

과제구분	기관고유	수행시기	후반기	
어젠다코드	4-1-1	기술분야 및 품목표준코드	C05 VC04120101	
과제명		수행기간	과제책임자	
양파 기계정식·수확을 위한 무멀칭 재배기술 확립		'19~'20	경상남도농업기술원 (양파연구소)	이종태
1) 양파 무멀칭재배에서 월동기 부직포 피복기술 개발		'19~'20	경상남도농업기술원 (양파연구소)	이종태
2) 양파 무멀칭재배에서 관수관리 연구		'20	경상남도농업기술원 (양파연구소)	이종태
3) 양파 무멀칭재배에서 잡초관리 연구		'20	경상남도농업기술원 (양파연구소)	이미진
색인용어	부직포, 관수, 잡초, 기계화, 양파			

#### 양파 무멀칭재배에서 관수관리 연구

#### Effect of Irrigation under Non-mulched Onion Production for Mechanical Transplanting

Jong-Tae Lee<sup>1\*</sup>, Byoeng-Gyu Min<sup>1</sup>, Mi-Jin Lee<sup>1</sup>, Jin-Seong Moon<sup>1</sup>, Jae-Cheol Seo<sup>1</sup>,  
In-Jong Ha<sup>1</sup>, Young-Ho Chang<sup>2</sup>, Ju-Yeon Kim<sup>1</sup> and Hyang-Mi Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Onion Reserch Institute, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services,  
Changnyeong, Korea

<sup>2</sup>Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju, Korea

**ABSTRACT** : We evaluated onion (*Allium cepa* L.) bulb productivity as affected by furrow irrigation under plastic mulch and nonwoven polypropylene covering in winter under no mulch to extend mechanical transplanting and harvest in South Korea during the 2019/2020 growing season. Treatment consisted of irrigation criterion -30 kPa, -60 kPa at soil moisture tension and no irrigation as a check. The field experiment was conducted in randomized block design with three replications. Soil temperature was not significantly different between plastic mulch and no mulch under nonwoven polypropylene covering during overwintering, but after removing the polypropylene, the temperature under plastic mulch was higher than under no mulch. Soil moisture content began to decrease after mid-March. The soil moisture content had a big difference as affected by rainfall and air temperature in April and May, and once or twice furrow irrigation did not significantly increase soil moisture content. Onion growth was slightly positively affected by irrigation under non-mulched cultivation but negatively affected by irrigation under plastic mulch cultivation. Marketable onion bulb yield at -30 kPa irrigation criterion under no mulch was 8,927 kg/10a, which was higher than no irrigation, while under plastic mulch, the yield was not different among treatments. In

conclusion, furrow irrigation at -30 kPa should increase onion bulb yield for non-mulched mechanical transplanting.

**Key words** : Nonwoven polypropylene, mechanical transplanting, irrigation, *Allium cepa* L.

## 1. 연구목표

양파(*Allium cepa* L.)는 분류학상으로 수선화과(*Amaryllidaceae*), 부추아과(*Allioideae*), 부추속 작물(*Allium*)에 속하며, 세계적으로 중요한 채소 중의 하나로 주로 조미용으로 이용되고 있다(Brewster, 2008). 우리나라에서 90% 이상 재배되는 양파는 중일계이며, 재배 방식은 9월 상순~ 중순에 파종을 하여 10월 하순~ 11월 상순에 정식을 하고, 겨울을 보낸 후에 2월 이후에 다시 영양생장을 시작하며, 4월 하순~ 5월 상순에서 구가 비대하기 시작하고 5월 하순~ 6월 상순에 도복을 시작하여 6월 중순에 수확한다(최, 2018; 이, 2015). 양파 재배면적은 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 2018년에 전국 재배면적은 26,425ha로 최고점에 이른 후에 2019년에 21,777ha로 급격히 감소하였다(통계청, 2019).

