

양파재배의 기계화모델 개발

Development of Mechanization Model for Onion Farming

김병갑*	신승엽*	박원규*	윤진하*
정회원	정회원	정회원	정회원
B.G.Kim	S.Y.Shin	W.K.Park	J.H.Yun

1. 서론

양파는 우리 나라의 주요 양념채소 중의 하나로 91년부터 95년까지 5년동안의 연간생산량은 최소 530천MT에서 최대 975천MT로 변화하였으며 또 이에 따라 20kg당 가격도 최소 530원에서 최대 975원으로 변동이 심한 경향을 보이고 있다. 이러한 불안정한 생산동향 하에서도 양파의 생산량은 '80년 275천MT, '85년 440천MT, '90년 407천MT, '95년 975천MT로 전체적으로 증가하는 추세에 있다. 10a당 노동투하시간은 95년 기준 192.9시간으로 일본의 141.7시간, 대만의 143.6시간에 비해 높은 수준이나 20kg당 생산비는 733천원으로 일본의 32.6%, 대만의 86.8%수준이어서 대외경쟁력이 있는 작목이다.

양파재배에 있어서 동력투입시간은 20.8시간으로 노동투하시간의 10.8%에 불과해 기계화가 대단히 미흡한 실정이며 농가호당 재배면적을 보면 0.5ha미만의 농가가 95%이상을 차지해 양파재배농가가 영세한 규모인 것을 알 수 있다. 양파재배의 기계화를 위해서는 먼저 노동투하시간이 많은 정식 및 수확작업을 대신할 수 있는 기계가 개발되어야 할 것이며 이와 더불어 재배면적이 규모화되어야 할 것이다.

본 연구에서는 양파재배의 기계화촉진과 노동력 절감을 위하여 양파주산지의 재배농가를 대상으로 현지조사를 실시하였으며 그 결과를 기초로 재배규모별 기계화모델을 개발하고자 하였다.

2. 조사분석방법

양파의 재배규모별 기계화모델을 설정하기 위하여 양파의 주산지인 전남 무안, 경남 창녕과 재배양식이 다른 지역과 많이 상이한 경북 의성의 양파재배농가를 대상으로 현지면접 조사를 실시하였는데 무안지역에서는 주로 밭에서 양파를 재배하였으며 창녕, 의성지역에서는 논에서 양파를 재배하고 있었다. 조사표본은 1ha수준 14농가, 2ha수준 9농가로 총 23농가이며 재배규모별로 임의로 선정하여 작업공정별 농업기계 이용실태 및 작업방법, 노동투하시간 등을 조사하였다.

현지조사 결과를 기초로 양파의 재배규모별 기계화모델을 다음과 같은 방법으로 설정하였다. 먼저 모델의 규모를 결정하고 모델에 투입이 가능한 기종을 선정하였다. 여기서 선정

* : 농촌진흥청 농업기계화연구소

된 기종을 대상으로 손익분기규모와 부담면적을 구하여 규모별로 투입될 기종의 규격과 대수, 소유형태를 결정함으로써 기계화모델을 설정하였다.

손익분기규모는 식 (1)로 구하였다. 여기서 연간고정비는 감가상각비, 자본이자, 수리비의 합이며 유동비는 연료비, 윤활유비, 운전자 인건비의 합이다.

$$BEP = \frac{FC}{CR - OC} \dots\dots\dots (1)$$

여기서 BEP : 손익분기규모(ha) FC : 연간고정비(원)
 CR : ha당 임작업료(원) OC : ha당 유동비(원)

부담면적은 다음의 식 (2)로 구하였으며 적기작업을 요하는 로타리작업과 휴림피복작업을 대상으로 하였다. 작업성능은 검사연보를 참고하였으며 실작업시간율은 76%, 작업가능일수율은 73.3%, 1일 작업시간은 10시간, 작업적기일수는 중만생종 양과의 정식기간인 10월 상순~11월 상순의 40일로 적용하였다.

$$A = \frac{\epsilon_u \epsilon_d U D}{\sum t_i} \dots\dots\dots (2)$$

여기서 A : 부담면적(ha) ϵ_u : 실작업시간율(%)
 ϵ_d : 작업가능일수율(%) U : 1일 작업시간(hr)
 D : 작업적기일수(일) t_i : 개별작업의 1ha 작업소요시간(hr)

