

답리작 맥류 랩-사일리지의 기계화 시스템 모델 개발(2)

- 기계화 모델을 이용한 랩-사일리지의 생산비 분석 -

Development of mechanized system model for the production of winter cereal wrap silage in the fallow paddy field(2)

- Cost analysis of mechanized wrap silge production -

김혁주	박경규	김태한	구영모
정희원	정희원	정희원	정희원
H. J. Kim	K. K. Park	T. H. Kim	Y. M. Koo

ABSTRACT

In order to solve the shortage of roughage supply for dairy farm in Korea, winter cereal forage production after harvesting of rice in the fallow paddy field is studied. This study consist of two parts. One is the model development of the mechanized production which was already reported at the preview paper. This is the 2nd parts of the study. Also, the mechanized production model for cereal forage production in winter was reported in the previous study.

In this paper, coverage area and mechanized wrap silge production cost are analyzed and compared to the other available feeds in Korea. Results of the research are summarized as follows;

The coverage area for the winter cereal wrap silage production system in Korea is estimated to be 33.7 ha in case of working with a tractor and a set of implements. If two or three tractors are available, the coverage area is estimated to be 68.0 and 101.3 ha, respectively. The break even point (BEP) of the farming size is analyzed as 10 ha and its production(operating) cost is estimated to be 317 to 443 won/TDN-kg at the BEP point. The cost is lowered to 182 won/TDN-kg at 100ha-working, and is much lower compared with prices of imported feeds of 360~600 won/TDN-kg.

Therefore, winter cereal wrap silage model is judged to be feasible and desirable for a large scale production of forage in winter fallow paddy field.

Keywords : Wrap silage, Mechanized production model, Coverage area, Cost analysis, Break even Point.

1. 서 론

최근 우리나라에서는 부족한 축산 조사료를 공급하기 위하여 겨울철에 답리작으로 재배된 맥류를 원형베일로 수확을 한 뒤에, 베일 랩퍼를 이용하여

비닐로 밀봉하여 사일리지로 가공하는 랩-사일리지의 이용에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구의 제 1보(Kim, 2003)에서는 답리작 맥류의 조사료화의 필요성과 기대효과 및 생산 시스템 모델의 개발에 관하여 보고한 바 있다.

This study was conducted by the research fund supported by Ministry of Agriculture and Forestry, and article was submitted for publication in July 2002; reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in June 2003. The corresponding author is K.K.Park, professor, Dept. of Agricultural Machinery, Kyungpook National University, 1370 Sankyuck-dong, Daegu City, 702-701, Korea. e-mail: kkpark@kyungpook.ac.kr

The authors : K.K.Park, T.H.Kim, Y.M.Koo, Kyungpook National University; H.J.Kim, National Agricultural Mechanization Research Institute.

그런데, 랩-사일리지와 같은 새로운 조사료 생산 방식이 국내에 성공적으로 적용되기 위해서는 답리작 맥류 랩-사일리지의 일관 기계화모형을 이용한 조사료 생산이 여타의 사료(배합사료, 수입 조사료, 국산 볏짚 등)에 비하여 수익성이 높아야 한다.

따라서 본 연구에서는 개발된 답리작 맥류 랩-사일리지 기계화 모형을 이용한 조사료 생산시의 부담면적 및 생산비 등을 분석하고 여타의 사료에 대한 수익성을 분석하였다.

또한 본 연구에서는 제 1보에서 제시된 관행의 사일리지 모델, 건초모델 등에 대한 비용분석을 하여 랩-사일리지 모델과 비교하였으며 각각의 모델의 파종 방식을 광산파와 세조파 및 벼 수확전 파종 방식으로 나누어 비용 분석을 실시하였다.

조사된 내용을 분석하여 보면 기계구입비용은 랩-사일리지 생산 모델이 45kW급 트랙터를 사용할 경우에 약 86,880천원~80,070천원으로 비용이 가장 높게 나타났다.

그러나 현재 조사료 생산을 위한 개별농가 및 생산단체에는 각각 45kW급 트랙터 및 로타리, 비료살포기, 트레일러 등은 기본적으로 보유하고 있는 것으로 보는 것이 타당하므로 실제의 기계구입비용은 파종기와 조사료 수확 전용 기계들의 합계로 하였고, 랩-사일리지 생산 방식의 경우 약 51,850천원~50,850천원 정도가 되는 것으로 나타났다.

또한, 건초 방식은 44,750천원~43,750천원, 관행의 사일리지 생산 방식은 18,950천원~17,950천원인 것으로 나타났다.