양파 영농규모는 1ha 이상인 농가의 비율이 2010년에 6.0%에서 2015년 5.6%로 감소하였고, 60세 이상의 경영주의 비율은 같은 기간에 62.3%에서 69.7%로 증가하였다(통계청, 2019). 양파 생산에 투입되는 총 생산비는 10a당 2010년에 1,422천원에서 2019년에 2,533천원으로 78.1% 증가하였으며, 특히 노동비는 같은 기간에 10a당 604천원에서 1,370천원으로 126.8% 증가하였다(통계청, 2019). 양파 생산과정에서 기계화율은 경운·정지 99.9, 방제 97.3%, 비닐피복 76.6%로 높으나 파종·정식 13.1%, 수확 24.2%로 매우 낮다(통계청, 2019). 최근 일본에서 개발한 4조식, 왕복 8조식 양파 자동정식기가 국내에 수입·보급되고 있으며, 국내에서도 비닐멀칭 상태에서 정식이 가능한 6조식 양파 자동정식기가 개발되어 국내 보급이 증가하고 있다. 양파 정식기계 보급은 2015년에 120대에서 2019년에 약 600대로 매년 100여대씩 증가하고 있으며, 정식 인력 수급의 어려움과 생산비 절감을 위하여 꾸준히 증가할 것으로 전망된다. 수확작업의 기계화는 일부 농가에서 시도되고 있으나 잎 절단, 비닐제거, 굴취, 수집, 운반 등 많은 과정을 거치는 작업으로 각 작업에 필요한 기계의 구입비용이 크고, 기계 수확 과정에서 양파 구의 충격로 인한 품질 저하와 저장성 하락으로 보급이 늦어지고 있다. 미국, 유럽, 일본 등의 양파 생산지는 파종, 정식 및 수확작업의 기계화율이 매우 높으며, 공통적인 특징으로 무멀칭 재배방법을 택하고 있다.

무멀칭재배의 상품수량은 같은 시기에 정식하였을 때 투명멀칭과 흑색멀칭 재배와 비교하여 각각 40.3% 38.8% 감소하였다(Suh and Kim, 1991). 최근 기온 상승으로 인하여 월동기에 부직포로 보온 피복을 하였을 때 멀칭 종류에 관계없이 10월 20일과 11월 5일 정식구에서 분구와 추대 등 비상품 수량이 증가하였으며, 무멀칭 재배에서도 만기 정식인 11월 20일 정식구에서 상품수량이 증가하였다(Lee *et al.*, 2018).

무멀칭 재배는 비닐 멀칭 또는 피복재배에서보다 월동기 동안의 지온이 낮고, 토양 수분의 증발이 많고, 잡초관리에 어려움이 있으나, 비닐을 사용하지 않음으로써 정식과 수확작업의 기계화를 촉진할 수 있다. 또한, 최근 지구온난화에 의한 온도 상승과 월동기 부직포 피복기술의 확립으로 무멀칭 재배에서 생산성을 높일 수 있었다. 따라서 본 연구의 목적은 양파 무멀칭 기계정식 월동기 부직포 피복 재배에서 관수시기가 양파 생육과 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

본 시험은 경남 함양군 함양읍 백천리 1393-1번지(북위 35° 52', 경도 127° 77')에 위치한 농가포장에서 2018/2019년과 2019/2020년 2년간 수행하였다. 시험 포장의 토성은 표토는 양토이고 심토는 사양질이며, 배수등급은 약간 불량한 토양이다. 시험에 사용한 품종은 찬스볼(중만생종)이었다. 시험구 처리는 멀칭구와 무멀칭구에 대하여 각각 관수시기를 토양 수분장력 -30kPa과 -60kPa을 두었으며, 무관수구를 대조구로 하였다. 무멀칭구는 월동기에 부직포를 2018년 12월 10일에 피복하였고 2019년 2월 14일에 제거하였다.

2019년 9월 9일에 펠렛종자를 446공 육묘 트레이에 파종기(OSE-12KR, 죽암엠앤씨)로 파종하였으며, 2019년 11월 3일에 왕복 8조식 양파 정식기(JOPR-4/8, 죽암엠앤씨)를 사용하여 정식하였고 2020년 6월 4일에 처리별로 수확하였다.

