마늘재배 일관기계화 실용화 연구

Study on mechanization of garlic cultivation

이채식*	정성근*	조남홍*	이영희*	최덕규*
정회원	정회원	정회원	정회원	정회원
C.S.Lee	S.G.Jeong	N.H.Cho	Y.H.Lee	D.K.Choi

1. 서론

마늘은 재배면적이 44.9천ha('00)로 고추와 더불어 농가소득을 높이는 주요한 작물이다. 1999년 우리나라의 마늘 생산량은 483,778톤으로 세계 마늘생산량의 5.2%를 차지하고 있으며, 중국, 인도에 이어 세계 3위의 생산국이다. 또한 1인당 연간 마늘소비량은 '80년 3.9kg이었으나, '00년도에는 7.0kg으로 계속 증가되고 있다. 그러나 최근 값싼 중국마늘의 수입으로 국내 마늘생산이 크게 위축되고 있다. 마늘재배에 소요되는 총 노동투하시간은 한지형 마늘의 경우 10a당 217.3시간('96)으로 종자준비 18.1%, 파종 15.5%, 비닐피복 및 복토 8.2%, 수확 11.8%, 선별 및 포장 9.3% 등으로 경운·정지, 비닐피복, 방제를 제외하고는 대부분 인력작업에 의존하고 있어 재배면적확대와 생산비 절감을 위해서는 마늘재배의 일관기계화가 시급한 실정이다. 이에 마늘 생산 일관기계화를 위하여 종자준비에서부터 통마늘선별까지 기계를 농가현장에 적용하여 이용기술확립과 개량보완사항 발굴하여 실용화를 촉진하고자 마늘재배의 일관기계화 실용화 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

마늘재배 일관기계화시스템 실용화를 위하여 농업기계화연구소에서 개발한 마늘쪽분리기, 마늘쪽선별기, 경운기용 마늘파종기, 승용관리기용 마늘직립파종기, 마늘줄기 절단기, 통마늘선별기와 생산업체에서 판매하고 있는 트랙터용 마늘수확기를 표 1과 같이 의성, 남해, 제주, 무안 등 4개소 농가에 투입하여 작업별 작업성능 및 정도, 관행작업체계, 투하노동력, 농가반응, 개량보완점 등을 조사 분석하였다.

표 1. 농가시험 실시현황

구분	시험장소 및 일시	공 시 기 종	제 작 회 사
마늘 쪽분리·선별	○남해 : 10.18	마늘쪽분리기 마늘쪽선별기	○영우엔지니어링
	○의성 : 11.9		
파 종	○제주 : 9.5	경운기용, 승용관리기용	○경운기용마늘파종기 : 영동농기구제작소 ○승용관리기용 직립 파종기 : 성원에이텍
	○무안 : 9.26	승용관리기용	
	○남해 : 10.18	승용관리기용	
	○의성 : 11.9	경운기용, 승용관리기용	
수 확	○남해 : 5.28	트랙터용	○성원
	○의성 : 6.13	트랙터용	○두루기계통상
마늘줄기절단	○남해 : 6.7	마늘줄기절단기	○우양산기
	○의성 : 8.1		
통마늘 선별	○남해 : 6.7	마늘선별기	○평화엔지니어링
	○의성 : 8.1		

* 농업기계화연구소

3. 결과 및 고찰

가. 작업별 시험결과

1) 마늘쪽 분리·선별작업

마늘쪽 분리작업은 노력이 많이 드는 힘든 작업으로 공시된 기종은 가격이 싸고 소형 경량인 농가 보급형으로 '01년 농업기계화연구소에서 개발되었다. 마늘쪽 분리기는 통마늘을 1쪽 또는 2~3쪽으로 분리하고 펜으로 1차 선별해주는 기계이며, 마늘쪽 선별기는 쪽분리된 종구용 마늘을 크기별로 3단계로 선별해준다. 농가시험결과 작업성능은 마늘쪽 분리기와 선별기가 각각 10a당 1.2시간이 소요되었으며 손상률은 건조후 분리작업시는 0.8%, 미건조 분리가 1.8%로 양호한 것으로 나타났다. 농가의 호응도는 매우 높았으며 '01년 의성 등에 60여대가 보급되었으며 '02년도에는 확대보급될 것으로 전망된다.