2. 재료 및 방법

가. 작업공정별 소요기계의 선정과 기계구입비용의 조사

답리작 맥류 조사료의 생산을 위한 일관 기계화 모델에는 여러 가지의 작업기가 투입되게 된다. 그런데, 이러한 작업기 규격의 선정은 세부적으로는 작업의 부담면적 규모에 맞고 기계비용을 최소화할 수 있도록 선택이 되어지지만 전체적으로 보아 소요 동력원의 선정에 따라 이루어진다. 본 연구에서의 생산 시스템 모델별 소요 기계의 선정은 국내 수도작에서 많이 이용되고 있는 45 kW급의 트랙터를 기준으로 하여 작업기 제조 회사에서 제공하고 있는 사양을 참조하여 작업기를 선정하였다. 상세 내역은 본 연구의 제 1보에 나타낸 바 있다.

선정된 기계에 대하여 2001년도 기준의 농기계 가격집을 참조하여 광산파와 세조파 및 벼 수확전 파종 기준시의 기계 구입 비용을 조사하였으며 각각의 모델별 소요기계의 총 구입 가격 및 비교를 표 1에 나타내었다.

나. 부담면적의 계산방법

(1) 부담 면적의 산출 방법

(가) 맥류의 파종 작업

맥류의 파종 작업은 트랙터 1대에 로타리 등이 1대씩 구비되어 있고 경운, 파종 공정 등과 같이 작업 능률에서 공정간에 큰 차이를 보인다. 따라서 맥류 조사료 파종작업시는 식 (1)과 같이 복합 부담면적으로서 전체 부담면적을 결정하였다.

$$A_N = N \times S/P_c \dots\dots\dots (1)$$

A_N : 복합 부담면적(ha)

S : 작업 가능기간(일)

P_c : ha당 작업별 소요시간의 합계(일/ha)

N : 트랙터+작업기의 세트 수

(나) 랩-사일리지의 생산작업

답리작 맥류 조사료의 건초 또는 사일리지 가공은 기존의 수도작이나 전작에 비해 그 작업 공정이 복잡하며 예취된 재료의 건조 기간을 고려하고 일련의 작

Table 1 Summary of purchasing price of forage making machines(unit:1,000won)

Required Tractor : 45kw		Wrap Silage			Traditional Silage			Hay		
		BR	BA	OV	BR	BA	OV	BR	BA	OV
Total Purchasing Price	Used only for forage work (seeding and harvesting)	50,850	50,850	51,850	17,950	17,950	18,950	43,750	43,750	44,750
	Used for forage and paddy work (tractor, rotavator, trailer, etc)	30,620	36,030	28,220	30,620	36,030	28,220	30,620	36,030	28,220
	Total	81,470	86,880	80,070	48,570	53,980	47,170	74,370	79,780	72,970

*BR : Broadcast seeding, BA : Band seeding, OV : Over sowing at rice stand, (Source : Kim, 2002).

업공정이 일정기간 내에 연속적으로 수행되어야 한다는 것을 전제로 하여 부담면적이 계산되어야 한다.

특히 작업기는 1 세트이면서 트랙터는 2대 또는 3대가 준비되는 경우는 트랙터 1대를 이용하여 작업을 진행시킬 동안 나머지 트랙터를 충분히 이용하면서 작업되도록 공정을 구성하고 부담면적을 계산하여야 하는데, 그 방법은 문헌에 제시된 바와 같고(岡村, 1991) 절차를 요약하면 다음과 같다.

① 연간 작업가능 일수의 조사 → ② 1회 작업시의 작업일수의 결정 → ③ 작업성능(ha당 작업소요 일수)의 조사 → ④ 1회 작업일수 내의 공정별 1일당 작업가능 면적의 산출 → ⑤ 작업가능 일수 내의 공정별 부담면적의 산출 → ⑥ 각 공정중의 최소 부담면적을 전체 작업의 부담면적으로 결정한다.

이에 따른 각 공정별 부담면적의 계산식을 아래에 나타내었다.

$$A = \epsilon_d D \times W_d \dots\dots\dots (2)$$

- A : 개별 공정의 년간 부담면적(ha)
- D : 년간 작업기간(일)
- ϵ_d : 생산 모델별 작업가능 일수율
- W_d : 공정별 1일당 작업가능 면적(ha/일)

그런데 여기서, 공정별 1일당의 작업가능 면적은 다시 다음의 식 (3)과 같이 정의한다.

$$W_d = D_x / C_x \dots\dots\dots (3)$$

- W_d : 공정별 1일당 작업가능 면적(ha/일)
- D_x : 1일중 공정별 작업가능시간(일/일)
- (결과 및 고찰의 가-(2)-(가)항 참조)
- C_x : ha당 작업소요일수(일/ha)