시험구획은 양파 묘를 정식하기 10일전에 준비하였다. 퇴비와 비료는 농가 관행에 준하여 하였으며, 고자리파리 유충과 선충 피해 예방을 위하여 살충제와 살선충제를 살포하였다. 본포의 두둑은 일괄 휴림 피복기를 이용하여 두둑 1.20m, 고랑 0.50m, 두둑 높이 0.20m로 하였다. 양파 묘는 각 두둑에서 조간 14mm, 주간 14mm 간격으로 8줄로 정식하였으며, 평균 주수는 33.6주/m<sup>2</sup>이었다. 정식 후에 담수관수를 1회 하였으며, 그 외 병해충, 배수관리 등은 농가 관행에 준하여 하였다.

양파 생육조사는 엽 생육중기인 4월 20일과 구 비대 중기인 5월 20일에 각 처리별로 10주를 채취하여 엽수, 초장, 구경을 조사하고 뿌리, 구, 잎으로 절단하여 각 생체중을 달았다. 수량조사를 위해서 양파 식물체의 도복이 90% 이상 이루어지고 잎의 30% 이상이 말랐을 때 각 시험구별로 1.90m<sup>2</sup>의 면적(64구)에 있는 양파를 수확하였으며, 64구에서 수확한 양파 구를 뺀 수의 백분율을 결주율로 하였다. 수확한 양파는 구와 잎으로 분리하여 잎의 총 무게는 포장에서 바로 측정하였고, 분구, 추대 및 부패구는 포장에서 무게를 달고 비상품구로 분류하였으며, 건전구는 창고로 운반하여 2주 정도 건조 후에 개별적으로 무게를 달았다. 상품수량은 구경을 기준으로 하여 소구(60mm 이하), 중구(60~80mm), 대구(80mm) 이상으로 분류하여 각 크기별로 수량을 환산하였다.

## 3. 주요결과

월동기에 부직포를 피복한 시기 동안에는 멀칭구와 무멀칭구의 토양 온도는 비슷하였으나, 부직포를 제거했던 2월 중순 이후부터 3월 하순까지는 멀칭구의 토양 온도는 무멀칭구보다 약 3°C 높았고, 그 이후에도 약간 높게 유지되었다(그림 1). 5월 상순에 토양수분 장력 -30kPa 관수처리가 무관수 구보다 토양온도가 약간 낮아졌으나 4월 중순 관수처리는 처리 간 차이가 나지 않았다.

멀칭구의 토양 수분장력은 월동기 동안에 0kPa에 가깝게 낮았고 무멀칭구의 수분장력도 일시적으로 증가하는 경향을 보였으나 3월 중순까지는 뚜렷한 증가세를 보이지 않았다. 3월 12일부터 4월 10일까지 강수량은 10mm 정도로 낮았기 때문에 멀칭구와 무멀칭구 모두 수분장력이 증가하였고 처리별 관수와 4월 18일과 20일에 강수가 약 60mm 내리면서 수분장력은 다시 0kPa에 도달하였고, 4월 22일 이후에 온도가 올라가면서 다시 수분장력이 급격히 올라가는 양상을 보였다, 5월부터는 강수의 유무에 따라 수분장력의 급격한 변화를 보였다.

본 시험에서 토양 온도와 기상온도, 강수 특성을 볼 때 3월 중순까지는 관수가 필요하지 않으나 3월 중순이후부터는 온도 상승으로 인한 증발량과 양파 식물체 빠른 생장으로 인한

증산량의 증가로 강수 유무에 따라 수분 부족현상이 나타날 수 있었고, 특히 양과 엽 생육이 왕성한 4월과 양과 구의 비대가 이루어지는 5월에는 10일 간격으로 10mm 이상 비가 내리지 않으면 토양수분장력이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있었다.

