 8.2 ha), 50:50 일 때 5.1 ha (연간 재배면적 10.2 ha), 60:40은 6.1 ha (연간 재배면적 12.2 ha)로 기계화 생산체계 유형은 중형작업기(트랙터 35~46HP) 위주로 한 수확작업기 임차체계와 중대형작업기 중심(트

랙터 64~86HP) 일괄기계화 체제였다.

3. 옥수수-호맥 작부체제에서 조사료 생산비는 경운기 중심으로 한 인력위주의 생산체제 213.4 원/

DM kg에서 대형농기계 일괄작업체제 (트랙터 90-105HP) 102.9 원/DM kg로 51.8% 절감할 수 있었다.

Table 8. The ptimum areas and form of cropping system based on 50 cows

Ratio (%) Roughage:Concentrate	Area	Work* system	Form of cropping system	
			Best	Next best
60 : 40	Holding area 10ha (Annual cultivation area 20ha)	1	Corn → Rye (10ha) (10ha)	Corn → Rye, Oat (10ha) (10ha)
		2	<ul style="list-style-type: none"> — Corn(early seeding) (4ha) → Oat (4ha) — Corn(late seeding) (4ha) → Rye (4ha) — Sorghum (6ha) (2ha) 	<ul style="list-style-type: none"> — Corn (4ha) → Oat, Rye (10ha) — Sorghum (6ha) (1ha)
50 : 50	Holding area 9ha (Annual cultivation area 10ha)	1	Corn → Rye (9ha) (9ha)	Corn → Rye, Oat (9ha) (9ha)
		2	<ul style="list-style-type: none"> — Corn (4ha) → Oat, Rye (9ha) — Sorghum (5ha) 	<ul style="list-style-type: none"> — Corn(ealry seeding) (4ha) → Oat (4ha) — Corn(late seeding) (4ha) → Rye (5ha) — Sorghum (1ha)
40 : 60	Holding area 7ha (Annual cultivation area 14ha)	1	Corn → Rye (7ha) (7ha)	Corn → Rye, Oat (9ha) (9ha)
		2	<ul style="list-style-type: none"> — Corn (4ha) → Oat, Rye (7ha) — Sorghum (3ha) 	<ul style="list-style-type: none"> — Corn(early seeding) (4ha) → Oat (4ha) — Corn(late seeding) (3ha) → Rye (3ha)

* 1 : Tractor of more then 90HP and attachment.

2 : Tractor of 64~86HP and attachment.

Table 9. The optimum areas and form of cropping system based on 30cows

Ratio (%)	Area	Work* system	Form of cropping system	
			Best	Next best
60 : 40	Holding area 6ha	2, 3	Corn(early seeding) (2ha) → Oat (2ha)	Corn (4ha) → Rye (6ha)
	(Annual cultivation area 12ha)			
50 : 50	Holding area 6ha	3, 2	Corn(early seeding) (1ha) → Oat (1ha)	Corn (4ha) → Rye (5ha)
	(Annual cultivation area 10ha)			
40 : 60	Holding area 4ha	3, 2	Corn → Rye (4ha) (4ha)	Corn → Rye, Oat (4ha) (4ha)
	(Annual cultivation area 8ha)			

*2 : Tractor of 64~86HP and attachment.

3 : Tractor of 35~46HP and attachment (tractor of attachment were leased to harvest work).

V. 인용 문헌

- Szemes, I., Kadar and B. Laszity. 1985. Investigations on the nutrient uptake of winter rye in a long-term field experiment. I. Accumulation of dry matter and macronutrient (N, P, K, Ca, Mg) uptake. Field Crop Abstr. 38:407.
- 김건엽, 한민수, 김정갑. 1994. 사료작물 생력기계화 생산체계 연구. 축시연보. 992-996.
- 농촌진흥청. 1989. 자급사료생산. 표준영농교본. 38.
- 박문수, 장문식, 이병세, 박노풍. 1979. 담리작 소맥의 파종기계화 재배에 관한 연구. 한작지. 24 (3):35-42.
- 박원규. 1990. 농업기계의 이용 실태와 농작업의 기계화율에 관한 조사연구. 한국농업기계학회지. 15(1):52-60.
- 박종만, 전우복, 명규호. 1979. 화본과 청예작물의 이용에 관한 연구. In vitro 방법에 의한 Japanese millet, Corn, Rye 및 Italian ryegrass에 관한 소화율을 중심으로. 한축지. 21(4):298-298.
- 安宅一未. 1989. 高品質サイレズの 調製と給與のポイント. Dairy Japan. Vol. 34(1):1-43.
- 유수남, 서상용, 최영수, 박준걸, 박승재. 1985. 농업기계 공동 이용 시스템의 적정 기계화 수준. 한국농업기계학회지. 10(2):27-25.
- 장동일, 김성래, 정두호. 1990. 기계화 영농단의 규모별 적정기종 선정 연구. 한국농업기계학회지. 15(3):244-256.
- 한민수, 김정갑, 강우성, 한홍진. 1991. 사료작물 생산 및 이용의 생력기계화 시험. 축시연보 638-644.