

# 양파 정식시기별 서릿발 피해 방지 및 피해주 재이식 효과

권영석<sup>1</sup> · 최인후<sup>2</sup> · 김철우<sup>1</sup> · 최민선<sup>1</sup> ·곽정호<sup>1\*</sup> · 임용표<sup>3</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원, <sup>2</sup>국립식량과학원, <sup>3</sup>충남대학교

## Effects of planting date for the prevention of frost-pillar damage and replanting of damaged plant on onion (*Allium cepa* L.)

Young-Seok Kwon<sup>1</sup>, In-Hu Choi<sup>2</sup>, Cheol-Woo Kim<sup>1</sup>, Min-Seon Choi<sup>1</sup>, Jung-Ho Kwak<sup>1\*</sup>, Yong-Pyo Lim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Horticultural and Herbal Science, Wanju 55365, Korea

<sup>2</sup>National Institute of Crop Science, Muan, 58545, Korea

<sup>3</sup>Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

Received on 13 October 2015, revised on 27 October 2015, accepted on 10 November 2015

**Abstract :** In the year 2013, onions cultivation in Jeonnam province suffered by frost-pillar damage. To reveal the aspects of the cause and outbreak, we surveyed those damaged areas. Usually the frost-pillar damage occurred in February. But the outbreak aspect is so unforeseeable. In 2013, the damage was shown as 10.6% in onion fields including paddy fields, but no damage was noticed in 2014. The damage was noticed as 77.8% in paddy fields and 30.1% in upland. And, by the difference of the onion transplanting date, it occurred as 0.7% by the middle of November to the early of November, 22% by the middle of November and 69.0% by the early of December. If one performed the supplementary planting at 3<sup>rd</sup> week of February, the highest survival percent was observed as 53.3%. If the date is early, another frost-pillar damage was occurred. If it's late, the damaged plant was perished with dry. In any case, we found improper transplanting caused the yield decrease. Therefore, we recommend the timely transplanting is the most important way for the prevention of frost-pillar damage in the onion cultivation.

**Key words :** *Allium cepa* L., Frost pillar, Re-planting, Planting time

## I. 서론

양파는 중요한 양념채소 중의 하나로 대표적인 월동작물이다. 재배기간 중, 다양한 생리장해로 피해가 발생하여 기후변화에 따라 작황의 변화가 심한 작물이기도 하다. 2011년 월동 전 이상고온에 의한 과번무로 추대현상이 많이 발생하였고, 2015년에는 5월의 고온으로 인하여 구 비대가 불량하여 전체적인 수량 감소로 가격이 폭등하는 원인이 되기도 하였다(Lee et al., 2013). 또한 2013년에는 전남 양파 주산지를 중심으로 심한 서릿발의 피해가 보고되었다.

양파에서 서릿발은 월동기 이후 2월에 생육 재생기에 주로 발생하는데 논에서는 토양 특성상 피해가 매년 조금씩 발생하지만 밭에서는 거의 발생하지 않았다. 하지만 2013

년도에는 밭에서도 심하게 발생하여 생산량 감소의 원인이 되었다. 서릿발이란 가을재배 시, 정식한 양파 묘가 월동기 간 중에 뿌리가 땅위로 솟구쳐 올라와서 노출된 상태로 얼어 고사하는 증상으로, 발생원인은 토양이 과습하거나 배수가 잘되지 않는 토양이나 경토가 얇은 포장에서 많이 발생하며, 너무 얇은 깊이에 묘를 심거나 정식시기가 늦어질 경우 지온이 낮아 뿌리 활착이 늦어지면서 추위에 의해 발생한다. 서릿발 피해를 위해서는 정식 후 활착이 잘 이루어질 수 있도록 지역별 정식시기를 준수하고 정식 전 재배토양을 깊이 갈아 배수 등 토양환경을 알맞게 관리하는 것이 좋다고 알려져 있다. 정식 깊이는 3 cm 정도가 적당하지만 정식시기가 늦어질 경우 묘를 조금 깊이 심고 토양을 피복하여 지온을 높이도록 해야 하고, 특히 서릿발 피해는 토양이 얼었다가 녹을 때 주로 발생하므로, 세심한 관찰을 하여 일단 솟구쳐 올라온 묘는 즉시 땅을 잘 눌러주

\*Corresponding author: Tel: +82-63-238-6631

E-mail address: [jhknest@korea.kr](mailto:jhknest@korea.kr)

어 뿌리 부분이 완전히 묻히도록 복토해야 한다고 알려져 있다(Lee et al., 2011).