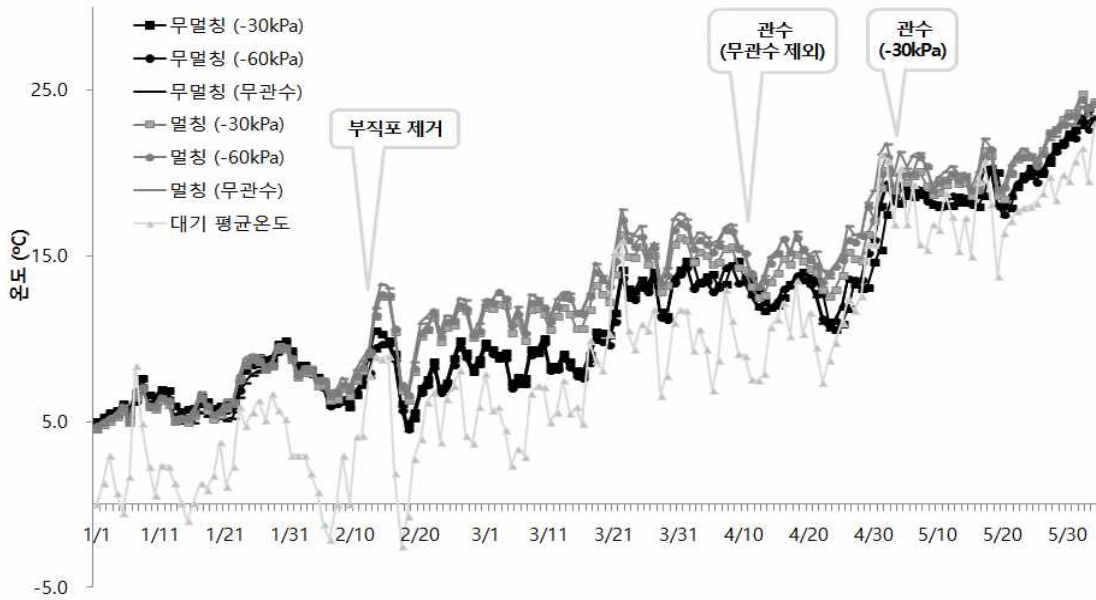


그림 1. 관수처리별 토양 온도 변화(토양 표면 10cm 깊이)

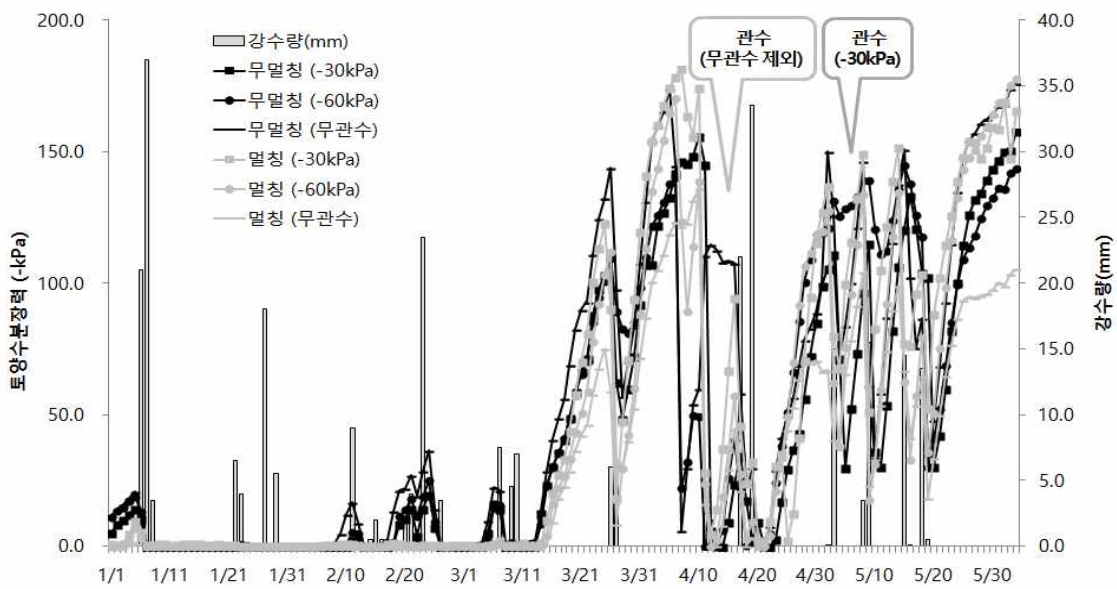


그림 2. 관수처리별 토양 수분함량 변화(토양 표면 10cm 깊이)

1차 물대기를 하고 10일 후인 4월 20일의 양과 생육 특성을 표 1에 나타내었다. 무멀칭 재배에서 관수구의 식물체 전체 생체중이 약간 증가하였으나 멀칭재배에서는 무 관수구에서 엽수, 구경, 식물체 전체 생체중이 관수구보다 컸다. 멀칭 재배조건에서 이 시기에 관수는 생육이 다소 억제된 것으로 생각된다.