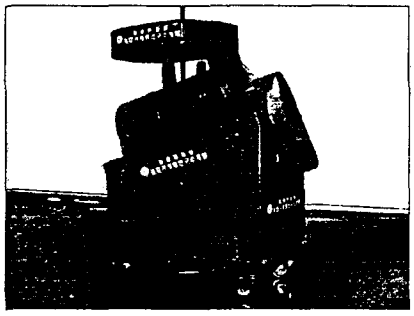


그림 1. 마늘쪽 분리기

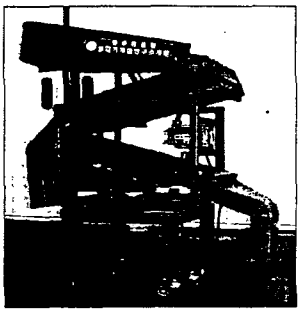


그림 2. 마늘쪽 선별기

2) 마늘 파종작업

마늘파종작업은 시간이 오래 걸릴 뿐 아니라 힘이 들고 파종간격도 일정하지 않아 기계화가 시급한 작업이다. 공시된 기종은 경운기용 마늘파종기와 승용관리기용 마늘직립파종기 2기종이다.

가) 작업성능 및 정도

경운기용 마늘파종기는 한지형 마늘파종에 많이 사용되며 한번에 5줄씩 심을수 있는 기종으로 마늘이 대부분 뉘어져서 파종되고 깊이조절이 가능하며 작업성능은 10a당 2시간이 소요되어 인력작업의 17배 능률적이다. 승용관리기용 직립파종기는 7조 파종되고 마늘의 둥근부분이 밑으로 오도록 직립파종되는 기계로 3-4㎝ 길이로 파종되며 직립상태가 양호하고 작업성능은 10a당 1시간으로 인력대비 30배 능률적인 것으로 나타났다. 또한 공시기로 모두 제주, 무안, 남해 등 농가포장에 파종한 마늘의 생육상태가 양호하였으며, 결주율은 3~4%(제주)로 인력파종시와 비슷하였다.

나) 농가반응

○ 제주

승용관리기용 직립파종기는 작업성능 및 직립파종이 잘되고 생육상태가 좋아 농가 호응도가 높았으며 제주지역 재배양식에 맞도록 트랙터 부착형(두둑너비 157㎝에 13조)으로 제작하면 많은 농가에서 구입할 것으로 판단되며 경운기용 마늘파종기는 직립이 안되어 파종 연시할 때에는 부정적 반응이었으나 파종 후 생육이 좋아 수확까지 본 후 재평가하기로 하였음.

○ 무안, 남해

승용관리기용 직립파종기는 작업성능이 높고 직립파종상태가 양호하며 생육상태가 좋아 무안에서는 파종농가 및 인근 농가도 구입을 원하였음.

○ 의성

한지형 마늘을 뉘어서 깊이 심는 지역으로 경운기용 마늘파종기는 작업성능이 높고 결주가 적으며 작업이 용이하여 실용적인 것으로 평가하였으며 한지형 마늘재배 지역에 확대 보급될 전망임

다) 지역별 관행 파종작업 체계

○ 제주

마늘 재배양식은 두둑너비가 157㎝이며 조간x주간은 11x15㎝(13조)이다. 파종작업체계는 "트랙터로타리+트랙터로타리 동시 파종골내기+ 마늘 뿌리기(인력)+인력파종 및 복토+비닐피복 및 줄기유인" 방식으로 재배하고 있다

○ 무안

마늘 재배양식은 두둑너비 200㎝이며 유공비닐을 사용하고 조간x주간은 11x18㎝(15조)으로 파종작업체계는 "트랙터로타리+유공비닐피복+인력파종"이며 파종깊이는 마늘의 ½~⅓이 지표면위로 나오도록 심음

○ 남해

마늘 재배양식은 두둑너비 200㎝, 조간x주간 11x15㎝(13조)로 파종작업체계는"트랙터로타리+로타리동시배수구+인력파종골(단방향)+인력파종 및 복토+비닐피복 및 줄기유인"방식임

○ 의성

재배 재배양식은 두둑너비 330 또는 360㎝, 조간x주간 : 14x11~12㎝이며, 파종작업체계는 "트랙터로타리+관리기 파종골내기(장방향)+인력파종+관리기로 복토하며 다음파종골 내기+비닐피복 및 줄기유인"방식임