3. 결과 및 고찰

가. 실태조사결과

1) 조사농가개황

조사대상 농가의 노동력은 평균 2.2명으로 부부중심의 노동력이었으며 정식과 수확작업 등 노동력이 많이 투입되는 작업시기에는 고용노동력을 활용하고 있었다. 영농규모는 논양파지역의 농가는 논 2.6ha, 밭 0.1ha, 밭양파지역의 농가는 논 0.8ha, 밭 2.9ha로 나타나 양파재배포장과 농사짓는 포장과는 연관성이 있는 것으로 나타났다. 영농형태는 모두 복합농이었으며 논양파지역에서는 벼와, 밭양파지역에서는 콩, 무, 배추, 파, 참깨 등과 2모작을 하고 있었다.

농가의 농업기계 보유현황은

표 1 조사대상농가의 영농규모

구 분	영농규모(ha)		
	논	밭	계
논양파지역	2.6	0.1	2.7
밭양파지역	0.8	2.9	3.7
평 균	1.7	1.6	3.3

표 2 농업기계 보유현황

구 분	재배규모별 보유대수(대/호)		
	평 균	1.0 ha	2.0 ha
경운기	1.4	1.5	1.3
트랙터	본체	0.4	0.2
	퇴비살포기	0.1	-
터	비료살포기	0.2	-
관리기	0.5	0.6	0.4
트럭	0.3	0.1	0.6

표 2에서 보는 바와 같이 경운기는 모든 농가가 1대 이상씩 보유하고 있는 것으로 조사되었다. 트랙터는 1ha수준의 농가에서는 호당 0.2대, 2ha수준에서는 호당 0.7대를 보유하고 있으며 비료살포기와 퇴비살포기는 2ha수준의 농가에서만 보유하고 있는 것으로 조사되어 재배 규모가 클수록 농업기계 보유가 많은 것으로 나타났다.

2) 재배양식

재배양식은 표 3에서 보는 바와 같이 두둑폭, 재식방향, 주간, 조간 등이 지역별로 차이가 많은 것으로 조사되었으며 같은 지역내에서도 이랑폭, 재식거리 등이 다양한 것으로 나타났다. 재배양식은 기계를 개발할 때 설계 기준이 되며, 기개발된 농기계도

표 3 지역별 재배양식

구분	무안	의성	창녕
두둑폭(cm)	180	300~360	130~180
고랑폭(cm)	30	45	45
주 간(cm)	10~13	10	10~12
조 간(cm)	18	15	15
재식방향	단방향	장방향	장방향
비닐피복	유공비닐	무공비닐	무공 또는 유공비닐

작물 재배 중에 적용될 수 있으려면 재배양식과 기계의 제원이 맞아야 하므로 재배양식은 기계화에 있어서 매우 중요한 요인이며 기계화의 촉진을 위해서는 재배양식의 표준화가 시급하다고 생각된다.

표 4 작업공정별 노동투하시간

(시간/10a)

구분	노동투하시간 (시간/10a)	노력비율(%)		
		자가	고용	
묘상준비	1.4 (0.7)	0.6	0.1	
파종 및 복토	2.3 (1.1)	0.8	0.3	
묘판관리	15.2 (7.4)	4.4	3.0	
밑거름주기	5.3 (2.6)	2.2	0.4	
경운정지	4.3 (2.1)	1.7	0.4	
피복	5.0 (2.4)	1.4	1.0	
묘취	9.8 (4.7)	0.3	4.4	
정식	37.1 (18.0)	0.7	17.3	
웃거름주기	3.1 (1.5)	1.5	-	
병해충방제	5.4 (2.6)	2.6	-	
관수	1.5 (0.7)	0.7	-	
제조	23.0 (11.2)	4.1	7.1	
수확 작업	굴취	31.1 (15.0)	1.1	13.9
	줄기절단	20.7 (10.0)	1.0	9.0
	선별·자루투입	29.4 (14.2)	1.0	13.2
운반 및 저장	7.8 (3.8)	2.5	1.3	
기타	4.2 (2.1)	1.8	0.3	
계	206.6 (100)	28.3	71.7	