표 1. 관수처리별 엽 생육중기 생육

멸칭유무	관수시점	엽수 (매/주)	초장 (cm)	구경 (mm)	구경/ 엽초경	생체중(g/주)			
						근	구	엽	전체
무멸칭	-30kPa	8.6 b <sup>z</sup>	76.1 ns	41.5 b	1.92 b	6.8 b	46.1 c	143.0 b	196.0 bc
	-60kPa	8.8 b	71.4	43.7 b	1.87 b	8.5 a	50.1 bc	139.0 bc	197.6 bc
	무 관수	8.8 b	71.0	42.7 b	1.89 b	8.8 a	45.3 c	135.6 c	189.7 c
멸칭	-30kPa	9.2 b	76.1	43.6 b	2.02 ab	5.0 c	55.1 bc	133.7 c	193.9 bc
	-60kPa	9.3 b	75.1	47.1 ab	2.17 a	4.8 c	64.3 b	139.3 bc	208.3 b
	무 관수	10.1 a	75.1	51.3 a	2.24 a	6.1 bc	80.7 a	151.0 a	237.9 a

\* 조사일 : 2020년 4월 20일

<sup>z</sup>DMRT(5%)

양과 구 비대기인 5월 20일 양과 생육 특성은 표 2에 나타내었다. 무멸칭 재배에서 2회 관수처리를 한 -30kPa 처리구의 엽 생체중이 다른 처리구보다 컸던 반면에 멸칭 재배에는 무 관수구의 구경, 구 생체중 등이 관수구보다 컸다. 무멸칭 재배에서는 관수의 효과가 있었지만 멸칭 재배에서는 관수를 통한 물 공급효과보다는 토양 과습에 의한 근권의 활력 저하로 생육이 불량해진 것으로 판단된다.

표 2. 관수처리별 구 비대중기 생육

멸칭유무	관수시점	엽수 (매/주)	초장 (cm)	구경 (mm)	구경/ 엽초경	생체중(g/주)			
						근	구	엽	전체
무멸칭	-30kPa	9.7 ns <sup>z</sup>	91.1 ns	76.7 ns	3.07 ns	4.5 b	220.7 b	206.3 a	431.6 ab
	-60kPa	8.8	90.8	75.0	3.35	4.3 b	208.8 b	159.3 b	372.4 d
	무 관수	9.5	87.3	77.3	3.12	6.0 a	219.8 b	177.3 ab	403.1 cd
멸칭	-30kPa	10.2	92.9	78.0	3.24	4.2 b	242.4 ab	176.3 ab	422.9 bc
	-60kPa	10.0	85.3	75.9	3.15	4.0 b	229.9 b	152.8 b	386.8 d
	무 관수	10.5	90.5	80.2	3.17	3.9 b	266.1 a	187.7 ab	457.7 a

\* 조사일 : 2020년 5월 20일

<sup>z</sup>DMRT(5%)

수확기의 양과 수량은 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다(표 3). 무멸칭 재배에서 -30kPa 관수구의 상품수량은 8,927kg/10a로 다른 처리구보다 많았으나 유의적인 차이는 없었고, 멸칭 재배에서는 무 관수구에서 약간 많았다. 또한 멸칭 재배의 비상품 수량은 무 멸칭 재배보다 많았다.

무멸칭 재배에서 토양 수분함량을 조사하여 물대기를 하는 것이 상품수량을 증가시킬 수

있을 것으로 보이며, 보다 명확한 효과를 구명하기 위하여 추후에 세부적인 연구가 이루어져야 될 것으로 생각한다.