양파의 생육적온은 품종마다 다르지만 17°C이며, 구 비 대온도는 조생종은 15°C, 중만생종은 22°C내외가 적당하다(Brewster, 1979). 양파는 월동작물로서 저온에 견디는 힘이 강한 작물로 -6°C에서도 생존이 가능하나, -14°C에서는 고사하는 것으로 보고되었으며(Peffley et al., 1981), 저온에 견디는 저항성은 품종마다 다르다고 알려져 있다(Tronickova, 1971). 겨울철 저온은 식물체를 직접 고사시키는 것보다 토양으로부터 뿌리가 솟아오르게 되어 죽는다는 내용이 보고되었다(Gill and Waister, 1983). 국내 연구에서 양파는 8월 하순 파종, 10월 중하순 정식이 생육이 양호하고, 구중 및 수량이 많아 정식 적기라고 하였으나 서릿발에 대한 내용은 언급되지 않았다(Hahn and Choi, 1987). 양파 멀칭 재배시 조기 정식할 경우 생육과 수량은 양호하나, 추대 및 분구가 많이 발생할 가능성이 높아, 9월 5일 파종 후 35 - 45일 육묘가 좋다고 하였다(Suh and Kim, 1996).

양파와 같은 월동작물인 보리의 경우 기상재해에 의하여 수량감소가 연간 21.7% 정도이며, 감소율 중에서 한해 5.9%, 습해 5.6%로 월동기간 기상이 수량감소에 직접적인 영향을 미친다고 하였다(Cho et al., 1982). 양파 서릿발에 대한 직접적인 연구는 거의 없는 실정으로, 본 연구는 2013년 발생한 서릿발 피해의 실태를 조사하고, 발생원인과 피해주에 대한 피해 경감을 목적으로 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

서릿발 피해를 조사하기 위하여 서릿발 피해 발생이 심하였던 2013년 2월 15 - 16일에 무안, 신안, 해남, 부안, 나주 등 5개 지역을 선정하였고, 밭 94개소, 논 18개소를 조사하였다. 2014년에는 해남을 제외한 4개 지역에서 논 25개소, 밭 30개소를 조사하였다. 2014년에는 서릿발 피해가 전체적으로 발생이 거의 없어 지역수를 줄여서 조사하였다.

조사방법은 일정지역에서 양파가 재배되고 있는 농가포장에서 조사구당 100주씩 3반복으로 조사하였다. 조사기준은 피해주율이 5% 이상인 지역을 피해포장으로 하였고, 피해주율은 서릿발 발생율이 5% 이상인 지역의 피해율을 평균하여 계산하였다. 피해주율이 5% 이하인 포장은 서릿

발 피해가 발생하지 않는 포장으로 계산한 이유는 논토양의 경우 평년에도 서릿발이 약 3 - 5% 정도 발생되기 때문이다.

서릿발 피해주 재이식 및 월동묘 시험은 무안에 소재한 국립원예특작과학원 시험지(시험당시 바이오에너지작물센터)에서 수행하였으며 매일 포장에서 서릿발이 발생한 피해주를 재이식 시기에 맞게 정식하고 별도의 라벨로 표시하여 건전주와 구별하여 생육조사 및 구 특성조사를 실시하였다.

정식시기별 서릿발 피해율을 조사하기 위하여 정식시기를 10월 중순부터 10일 간격으로 12월 상순까지 하였고, 파종은 정식시기를 기준으로 55일전 역산하여 338공 플러그 트레이에 파종하였다. 시험품종은 '선파워'를 사용하였고, 파종 후 수분 유지를 위해 얇은 부직포(테크테크)를 덮었으며, 70% 정도 발아되어 묘가 1 cm 정도가 되었을 때 제거하였다. 파종 후 발아를 위하여 매일 2차례 관수를 실시하였으며 묘를 충실하게 키우기 위하여 지나치게 초장이 클 경우 2 - 3회 절단하였다. 정식 전 pH 6.5에 맞추기 위해 소석회를 2000 kg/ha 및 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 200-200-150 kg/ha를 살포하였다. 비료는 질소 및 가리의 50%, 인산질 비료는 전량 기비로 포장 전면에 골고루 살포하였다. 고자리파리 등 토양 병충해 방제를 위하여 토양살충제 싸이메트를 1 ha 당 40 kg을 포장 전면에 골고루 살포하였다. 정식전 투명 PE필름으로 멀칭한 후 재식거리는 이랑너비 150 cm(통로 30 cm)에 13줄씩 20 × 13 cm 간격으로 정식하였다. 시험구 면적은 108주를 1처리구로 하고, 난괴법 3반복으로 하였다. 2013 - 2014년 서릿발 피해 조사를 위하여 정식시기별로 시험한 작황조사 시험포에서 별도로 조사를 실시하였다. 월동묘는 전년도에 정식 후 육묘 포장에 남은 묘를 사용하였다. 기타 시비 및 재배방법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하여 재배하였다. 생육조사는 월동전 12월 상순에 1회, 월동 후 10일 간격으로 하였고, 구 특성 조사는 수확 후 건조가 이루어진 7월 상순에 실시하였으며, 조사는 각 처리 당 10개를 임의로 채취하여 실시하였다. 재이식묘에 대한 생존율 및 생육조사는 2013년 5월 28일 조사하였다.