(다) 파종 및 생산작업의 연중 작업가능일수

답리작 맥류 조사료의 생산은 작업 시기의 특성상 작업가능 기간이 제한되어 있다. 대체로 맥류 파종적기는 10월 중~하순이며 9월 하순에서 시작되는 벼의 수확기를 고려한다면 파종 가능 기간은 약 20일 정도 일 것으로 판단하였다. 여기에 보고된(정 등, 1997) 자료 중에서 10~11월 중의 경운 작업 가능일수율의 평균치(80%)를 파종작업 가능 일수율로 대체하면 실작업 기간은 16일이 된다. 또한 맥류 조사료 수확의 경우는 맥류의 출수기 이후에서 벼의 이앙기 이전의 수확적기에 작업을 완료해야 하므로 작업기간은 약 30일 정도가 된다. 사일리지 수확작업은 우리나라 6월중의 맥류 알곡의 수확작업 가능일수율(60%)을 맥류 조사료 수확작업 가능 일수율로 대체하면 18일간 작업이 가능하고 전초작업의 경우는 일본에서 조사된 내용(岡村, 1991)을 근거로 하여 작업 가능일수율을 40%로 하

면 12일 정도 작업이 가능한 것으로 판단하였다.

(라) 1회 작업시의 작업일수

답리작 맥류 조사료의 생산작업은 전 공정이 연속적으로 이루어지며 전체 작업의 완료시점이 제약을 받는다는 특징을 가진다.

즉, 랩-사일리지의 경우 예취된 작물을 예건하고 이를 압축·결속한 이후 최대한 24시간 이내에 랩핑 작업이 이루어져야 하며 양질의 사일리지 가공을 위해서는 당일 예취한 작물은 당일 랩핑 처리를 완료하는 것이 필수적이다. 따라서 랩-사일리지 생산의 1회 작업시의 작업일수는 1일로 하였다.

관행의 사일리지의 경우에는 통상 1일~3일 정도로 볼 수 있는데, 우리나라에서의 답리작 생산인 점을 감안하여 1회 작업일수를 1일로 하였다. 그러나 건초를 생산하는 경우에는 1일 이내에 작업을 완료할 수 없으며 예취 후 압쇄하는 경우에도 최소 2일 정도는 건초를 실시해야 하므로 작물의 예취시에 모어-컨디셔너를 이용하여 작업하여 1회에 3일간 모든 작업을 완료하는 것으로 하였다.

Table 2 Required working day for treating a hectare using the various forage process(Theoretical working hour = 12hrs)

Process	Item	Required working day(day/ha)
Broadcasting	Fertilizing	0.07
	Tilling	0.32
	Seeding	0.07
	Covering	0.14
Oversowing	Seeding	0.07
	Fertilizing	0.07
Forage harvesting	Mowing	0.093
	Drying	0.4
	Tedding	0.06
	Raking	0.06
	Baling	0.092
	Wrapping	0.096
	Handling	0.098
	Harvesting	0.196
	Mowing, conditioning	0.135

(Source : Kim, 2002).

(마) 작업 공정별 ha당 작업 소요일수

농작업에서의 포장 작업 성능은 대체로 기계적인 요인, 포장의 구조적 요인, 그리고 기타 요인에 영향 받는 것으로 분류할 수 있다(Kim, 1996). 본 연구에서는 이 들에 대한 기존의 데이터(Hunt, 1983 ; 岡村, 1991) 및 본 연구의 파일럿트 농장에서 실제 작업을 수행한 결과(Kim, 2002)를 비교 분석하여 최종적으로 작업 공정별 ha당 작업소요일수를 계산하였다. 조사된 작업공정별 ha당 작업소요 일수를 표 2에 나타내었다.

다. 생산비의 분석 방법

답리작 맥류 조사료 생산에 소요되는 비용은 고정비와 변동비로 구분하였으며 구체적 항목을 표 3에 나타내었다. 특히, 변동비용은 기계이용비용과 작업시 소요되는 재료비, 그리고 토지 임차비용의 합으로 구성된다.

이 때, 앞서 언급한 바와 같이 45kW급 트랙터 및 로타리, 비료살포기, 트레일러 등은 이미 보유하고 있는 것을 이용하는 것으로 가정하였으며, 관행의 사일리지 생산방식에서 트랜치 사일로 시설을 추가 하는 것으로 하여 기계이용비용 및 생산비를 산출 하였다.

트랜치 사일로의 이용비용은 본 절의 (마)항에 별도로 표시하였다.

(1) 모델별 기계이용 비용

(가) 고정비용

기계이용시의 고정비용은 감가상각비, 차고비, 이자 등의 합으로 계산되며 작업에 이용된 기계의 구입가격은 앞서 조사된 가격을 기준으로 하였다.

① 감가상각비

국내에서는 비용분석에 대한 조사료 작업기의 자

료가 충분히 제시가 되어 있지 않아 외국에서 제시된 자료를 이용하였고, 다음과 같은 가정을 하여 분석하였다. 내구연한은 여러 자료(Hunt, 1983 ; 정 등, 1997)를 참조하여 파종 작업용 작업기는 8년, 조사료 수확용 작업기 및 트랙터에 대하여는 10년으로 하였고, 기계의 폐기 가격은 구입 가격의 10%로 가정하였으며, 감가상각비는 직선법(straight-line method)을 이용하여 산출하였다(정 등, 1997).