표 3. 관수처리별 양과 수량

멸칭유무	관수시점	상품수량(kg/10a)				비상품 수량(kg/10a)			
		대구	중구	소구	합계	추대	분구	부패	합계
무멸칭	-30kPa	8,014 a	899 d	14 ns	8,927 ns	968 a	48 a	218 a	1,234 a
	-60kPa	6,126 c	2,231 a	41	8,398	185 c	0 c	10 c	195 e
	무 관수	6,541 c	1,697 bc	50	8,289	282 c	45 a	151 a	478 d
멸칭	-30kPa	7,134 bc	1,595 bc	11	8,741	996 a	18 b	0 d	1,014 ab
	-60kPa	6,273 c	2,181 a	64	8,518	1,036 a	0 c	63 b	1,099 ab
	무 관수	7,604 b	1,175 cd	10	8,789	889 b	0 c	38 bc	927 c

<sup>2</sup>구 크기(구 직경, cm) : 대구( $\geq 8.0$ ), 중구( $\geq 6.0$ ,  $< 8.0$ ), 소구( $< 6.0$ )

<sup>3</sup>DMRT(5%)

#### 4. 결과요약

본 시험은 무멸칭 기계정식 양파의 생산성 증대와 품질 향상을 위해 함양군에 위치한 농가포장에서 2019/2020년 재배기간에 무멸칭 기계정식 월동기 부직포 피복재배에서 관수시 시험을 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 지온은 부직포를 피복한 기간 동안은 무멸칭과 멸칭 간에 차이가 없었으나 부직포를 제거한 후에는 멸칭구에서 다소 높게 유지되었으며, 관수시기에 지온이 약간 감소하는 경향이였다.
- 나. 토양 수분함량은 3월 중순이후에 대기온도의 상승과 함께 감소하기 시작하였으며, 강수와 고온에 따른 수분함량 변화가 컸고, 관수에 의한 수분공급 효과는 크지 않았다.
- 다. 무멸칭 재배에서 엽 생육중기과 구 비대 중기의 생육은 관수 처리구가 무 관수보다 약간 좋았으나 멸칭 재배에서 무 관수의 생육이 좋았다.
- 라. 수분장력 -30kPa의 관수 처리구의 상품수량은 무멸칭구에서 8,927kg/10a, 멸칭구에서 8,741kg/10a로 다른 처리구보다 많았으나 유의적인 차이는 없었다.
- 마. 본 연구의 결과를 종합할 때, 무멸칭 기계정식에서 관수시점을 -30kPa로 하여 고랑 관수를 하는 것이 안정적인 수량 확보가 가능하고 이를 통하여 기계화 보급 확대에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 5. 인용문헌

- Brewster JL 2008. Onions and other vegetable alliums, 2nd edn. Crop production science in horticulture series 15. CABI.
- 최철구, 권영석, 김철우, 권영석, 하인종, 백창기, 김성배, 김희대. 2018. 양파. 농업기술잡지 96. 농촌진흥청.

이종태. 2015. 양파- 한 살이부터 유기농, 무경운 재배법까지. 도서출판 들녘.

Lee, J.T., Min, B.G., Kim, H.D., and Kim, J.Y. 2019. Effects of nonwoven polypropylene covering during overwintering on growth and bulb yield of intermediate-day onion. HortScience 54:303 - 310.

Suh, J.K. and Y.B. Kim. 1991. Study on improvement of mulching culture method in onion (*Allium cepa* L.): 1. Influence of mulch materials and times on growth and yield. Res. Rept. Rural Development Administration (Hort.) 33:31 - 36.

통계청. 2019. 국가통계포털. 통계청. <https://kosis.kr/index/index.do>

6. 연구결과 활용(해당 없음)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						'19	'20
2) 양파 무멀칭 재배에서 월동기 부직포 피복기술 개발	책임자	양파연구소	농업연구사	이종태	총괄수행	○	○
	공동연구자	양파연구소	농업연구사	민병규	조사분석	○	○
	공동연구자	양파연구소	농업연구사	이미진	조사분석	○	○
	공동연구자	양파연구소	농업연구사	문진성	조사분석	○	○
	공동연구자	양파연구소	기계운영	서재철	조사분석	○	○
	공동연구자	환경농업연구과	농업연구관	권진혁	결과검토	○	○
	공동연구자	연구개발국	농업연구관	장영호	결과검토	○	○
	공동연구자	양파연구소	공무직	김주연	조사분석	○	○
	공동연구자	양파연구소	공무직	이향미	조사분석	○	○
	공동연구자	기술보급과	농촌지도사	하두수	결과활용	○	○