## III. 결과 및 고찰

양파 재배 중 서릿발 피해가 발생하는 원인 및 대책을

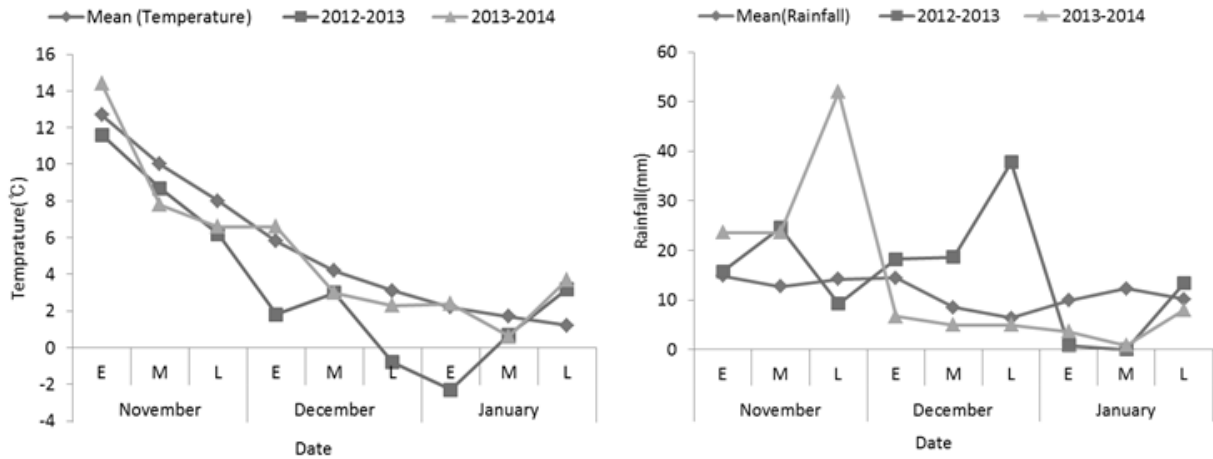


Fig. 1. Comparison of temperature and rainfall to winter weather of 2012 to 2014 in Mokpo.

Table 1. Survey of frost-pillar damage for the onion cultivation of 2013.

Year	Area	Culture type	No. of survey (ea)	No. of damaged field (ea)	Frost-pillar damage	
					Damaged field ratio <sup>2)</sup> (D.F.R, %)	Damaged plants ratio (D.P.R, %)
2013 <sup>1)</sup>	Muan	Upland	37	10	27.0	18.9
	Shinan	Upland	24	0	0	0
	Haenam	Upland	19	11	57.9	13.2
	Buan	Upland	14	5	35.7	6.8
	Naju	Paddy	18	14	77.8	14.2
	Mean		61	8.0	39.7	10.6
2014	Muan	Upland	10	0	0	0
	Muan	Paddy	10	0	0	0
	Shinan	Upland	20	0	0	0
	Naju	Paddy	10	0.1	0.1	1
	Hampyeong	Paddy	5	0	0	0
	Mean		113	0.02	0.02	0.2

<sup>1)</sup>Survey period : 2013. 2. 15~2. 16 and 2014. 3. 4~6.

<sup>2)</sup>Damaged field ratio; field that have above 5% D.P.R, Damaged plant ratio; average above 5% D.P.R fields.

위하여 먼저 서릿발 피해가 발생이 많은 2012 - 2013년과 서릿발 피해가 거의 없었던 2013 - 2014년의 월동기 기상 현황을 분석하였다(Fig. 1). 먼저 서릿발 피해가 많았던 2013년 기온은 평년보다 낮은 경향을 보였고, 특히 서릿발 피해가 나타나기 전 1월 상순까지는 낮았으나 중순이후 부터는 평년과 비슷한 경향을 보였다. 2014년 기온은 평년과 비슷한 경향을 보였다. 강수량을 보면 2012 - 2013년에는 2012년 12월에 강수량이 많았고, 1월 상순부터는 평년과 비슷하였다. 2013 - 2014년의 경우 2013년 11월에 강수량이 많았고 나머지 기간은 평년과 비슷한 경향을 보였다. 기상 조건을 종합해보면 서릿발 피해 발생이 많았던 2013