3) 작업공정별 노동투하시간

조사대상 농가의 작업공정별 노동투하시간을 표 4에 나타내었다. 10a당 총 노동투하시간은 206.6시간으로 나타났다. 이 중에서 정식작업과 수확작업에의 노동투하시간이 각각 37.1, 81.2시간으로 총 노동투하시간의 18%와 39.2%를 차지하는 것으로 나타났다. 이들 작업은 모두 인력에 의존하는 작업들이며 또한 작업시기가 농번기임을 감안할 때 정식기와 수확기의 개발이 시급한 것으로 생각된다.

4) 작업공정별 작업수단

양파재배의 여러 작업공정 중에서 기계가 투입되는 작업공정을 중심으로 작업수단을 살펴보면 다음과 같다.

퇴비의 적재, 운반, 살포 작업은 표5에서 보는 것처럼 인력으로 적재하여 경운기 트레일러로 운반하여 살포하는 농가가 13농가로 반이상이었으며, 적재에만 트랙터 로더를 사용하는 농가가 3농가, 로더와 퇴비살포기를 사용하는 적재, 살포하는 농가가 2농가인 것으로 나타났다. 그리고 5농가는 위탁작업으로 굴삭기로 적재하여 퇴비살포기로 살포하고 있었다.

표 5 퇴비의 적재, 운반, 살포 작업수단

작업수단		1ha수준	2ha수준	계
적재	운반, 살포			
인력	경)트레일러+인력	9	4	13 (56.5)
트)로더	경)트레일러+인력	2	1	3 (13.1)
트)로더	트)퇴비살포기	-	2	2 (8.7)
굴삭기	트)퇴비살포기	3	2	5 (21.7)
계		14	9	23 (100)

비료살포는 인력으로 하는 농가가 20농가로 대부분이었으며 비료살포기의 사용은 적은 편이었다.

표 6 비료살포 작업수단

작업수단	1ha수준	2ha수준	계
인력	13	7	20 (87.0)
트)비료살포기	1	2	3 (13.0)
계	14	9	23 (100)

표 7 경운정지의 작업수단

작업수단	1ha수준	2ha수준	계
경운기	1	-	1 (4.3)
트랙터	13	9	22 (95.7)
계	14	9	23 (100)

경운정지작업은 모두 기계로 작업하고 있었으며 경운기로 작업하는 농가가 한 농가이고 나머지는 모두 트랙터를 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 이는 벼농사 등 다른 작목에서도 경운정지는 필수작업이기 때문에 다른 작업에 비해 기계화가 더 진행된 것이라고 생각된다.

표 8 이랑조성 작업수단

이랑조성작업은 논양파지역에서는 주로 관리기 배토기를 이용하여 작업하고 있었고 발양파지역에서는 로터리뒤에 배토기를 달아서 정지 작업과 동시에 이랑조성작업을 하고 있었다.

작업수단	1ha수준	2ha수준	계
관리기 배토기	7	3	10 (43.5)
경운기 배토기	1	-	1 (4.3)
트랙터 배토기	6	6	12 (52.2)
계	14	9	23 (100)

이러한 작업방법의 차이는 지역별 토양의 차이에 기인한다고 생각된다.

비닐피복작업은 대부분 인력으로 하고 있었으나 논양파지역에서는 비닐피복 후 복토 작업에 관리기를 사용하는 농가가 일부 있었다.

방제작업은 모든 농가가 경운기용 동력분무기를 사용하여 작업하고 있었으며 방제횟수는 1~9회로 농가에 따라 차이가 많은 것으로 나타났으며 연평균 방제횟수는 4.6회로 나타났다. 관수작업은 논양파지역에서는 양수기를 이용하거나 물꼬를 옆으로써 고랑에 관수를 하였으며 발양파지역에서는 스프링클러를 이용하여 포장전면에 살수하고 있었다.

수확물 운반작업은 경운기 트레일러로 운반하는 농가가 11농가, 트럭을 이용하는 농가가 3농가, 포전거래로 운반작업을 하지 않는 농가가 5농가, 위탁작업을 한 농가가 4농가로 조사되었다. 저장장소는 저온저장고 6농가, 일반창고 5농가, 야적하는 농가 7농가로 조사되어 양과의 수확 후 저장장소가 다양함을 알 수 있었다.