② 이자 및 차고비

이자와 여건에 따라 달라지기 쉽지만 농림부의 농기계 구입 자금 지원 규정인 기계 구입가의 융자분에 대해서는 연리 3% 정도의 조건이 적용 가능하고(농림부, 2000), 나머지에 대해서는 일반 대출 금리를 적용할 수 있으므로 이를 통합하여 일률적으로 기계 구입가의 6%의 이자를 적용하였다. 또한 차고비는 기계 구입가의 1%로 하였다.

(나) 변동비용

답리작 조사료 파종 및 생산작업에 있어 기계 이용변동은 각 작업의 이용 시간에 비례하여 증가하게 되는데, 아래의 식(4)와 같이 산출하였다.

$$VC = \{H \times (F+O+L+R+T)\} \dots\dots\dots (4)$$

- VC : 기계이용의 변동비용 (원/년)
- H : 연간 각 작업기 이용시간 (시간/년)
- F : 작업별 시간당 연료비용(원/시간)
- O : 작업별 시간당 윤활유비용(원/시간)
- L : 작업별 시간당 노동 임금 (원/시간)
- 농촌노임 : 6,005원/hr(농업기계연감, 2001)
- R : 작업별 시간당수리비(= 시간당 수리비계수 × 구입가격)(원/시간)
- T : 작업별 시간당 트랙터 이용비용(원/시간)
= 트랙터 구입가 × 고정비계수/트랙터 총 사용 시간

① 연료비 및 윤활유비

연료비는 작업별 트랙터의 부하를 추정하여 시간당 소요연료량을 구한 다음 단위 연료비(면세유 443 원/l; 농촌진흥청, 2000)의 곱으로 나타내었으며, 윤활유비는 작업별 시간당 연료비의 10%를 적용하였다(정 등, 1997).

② 수리비계수

시간당 수리비계수는 문헌(Kepner, 1978 ; Hunt,

Table 3 Total cost for the production of barley and rye wrap silage

Fixed cost	Variable cost	
Depreciation, warehouse, interest	Machinery	fuel, lubrication, labor, repair, Tractor use
	Material	seed, fertility, twine, plastic film, silage additive
	Land charge	

1983 ; 정 등, 1997)을 참조하여 결정하였다.

③ 트랙터의 이용비용

고정비에서 언급된 것을 기준으로 하여 감가상각비계수 0.09, 이자계수 0.033, 차고비계수 0.01 및 수리비계수 0.07(정 등, 1997)의 합을 트랙터 고정비계수로 결정하였으며, 트랙터 총 사용시간은 수도작 평균사용시간 500hr(정 등, 1997)과 공정별 작업시간(Kim, 2002)의 합으로 나타내었다.

(다) 재료비

맥류 조사료의 생산에는 여러 가지의 재료가 소요되는데, 이들의 상세 내용과 비용을 표 4에 나타내었다. 무경운의 벼 수확전 파종시는 경운 파종시보다 파종량을 늘리는 것으로 하였으며 비료는 파종시의 기비 및 이듬해 봄의 추비를 모두 고려하였다. 종자비와 비료대는 50%의 정부보조를 받는 것으로 하였으며 사일리지 첨가제는 전체 생산량의 절반에만 투여하는 것으로 가정하였다. 램.비닐, 결속끈은 구입가를 기준하였다.

Table 4 Material costs

Materials		Use/ha	Price
Seed	Over sowing at rice stand	200kg	rye 1,200won/kg
			barley 900won/kg
	Broadcast seeding	150kg	rye 1,200won/kg
			barley 900won/kg
	Band Seeding	120kg	rye 1,200won/kg
			barley 900won/kg
Fertility	September	400kg	4,600won/20kg
	Spring	100kg	5,300won/20kg
Silage additive		58 l	60,000won/24 l
Plastic film		2.2roll	70,000won/roll
Twine		3.8roll	8,580won/roll

(라) 토지용역비

답리작에서의 보리 경작을 위한 임차비용은 지역별로 큰 차이를 가진다. 본 연구에서는 조사된 전국 평균치 411,900원/ha(농업기계연감, 2001)를 적용하였다.

(마) 사일로 이용비용

트랜치 사일로 규모는 부담면적에 비례해서 증가되는 것으로 하여 사일리지 비중 640kg/m³(축협중앙

회, 1993)을 기준으로 실제 양보다 10%를 더 (박 등, 1996b) 충전할 수 있도록 설치하는 것으로 하였다. 시설비는 96년도 조사자료(박 등, 1996b)에 물가상승을 20%(통계청, 2002)을 감안하여 m³당 48천원, 내구연한은 20년, 수리비 1%(박 등, 1996b)을 각각 적용하였다. 또한 이자는 앞서 제시된 6%를 적용하였다.