그림 3. 직립파종기

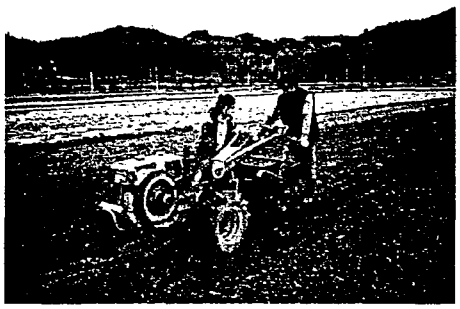


그림 4. 경운기용 파종기

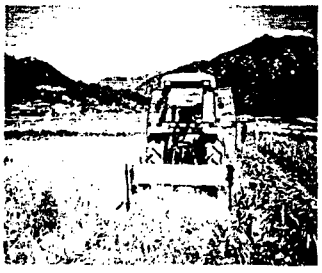
3) 마늘 수확작업

마늘은 지역별로 재배양식이 다양할 뿐 아니라 비닐피복재배를 하고 있어 완전한 기계수확이 어려우므로 굴취기 형태로 보급되고 있다. 공시된 마늘수확기는 성원에이텍과 두루기계에서 생산 보급되고 있는 트랙터용 마늘수확기로 인력으로 마늘을 뽑고 수집하기 쉽게 마늘 밑부분의 흙을 절단하여 주는 기계이다.

마늘은 난지형과 한지형 또는 지역에 따라서 수확방법이 다르다. 난지형인 경우 대부분 얕게 재배하므로 인력수확이 용이하여 기계굴취의 효과가 적음에 비하여 의성 등 한지형 마늘인 경우 깊게 재배하므로 인력으로 바로 뽑기는 힘들며, 줄기절단 등 손상 우려로 기계수확이 필요하다. 남해의 경우 작업성능은 20.4시간/10a(굴취 24분, 인력으로 뽑아 깔아놓기 20시간)로 인력수확 24시간/10a에 비하여 큰 노력절감효과는 없었으나 기계굴취 후 인력뽑기는 힘이 덜 들어 작업이 용이하였다.

마늘수확작업체계는 난지형(남해)인 경우 "인력뽑기+포장건조(7일정도)+줄기묶기+줄기절단+뿌리절단

+선별+포장"방식이었으며 한지형(의성)에서는 "토양절단+인력뽑기 및 줄기묶기+건조장건조+줄기절단 및 선별"방식이었다. 한편 마늘수확기는 토양의 수분함량이 많으면 굴취된 마늘과 흙이 마늘수확기의 진동판에 걸려 작업상태 불량하므로 마늘과 흙의 이송이 원활토록 진동판 형상 및 적정 진폭 등이 구명되어야 할 것으로 판단되었다.



<트랙터용수확기>

<굴취후 수확작업>

<인력수확>

그림 5. 마늘 수확작업

4) 마늘 줄기절단 작업

난지형 마늘은 뽑은 마늘을 비닐 위에서 일정기간 햇볕에 말린 후 단기간(1~2주)내에 줄기절단작업을 완료해야하므로 노동력이 없어 싼값에 밭떼기 판매하는 실정으로 기계화가 시급하다. 그러나 한지형 마늘은 대부분 줄기를 절단하지 않고 묶어서 판매하고 있으며, 수매용은 줄기를 자르나 작은 마늘만을 선별하여 줄기를 절단하므로 기계화의 시급도는 떨어짐

표 2. 줄기 절단기 시험결과(남해)

구 분	기계작업	인력작업	비 고
작업성능	66접/시간·2인	11접/시간·인	공급숙달정도에 따라 성능이 좌우되므로 작업자의 숙련도를 요함 (비숙련 여성의 작업 성적임)
작업정도	보통 (절단길이 2~4cm)	양호	
취급조작	쉽고 능률적임	작두로 자르고 수집하므로 장시간 작업시 힘듬	
농가반응	기계성능, 작업의 편리성, 가격 등에서 만족		

5) 통마늘 선별작업

마늘은 줄기를 절단한 후 크기별로 선별하여 출하하도록 되어있으나 인력선별에 의한 선별 불균일로 상품성이 저하되고 있는 실정이다. 공시된 통마늘 선별기는 부채꼴 형상선별식으로 선별가이드를 장착하고 선별봉에 나선 형태의 철선을 감아 절단한 마늘줄기의 길이에 관계없이 5등급으로 균일하게 선별할 수 있으며, 선별성능은 시간당 650kg으로 인력 선별작업에 비해 약 11배 정도 능률적인 것으로 나타났다. 통마늘 선별기의 개량보완점으로는 기계가 크고 무거워 이동이 곤란하므로 이웃농가와 공동사용이 힘들어 선별등급을 3~4단계로 줄이고 소형 농가보급형으로 제작이 필요한 것으로 판단되었다.

나. 마늘재배 일관기계화에 의한 노동투하시간과 비용

마늘재배 일관기계화로 종자준비부터 통마늘 선별까지 주요작업을 일관 기계화하였을 때 투입된 주요작업의 노동투하시간은 표 3에서와 같이 경운기용 파종기 이용시 121.8시간/10a, 승용관리기용 직립파종기 이용시에는 109.8시간/10a로 나타나 관행에 비하여 75~76%의 노력절감효과가 있는 것으로 나타났다.