표 9 비닐피복의 작업수단

작업수단	1ha수준	2ha수준	계
인력피복 및 복토	9	8	17(73.9)
인력피복+관리기복토	5	1	6(26.1)
계	14	9	23(100)

표 10 수확물 운반 수단

작업수단	1ha수준	2ha수준	계
경운기	11	-	11 (47.8)
트럭	-	3	3 (13.0)
기타*	3	6	9 (39.2)
계	14	9	23 (100)

* : 위탁작업 또는 포전거래 농가

표 11 수확물 저장장소

저장장소	1ha수준	2ha수준	계
저온저장고	-	6	6 (26.1)
일반창고	5	0	5 (21.8)
야적(가저장)	6	1	7 (30.4)
기타(포전거래)	3	2	5 (21.7)
계	14	9	23 (100)

나. 기계화모델 설정

1) 모델의 규모 설정

기계화모델의 규모는 2ha수준과 10ha수준의 두 가지로 설정하였다. 2ha수준은 노지채소의 전업농 규모이며 10ha수준은 주산단지외의 공동이용조직 규모이다.

2) 투입할 농업기계 선정

농가에서 이용하고 있거나 생산판매되고 있는 농업기계를 대상으로 기계화모델에 투입할 수 있는 농업기계를 선정하기 위하여 작업성능, 작업기 이용의 적합성 등을 고려하였다. 기계화모델에 투입가능한 농업기계는 표 12에 표시하였으며 이들 농업기계는 동력원 및 그 부착작업기와 전용기로 구분할 수 있다.

동력원은 경운기, 관리기, 트랙터를 들 수 있는데 이 중에서 관리기는 방제 작업을 할 수 있는 작업기가 없고 운반작업이 제한적이며 실제 농가에서 관리기로 경운정지하는 경우가 없기 때문에 투입대상 농기계에서 제외하였다.

경운기용 작업기 중에서 퇴비살포기와 비료살포기는 가격이 비싸고 농가에서 거의 사용하지 않기 때문에 투입기종에서 제외하였다. 양파의 재배 양식에 맞는 평두독용 휴립파복기는 30~50PS급 트랙터에서 적용가능하므로 트랙터의 규격도 이 범위로 제한하였다.

전용기 중에서 로더와 동력분무기는 경운기나 트랙터용 작업기가 있으므로 굳이 전용기를 따로 구입할 필요가 없으며 트럭은 양파재배에서 운반작업 이외에 자가용으로 많이 사용되며 농업기계로 보기도 힘들기 때문에 제외하였다.

표 12 작업공정별 투입가능 농업기계 및 선정된 농업기계

작업공정	작업기	동력원			전용기
		경운기	관리기	트랙터	
파 종	파종기				●
퇴비 살포	적재 로더			●	○
	살포 퇴비살포기	○		●	
비료살포	비료살포기	○	○	●	
경운·정지	플라우	●	○	●	
	로타리	●	○	●	
이랑조성, 비닐피복	배토기	●	○	●	
	휴립파복기		○	●	
이 식	이식기				●
방 제	동력분무기	●		●	○
관 수	양수기	●			○
	스프링쿨러				●
운 반	트레일러	●	○	●	○

주) ○ : 투입가능 농기계,
● : 기계화모델 선정농기계

3) 투입농기계의 규격 및 소유형태 결정

기계화모델의 규모별로 투입될 농업기계의 규격 및 소유형태를 결정하기 위해 선정된 투입기종을 대상으로 손익분기 규모와 부담면적을 계산한 결과는 표 13과 같다.

경운기의 손익분기 규모는 0.7ha, 부담면적은 7.0ha로 2ha규모의 기계화모

델에서는 경운기를 위주로 작업하는 것으로 결정하였다. 트랙터의 손익분기규모는 4.6~7.0ha, 부담면적은 보유하기 위해서는 18.3~21.9ha로 10ha규모의 기계화모델에서는 트랙터위주로 작업하는 것으로 결정하였다. 파종기와 이식기의 손익분기규모는 5.0ha로 2ha규모의 모델에서는 공동이용하는 것으로 결정하였다. 각 규모별로 설정된 기계화모델은 표 14와 같다.