따라서, 관행의 사일리지 생산모델의 사일로 이용비용은 아래의 식(5)와 같이 계산하였다.

$$S = S_s \times (B + I + R) \dots\dots\dots (5)$$

- S : 사일로 이용비용(원/년)
- S_s : 사일로 시설비(=사일로 m³당 시설비×년간 사일리지 생산량/사일리지 비중×1.1)(원/년)
- B : 감가상각비계수
- I : 이자계수
- R : 수리비계수

3. 결과 및 고찰

가. 부담면적

(1) 파종 작업

파종 작업시의 부담면적을 계산하는 방식은 식(1)에 나타난 바와 같다. 부담면적을 초과하여 작업할 경우는 트랙터와 작업기의 대수를 동시에 늘려 작업하는 것으로 하였으며 부담면적의 계산결과를 표 5에 나타내었다

Table 5 Coverage area for various seeding methods

Process	Band seeding	Broadcast seeding	Over sowing at rice stand
Coverage area(ha)	23.8	26.7	114.3

표에서 나타냈듯이 부담면적은 세조파의 경우 23.8ha로 가장 낮게 나타났으며 벼 수확전 파종의 경우는 세조파나 광산파에 비해 대단히 큰 114.3ha로 계산되었다. 따라서 경작규모를 대규모로 확대하는 경우 일정 지역에 벼 수확전 파종을 실시하면 전체 경작 면적의 적기파종이 가능할 것으로 판단된다.

(2) 생산 작업

- (가) 트랙터 이용 대수별 작업가능시간
- 램-사일리지 생산 작업공정의 특징은 작물의

수확전에 약 4~5시간 정도의 예건(일광건조)이 필요하다는 점과 재료를 예취한 당일 밀봉 작업을 완료해야 한다는 점이다. 따라서 1일 동안 작업을 완료하기 위해서는 예취할 재료를 당일 모두 밀봉할 수 있도록 공정별 작업 시간을 배정하여야 한다.

또한 전체 작업가능 시간의 10%는 근거리의 운반 작업에 소요하여 작업을 완료하는 것으로 가정하였다.

트랙터 1~3대를 이용하여 전 작업을 1일 동안 완료할 경우의 작업공정별 작업가능 시간을 표 6과 같이 구성할 수 있다.

즉, 트랙터 1대 이용시 예취작업은 나머지 작업들의 작업 능력을 고려하여 0.2일간 예취작업을 수행하고 예건 시간은 0.4일로 책정하였는데, 이 기간

내에 건조 축진을 위한 반전작업과 베일링 위한 집초 작업을 완료하도록 하였다. 이후 공정에서는 작업 능력을 고려하여 베일링 0.2일, 랩핑 0.2일로 작업 시간을 책정하였다. 트랙터 2대 및 3대 이용시의 경우도 공정별 작업능력을 충분히 고려하여 1회 작업시의 작업시간을 표 6과 같이 설정하였다.

계산된 트랙터 이용 대수별 공정별 부담면적을 표 7에 나타내었는데, 트랙터 1대 이용시 랩핑 작업의 부담면적이 33.7ha로 가장 작게 나타났으며 이를 전체 작업의 부담면적으로 하였다. 또한 트랙터를 2대와 3대 이용하는 경우도 동일한 방법으로 계산한 결과 전체 부담면적을 각각 랩핑 공정에서의 68.0ha, 101.3ha로 하였다.

나. 생산비의 산출

앞서의 생산비의 산출 방법을 토대로 광산파와 세조파 및 벼 수확전 파종 방식에 대한 랩-사일리지 모델의 생산비를 산출하였다. 트랙터 1대의 부담면적을 초과하여 작업하는 경우 트랙터 대수를 2대, 3대 늘려서 작업한 것으로 계산하였다.

계산된 결과를 표 9, 표 10 및 표 11에 나타내었는데, 기준 생산량은 축산기술 연구소의 자료와 본 연구에서의 시험 생산량을 기준으로 표 8과 같이 하였다(Kim, 2002).

표에서 나타났듯이 1ha 경작시 기계이용 비용이 전체 생산비의 90%를 차지하고 있어 소규모 경작시는 기계구입 비용에 대한 지원이 필요한 것으로 판단되었다. 그러나 경작규모가 10ha를 넘어서면 오히려 재료비, 임차비 등의 비율이 더 커지게 되므로 대규모 생산시는 재료비와 임차비용에 대한 지원이 효과적인 것으로 판단된다.

Table 6 Possible working hours in a day for making wrap silage(unit : day)

Process		A	B	C	D	E
I	Tractor 1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Tractor 1	0.4	-	-	-	0.4
II	Tractor 2	-	0.3	0.3	0.4	-
	Tractor 1	0.6	-	0.4	-	-
III	Tractor 2	-	0.4	-	0.6	-
	Tractor 3	-	-	-	-	0.6

* I : Using one tractor, II : Using two tractors, III : Using three tractors
 ** A : mowing, B : tedding, C : raking, D : baling, E : wrapping.