표 3. 마늘재배 일관기계화작업(쪽분리, 파종~선별) 노동투하시간

(단위 : 시간/10a)

구분		쪽분리	쪽선별	파종	수확	줄기절단	선별	계
한지형 마늘	기계화 (경운기용파종기)	1.2	1.2	2	20.4	2.3	1.6	28.7
	인력	21	7.7	33	24	18.7	17.4	121.8
난지형 마늘	기계화 (직립파종기)	1.2	1.2	1	20.4	2.3	1.6	27.7
	인력	21	7.7	21	24	18.7	17.4	109.8

또한 마늘재배 일관기계화시 손익분기 규모는 재배면적이 1ha 정도이며 재배규모별 기계이용비용은 3ha재배시 경비절감효과는 44~53%의 경비절감 효과가 있는 것으로 나타났다.(표 4.)

표 4. 마늘재배 규모별 일관기계화 기계이용비용(쪽분리, 파종~선별)

구 분		마늘재배규모별(ha)				
		1	2	3	4	5
한지형마늘	기계화작업 (경운기용 파종기)	천원 4,260	5,839	7,452	9,072	10,693
	관행	5,299	10,598	15,897	21,196	26,496
난지형마늘	기계화작업 (직립파종기)	5,059	6,488	8,038	9,595	11,156
	관행	4,771	9,542	14,313	19,084	23,856

4. 요약 및 결론

가. 작업별 시험결과

1) 마늘쪽 분리·선별작업

- 마늘쪽 분리기는 통마늘을 1 또는 2~3쪽으로 분리하여 1차 선별하고, 마늘쪽 선별기는 분리된 마늘을 3단계로 선별되며 작업성능은 시간당 60접 이상을 분리 및 선별할 수 있다
- 개발된 마늘쪽 분리기와 선별기는 소형 경량이며 취급조작이 편리한 기종하고 작업성능이 높고 손상률이 적어 '01년도에 60대가 농가 보급되었으며 '02년도에는 확대 보급될 전망이다.

2) 파종작업

- 작업성능은 경운기용 파종기 2시간/10a, 승용관리기용 직립파종기는 1시간/10a으로 능률적이었으며 작업정도와 생육상태가 양호하였다.

o 지역별 파종작업 체계

난지형 마늘 파종은 직립파종을 하며 제주, 남해 등은 마늘을 파종한 후 10~11월 줄기가 자랐을 때 무공비닐을 피복하고 줄기를 유인하며, 무안은 유공비닐을 피복하고 구멍에 마늘의 1/2 또는 2/3만 묻히도록 파종하며 별도의 줄기유인 작업은 하지 않는다. 의성지역의 한지형 마늘은 트랙터로 쇄토정지후 보행관리기로 골을 내고 인력으로 마늘을 놓으면 관리기가 다음 골을 내면서 복토하는 체계이다.

3) 마늘 수확작업

마늘 수확기는 난지형 마늘 수확에는 효과가 적으나, 한지형과 같이 깊게 파종하여 인력으로 뽑기 어려운 재배지역에서는 필요한 기종이며, 토양수분이 많으면 굴취된 마늘과 흙이 진동판에 걸려 작업상태가 불량하므로 마늘과 흙의 이송이 원활토록 진동판 형상 및 적정 진폭 구멍이 요구됨

4) 마늘줄기 절단작업

난지형 마늘은 포장에서 건조후 단기간(1~2주)내에 줄기절단을 해야하므로 기계화가 시급하나 한지형 마늘은 아직도 대부분 줄기를 자르지 않고 묶어서 판매하고 있어 기계화의 시급도는 떨어짐

5) 마늘 선별작업

마늘선별기는 작업성능이 높고 5등급으로 균일 선별되었으며 손상도 없었으나, 기계가 크고 무거워 이동이 곤란하고 가격이 비싸므로 선별등급을 3~4단계로 줄이고 소형 농가보급형으로 개량제작이 요구됨.

나. 마늘재배 일관기계화에 의한 노동투하시간과 비용

종자준비부터 통마늘선별까지의 일관기계화로 투입된 주요작업의 노력은 75~76%가 절감되고, 재배규모 3ha기준시 비용은 44~53%절감되었음.

5. 참고문헌

1. 농촌진흥청. 1996. 작목별 작업단계별 노동력투하시간
2. 단양마늘시험장. 2000. 마늘산업의 경쟁력 제고 방안, 심포지엄 자료
3. 통계청, 2000, 농산물 생산비 통계