다. 기계화모델의 기계이용비용 및 노동투하시간 분석

1) 작업공정별 작업수단

표 13 기종별 손익분기규모 및 부담면적

구 분	경운기	파종기+ 이식기	트랙터		
			30PS급	40PS급	50PS급
손익분기규모(ha)	0.7	5.0	4.6	5.4	7.0
- 고정비(천원)	189	5,858	4,103	4,932	6,552
- 유동비(천원)	343	127	532	491	449
- 임작업료(천원)	600	1,241*	2,310	2,310	2,310
부 담 면 적(ha)	7.0	10.1	18.3	20.6	21.9

* : 인력으로 작업했을 때의 비용

※ 비용조건 : 잔존가격, 이율, 수리비계수 5%, 경유단가 317원/ℓ, 윤활유비계수 15%, 인건비 남 50,000원, 여 25,000원

표 14 양파의 재배규모별 기계화모델

작업공정	작업수단	2ha 수준		10ha 수준	
		규격	대수(대)	규격	대수(대)
동력원	경운기 트랙터	8~10PS -	1 -	- 30~50PS급	- 1
파종	파종기	공동이용	(1)	전용기	1
퇴비 살포	적재 트)로더	-	-	트랙터용	1
	운반 살포	경)트레일러+인력 퇴비살포기	경운기용 -	- 트랙터용	- 1
비료운반 살포(기비)	경)트레일러+인력 트)비료살포기	경운기용 -	1 -	- 트랙터용	- 1
경운정지	경)쟁기·로타리 트)플라우·로타리	경운기용 -	1 -	- 트랙터용	- 1
이랑조성· 비닐피복	경)배토기 트)휴립피복기	경운기용 -	1 -	- 트랙터용	- 1
이식	이식기	공동이용	(1)	전용기	1
방제	동력분무기	경운기용	1	트랙터용	1
관수	양수기 스프링쿨러	선택적 이용	1 1set	선택적 이용	1 1set
운반	경)트레일러	경운기용	1	트랙터용	1

주) 멀칭을 하지 않고 재배하는 지역에서만 파종기와 이식기 적용 가능

각 규모별로 기계화모델로 작업했을 때의 기계이용비용과 노동투하시간을 비교하였다. 이때 각 작업공정별 작업수단은 표 15와 같다.

표 15 작업공정별 작업수단

구분	작업공정별 작업수단			
	퇴비살포	비료살포	경운, 정지, 이랑조성	비닐피복
경운기 중심	트레일러+인력	트레일러+인력	쟁기+로타리+배토기	인력
트랙터 중심	로더+퇴비살포기	비료살포기	플라우+로타리+배토기	휴립피복기

2) 작업공정별 기계작업비용 및 노동투하시간

2ha 규모에서 기계화모델로 작업했을 때의 기계이용비용은 트랙터로 작업했을 때의 2분의 1 수준이나 임작업료 보다는 비용이 더 많이 드는 것으로 나타났다. 그러나 경운기의 기계이용비용 중 자가노력비가 차지하는 비중이 77%에 달하고 있다는 점을 감안하면 자기노동력 활용 차원에서는 경운기로 작업하는 것이 더 경제적인 것이다. 노동투하시간은 트랙터의 7배 이상이며 조사농가 평균치의 130% 정도로 노동투하는 더 많은 것으로 나타났다.

10ha 규모에서 기계화모델로 작업했을 때 기계이용비용은 임작업료의 3분의 2 정도이며 노동투하시간도 농가평균의 5분의 1수준으로 기계화로 인한 비용 및 노력 절감효과가 많은 것으로 나타났다.