Table 7 Coverage area using one tractor

Item		Mowing	Tedding	Raking	Baling	Wrapping
Required working hours (day/ha)		0.093	0.06	0.06	0.092	0.096
I	Working area in a day(ha/day)	2.15	3.33	3.33	2.17	2.08
	Coverage area in each process(ha)	34.8	53.9	53.9	35.2	33.7
II	Working area in a day(ha/day)	4.3	5.0	5.0	4.3	4.2
	Coverage area in each process(ha)	69.7	81.0	81.0	69.7	68.0
III	Working area in a day(ha/day)	6.45	6.67	6.67	6.52	6.25
	Coverage area in each process(ha)	104.5	108.1	108.1	105.6	101.3

Table 8 Typical yields of winter rye in paddy field

Item	Maximum yield	Minimum yield	Remarks
Wrap silage	25.0ton/ha	20.0ton/ha	*silage : 60%(w.b.)
TDN	6.0ton-TDN/ha	4.8ton-TDN/ha	*TDN60% in DM

위의 계산 결과를 그래프로 정리하여 그림 1에서 경작 규모별 생산비로 나타내었다. 그림은 광산과와 세조과 및 벼 수확전 파종에 대하여 최대생산량의 경우를 나타내었다.

구해진 경작규모별 생산비는 1ha 경작시 1,568(벼 수확전 파종, 최대 생산시)~2,248(세조과, 최소생산시)원/kg-TDN에서 경작규모가 증가할수록 급격하게 감소하여 약 10ha 규모에서 317~443원/kg-TDN 정도가 된다. 또한, 부담면적을 최대로 경작하는 경우는

Table 9 Total operating costs of barley and rye wrap silage production according to working area (in case of broadcast seeding)

(A : Wrap silage yield = 25ton/ha, B : wrap silage yield = 20ton/ha)

Working area(ha)		1	10	30	50	70	100	
Machinery cost (won/yr)	Fixed cost	8520000	8520000	8520000	8904000	9288000	9288000	
	Variable cost	365675	3255247	8368245	12772647	16890729	22818564	
	Total	8885675	11775247	16888245	21676647	26178729	32106564	
Material cost(won/yr)		405242	4052420	12157260	20262100	28366940	40524200	
Land charge(won/yr)		411900	4119000	12357000	20595000	28833000	41190000	
Total cost(won/yr)		9702817	19946667	41402505	62533747	83378669	113820764	
Cost	A	won/kg	388	80	55	50	48	46
		won/kg-TDN	1617	332	230	208	199	190
	B	won/kg	485	100	69	63	60	57
		won/kg-TDN	2021	416	288	261	248	237

Table 10. Total operating costs of barley and rye wrap silage production according to working area (in case of band seeding)

(A : Wrap silage yield = 25ton/ha, B : Wrap silage yield = 20ton/ha)

Working area(ha)		1	10	30	50	70	100	
Machinery cost (won/yr)	Fixed cost	9385600	9385600	9385600	9769600	10153600	10153600	
	Variable cost	606087	3882788	10248276	15904500	21274323	29079801	
	Total	9991687	13268388	19633876	25674100	31427923	39233401	
Material cost (won/yr)		387242	3872420	11617260	19362100	27106940	38724200	
Land charge(won/yr)		411900	4119000	12357000	20595000	28833000	41190000	
Total cost(won/yr)		10790829	21259808	43608136	65631200	87367863	119147601	
Cost	A	won/kg	432	85	58	53	50	48
		won/kg-TDN	1798	354	242	219	208	199
	B	won/kg	540	106	73	66	62	60
		won/kg-TDN	2248	443	303	273	260	248

Table 11 Total operating costs of barley and rye wrap silage production according to working area(in case of over sowing at rice stand)
(A : Wrap silage yield = 25ton/ha, B : Wrap silage yield = 20ton/ha)

Working area(ha)		1	10	30	50	70	100	
Machinery cost (won/yr)	Fixed cost	8319000	8319000	8319000	8319000	8319000	8319000	
	Variable cost	242540	2231817	5894778	9043895	11944038	16050635	
	Total	8561540	10550817	14213778	17362895	20263038	24369635	
Material cost(won/yr)		435242	4352420	13057260	21762100	30466940	43524200	
Land charge(won/yr)		411900	4119000	12357000	20595000	28833000	41190000	
Total cost(won/yr)		9408682	19022237	39628038	59719995	79562978	109083835	
Cost	A	won/kg	376	76	53	48	45	44
		won/kg-TDN	1568	317	220	199	189	182
	B	won/kg	470	95	66	60	57	55
		won/kg-TDN	1960	396	275	249	237	227

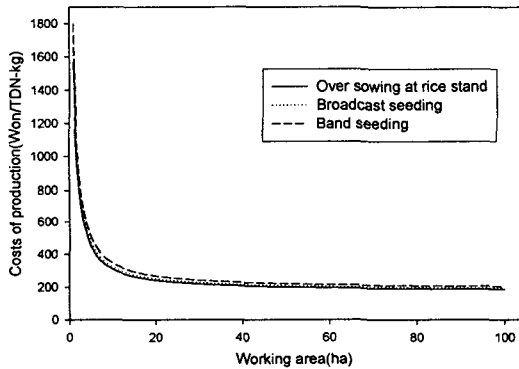


Fig. 1 Total costs of barley and rye wrap silage production according to working area.

182~248원/kg-TDN 까지 생산비가 감소될 수 있다. 따라서 국내 유통되는 볏짚의 가격(540원/kg-TDN) 및 수입 건초의 가격(400~600원/kg-TDN), 배합사료의 가격(360~400원/kg-TDN)을 고려한다면 랩-사일리지 기계화 생산의 손익분기규모는 약 10 ha 정도인 것으로 판단되었다.

다. 답리작 맥류 생산 모델별 생산비 비교

그림 2에서는 답리작 맥류 조사료의 모델별 TDN-kg당의 생산비를 경작규모별로 비교하였다. 관행의 사일리지 및 건초의 생산비는 표 12 및 표 13에 나타내었는데, 앞서의 랩-사일리지 생산비의 산출과 동일한 방식으로 구하였다(Kim, 2002). 이 때, 관행의

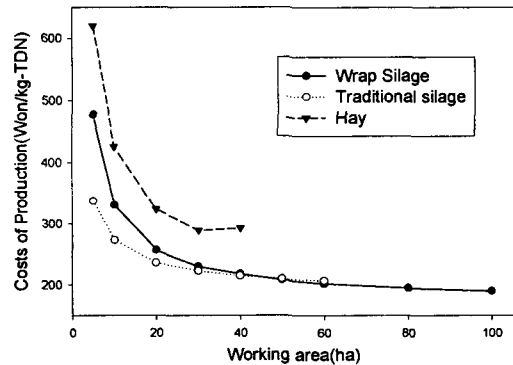


Fig. 2 Costs of production in various forage models according to working area.

사일리지의 생산량은 랩-사일리지 생산량과 동일하지만 건초의 경우는 제조시 사일리지보다 손실이 월등히 높아져 통상 35% 정도의 수확손실이 발생한다고 하였으므로(박 등, 1996a), 건물 기준 최대 6.5ton/ha의 생산이 가능한 것으로 계산하였다.

비교 결과를 살펴보면 5ha 경작시 랩-사일리지 생산방식의 생산비는 관행 사일리지 생산 방식에 비해서는 생산비가 높지만 건초의 생산비용에 비해서는 낮게 계산되었다.

그러나, 45ha 이상 경작시 랩-사일리지 생산방식의 생산비가 가장 낮게 계산되었다. 그러나 사일로 시설을 축산농가 이외 지역에 설치한다는 것은 현실적으로 어려우므로 작업은 축산 농가의 주변에서만 이루어질 수 밖에 없다. 따라서 관행의 사일리지

Table 12 Total operating costs of traditional rye and barley silage production according to working area(in case of broadcast seeding)

Working area(ha)		1	10	20	30	40	60
Machinery cost (won/yr)	Fixed cost	3736000	3736000	3736000	3736000	3736000	3736000
	Variable cost	383159	3378595	6144102	8610401	10908346	15227199
	Total	4119159	7114595	9880102	12346401	14644346	18963199
Operating cost of silo(won/yr)		224640	2246400	4492800	6739200	8985600	13478400
Material cost (won/yr)		287722	2877220	5754440	8631660	11508880	17263320
Land charge(won/yr)		411900	4119000	8238000	12357000	16476000	24714000
Total cost(won/yr)		5043421	16357215	28365342	40074261	51614826	74418919
Cost	won/kg	202	65	57	53	52	50
	won/kg-DM	504	164	142	134	129	124
	won/kg-TDN	841	273	236	223	215	207

Table 13 Total operating costs of rye and barley hay production according to working area(in case of broadcast seeding)

Working area(ha)		1	10	20	30	40
Machinery cost (won/yr)	Fixed cost	7384000	7384000	7384000	7384000	10984000
	Variable cost	365733	3294375	6073928	8585669	10940376
	Total	7749733	10678375	13457928	15969669	21924376
Material cost (won/yr)		181596	1815960	3631920	5447880	7263840
Land charge(won/yr)		411900	4119000	8238000	12357000	16476000
Total cost(won/yr)		8343229	16613335	25327848	33774549	45664216
Cost	won/kg	513	102	78	69	70
	won/kg-DM	1284	256	195	173	176
	won/kg-TDN	2139	426	325	289	293

지 생산 방식은 축산농가 주변에서의 보다 적은 규모의 조사료 생산에 유리한 것으로 판단된다.