표 10 2ha 규모의 기계이용비용 및 노동투하시간

작업공정	기계이용비용(천원)					노동투하시간(시간)		
	경운기	자가노력비	트랙터	자가노력비	임작업료	경운기	트랙터	농가평균
퇴비살포	953 (100)	810 (85)	2,245 (236)	208 (22)	540 (57)	144 (100)	10 (7)	82 (57)
비료살포	159 (100)	135 (85)	267 (168)	10 (6)	100 (63)	28 (100)	2 (7)	24 (86)
경운·정지 ·이랑조성	882 (100)	638 (72)	1,806 (205)	159 (18)	1,200 (136)	116 (100)	28 (24)	86 (74)
비닐피복	468 (100)	312 (67)	865 (185)	60 (13)	300 (64)	100 (100)	14 (14)	100 (100)
계	2,462 (100)	1,895 (77)	5,183 (211)	437 (18)	2,140 (87)	388 (100)	54 (14)	292 (75)

표 11 10ha 규모의 기계이용비용 및 노동투하시간

작업공정	기계작업비용(천원)			노동투하시간(시간)	
	트랙터	자가노력비	임작업료	트랙터	농가평균
퇴비살포	3,205 (100)	1,040 (32)	2,700 (84)	50 (100)	410 (820)
비료살포	313 (100)	48 (15)	500 (160)	10 (100)	120 (1200)
경운·정지 ·이랑조성	2,591 (100)	794 (31)	6,000 (232)	140 (100)	430 (307)
비닐피복	1,159 (100)	301 (26)	1,500 (129)	70 (100)	500 (714)
계	7,268 (100)	2,183 (30)	10,700 (147)	270 (100)	1,460 (541)

4. 요약 및 결론

양파재배의 기계화를 촉진하기 위하여 양파주산지인 무안, 창녕, 의성 지역의 양파재배 농가를 대상으로 작업공정별 작업수단 및 노동투하 등에 대한 현지조사를 실시하고 그 결과를 기초로 재배규모별 기계화모델을 개발하고 기계이용비용 및 노동투하시간을 분석하였다.

가. 조사대상 농가의 노동력은 평균 2.2명, 영농규모는 논 1.7ha, 밭 1.6ha이었으며 경운기는 농가당 1대 이상씩 트랙터는 농가당 0.4대를 보유하고 있는 것으로 나타났다.

나. 10a당 노동투하시간은 206.6시간이었으며 이 중 정식과 수확작업에 60% 정도가 투입되는 것으로 조사되었으며 퇴비살포, 비료살포, 비닐피복, 정식, 수확 작업 등은 인력으로, 경운정지는 트랙터로, 방제, 관수, 운반 작업은 주로 경운기로 하고 있었다.

다. 기계화모델의 규모를 개별농가규모인 2ha와 주산지 공동이용조직규모인 10ha의 두 가지로 결정하고 모델에 투입될 기종을 선정한 후 이들 기종에 대해 손익분기규모와

부담면적을 구한 결과 경운기는 0.7ha, 7.0ha, 트랙터는 4.6~7.0ha, 18.3~21.9ha로 나타나 2ha규모는 경운기 위주로, 10ha규모는 트랙터 위주로 모델을 결정하였다.

라. 2ha규모 모델의 기계이용비용은 트랙터보다는 작테 드나 임작업료보다는 많이 들고 노동투하시간은 트랙터나 농가평균보다 더 많은 것으로 나타났으며 10ha규모 모델의 기계이용비용은 임작업료의 3분의 2수준, 노동투하시간은 농가평균의 5분의 1수준인 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 농림부. 1995. 농업총조사
2. 농림부. 1996. 농산물생산비통계
3. 농림부. 1998. 업무자료
4. 농업기계화연구소. 각년도. 농업기계평감시험연보
5. 농촌진흥청. 1996. 작목별 작업단계별 노동력 투하시간
6. 농촌진흥청. 1996. 표준영농교본-채소재배
7. 박석호, 박원규, 주경노, 강창호. 1998. 수도작의 영농규모별 기계화모델 개발. 한국농업기계학회 동계학술대회 논문집 3(1)
8. 신승엽, 송춘중, 이용복, 정성근, 이성현, 김주희. 1993. 양파재배 기계화작업체계연구. 농업기계화연구소 시험연구보고서
9. 정창주·김경옥. 1997. 농작업기계학원론. 서울대학교출판부. 서울
10. 한국농업기계학회, 한국농기계공업협동조합. 1998. 농업기계연감
11. 岡村俊民. 1991. 農業機械化の基礎. 北海道大學圖書刊行會