건초 생산 방식의 경우는 부담면적이 가장 적고 생산비가 가장 높으며, 또한 경작 규모를 확대하려면 작업기 및 트랙터의 대수를 증대해야 하므로 그림 2에서와 같이 40ha 경작규모에서 오히려 30ha 규모보다 생산비가 증가하는 등 다른 모델에 비해 불리하다.

따라서, 이상의 측면을 고려한다면 담리작 지대에서 저렴한 조사료를 대규모로 생산하는 것은 램-사일리지 생산방식이 보다 적합한 것으로 판단된다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 우리나라 축산의 조사료 부족의 문제를 해결하기 위한 하나의 방법으로 제시된 거

울철 담리작 조사료 생산을 위한 일관 기계화 모델의 부담면적 및 경영 규모에 따르는 경제성을 분석하였다. 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 우리나라에서 이용 가능한 담리작 조사료 생산 방식인 ① 램-사일리지 생산 모델, ② 관행의 사일리지 생산 모델, ③ 건초 생산 모델에 대해 트랙터, 로타리, 비료살포기, 트레일러 등을 제외한 조사료 생산기계 구입가를 조사한 결과, 램-사일리지 생산 모델은 51,850천원~50,850천원, 관행 사일리지 생산 모델은 18,950천원~17,950천원, 건초 생산모델은 44,750천원~43,750천원으로 나타났다.

2) 담리작 맥류의 파종시의 부담면적은 세조파의 경우 23.8ha로 가장 낮게 나타났으며 벼 수확전 파종의 경우는 세조파나 광산파에 비해 대단히 큰 114.3ha로 계산되었다. 따라서 경작규모를 대규모로

확대하는 경우 일정 지역에 벼 수확전 파종을 실시한다면 전체 경작 면적의 적기파종이 가능할 것으로 판단된다.

3) 랩-사일리지 생산 모델의 부담면적은 트랙터 1대 이용시 약 33.7정보이고, 2대와 3대 이용시는 각각 68.0ha, 101.3ha로 나타났다. 또한, TDN-kg당 최소 생산비는 10정보 경작규모에서 세초파의 경우 443원으로 나타났고 벼 수확전 파종시 315원으로 나타났다. 특히 본 모델에서는 트랙터의 대수를 늘려 100ha 경작규모로 확대할 경우에는 TDN-kg 당의 생산비를 182원(벼 수확전 파종)까지 낮출 수 있는 것으로 나타났다. 이는 유통 벼짚, 수입 조사료, 배합사료의 가격에 비교하여 약 1/2~1/3 정도의 수준이며 약 10ha의 경작규모에서 손익 분기점을 보이고 있다.

4) 답리작 맥류 조사료의 3가지 생산 모델의 생산비를 비교한 결과 경작규모가 45ha 이상일 경우 랩-사일리지 생산비가 가장 낮고 전체적으로 건초의 생산비가 가장 높게 나타났다.

관행의 사일리지 생산방식은 사일로 시설이 있는 축산농가 주변에서의 보다 소규모의 생산 작업에 적합한 것으로 판단되며 답리작 지대에서 저렴한 조사료를 대규모로 생산하는 것은 랩-사일리지 생산모델이 보다 적합한 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. 낙농경영. 1993. 축협중앙회.
2. 농림부. 2000. 농림사업시행지침서.
3. 농업기계연감. 2001. 농기계공업협동조합.
4. 농촌진흥청. 2000. 시험연구결과 경제성분석기준자료
5. 박경규 외 6인. 1996a. 축산기계 및 시설. 문운당. pp.223-228.
6. 박민수, 강태숙. 1996b. 초지방목형 제주낙농의 모형설정에 관한 연구. 한국축산경영학회지. 12(1): pp.29-50.
7. 정창주, 김경욱. 1997. 농작업기계학. 서울대학교 출판부. pp.1-36.
8. 통계청. 2002. 품목별 생산자물가지수(시멘트및 콘크리트제품).
9. 岡村俊民. 1991. 농업기계화 기초. 일본 북해도 대학. pp.183-187, pp.319-326.
10. Donnell Hunt. 1983. Farm power and machinery management.
11. Kepner, R. A., Roy Bainer, E. L. Barger. 1973. Principles of farm machinery.
12. Kim, H. J. 2002. Development of mechanized system model for the production of winter cereal wrap silage in the fallow paddy field. Ph.D. dissertation. Kyungpook National University(In Korean).
13. Kim, H. J., K. K. Park, J. H. See, S. Y. Shin. 2003. Development of mechanized system model for the production of winter cereal wrap silage in the fallow paddy field(1). J. of the KSAM 28(2): 107-116(In Korean).
14. Kim, H. K., C. J. Chung., S. O. Chung. 1996. A study on the Plot Geometry for mechanization. J. of the KSAM 21(3): 343-356(In Korean).