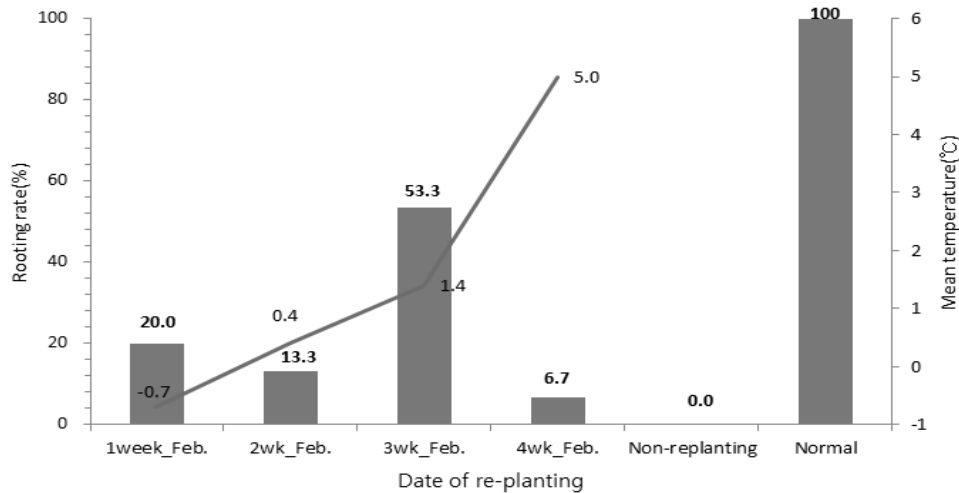
년에는 양파마늘 월동기 12월 평년대비 기온이 -1.2 - 4.0°C 낮고 강수량이 4 - 32 mm 많아 월동기의 강수량 및 저온이 양파 서릿발 피해 발생원인 중의 하나라고 생각한다.

서릿발 피해는 포장 조건에 따라 발생양상이 다르게 나타났다. 2013년 논, 밭 포장에 따른 서릿발 발생율 및 피해율을 보면 Table 1과 같다. 2013년 서릿발 피해 발생율이 나주 논 77.8%, 4지역 밭토양 평균 발생율이 30.1%로 논토양에서 발생이 많았으나 신안지역의 밭에서는 전혀 피해가 없었고, 해남은 57.9%로 높아 지역적인 편차가 큰 것으로 나타났다. 피해율을 보면 논이 14.2%로 높고 밭은 전체적

**Table 2.** Onion characteristics and yield by the frost-pillar damage.

Frost-pillar damage (Number)	Damage rate of frost-pillar (%)	Harvest plant ratio (%)	Bulb characters			Yield (kg/10a)
			Bulb height (mm)	Bulb diameter (mm)	Bulb weight (g)	
5 - 10	7.7±1.5 <sup>1)</sup>	88.6±2.1	69.1±1.4	75.4±1.7	201.6±8.1	4,394±97
11 - 20	16.1±2.1	80.0±6.4	65.8±2.1	67.6±1.8	154.3±7.8	2,859±71
21 - 30	21.5±0.6	76.6±3.9	67.0±0.2	70.3±1.3	164.9±7.3	3,218±277
31 - 40	32.1±3.1	59.9±8.1	67.6±0.9	70.7±0.7	166.8±2.5	2,719±356
41 - 50	40.4±1.0	55.1±2.8	67.1±1.8	73.4±1.4	180.5±8.9	2,632±204

<sup>1)</sup>Standard deviation



**Fig. 2.** Rooting rate of re-planting date for the frost-pillar damage prevention in the onion cultivation field of 2013.

※ Survey date of the survival plant number : 2013. 5. 28.

으로 논 보다는 피해율이 적은 경향을 보였다. 특히 신안지역은 발생하지 않았으나 무안지역은 18.9%로 나주지역의 논보다 오히려 많이 발생하였다. 평년의 경우 양파를 논토양에 재배할 경우는 논 토양 특성상 수분이 많아 서릿발 피해가 매년 약간 발생하지만 우려할 정도는 아니었다. 그러나 2013년의 경우는 논 뿐만 아니라 평년에 발생하지 않던 밭 토양에서 많이 발생하여 농가에 큰 피해가 발생되었다. 2014년에는 모든 지역에서 논, 밭 서릿발 피해가 거의 발생하지 않아 연차간 편차가 매우 큰 것을 알 수 있다. 양파와 같은 월동작물인 보리의 경우 월동기 강우량이 40 mm 이상으로 많을 경우 작황이 좋지 않았다고 보고 하였다 (Suh et al., 1986).

서릿발 피해 정도별 양파 특성 및 수량특성을 보면 Table 2와 같다. 피해주율이 7.7%일 경우 수확주수가 88.6%이지만 수량은 4,394 kg으로 2005 - 2014년 평균수량 65,300 kg/ha 보다는 적었다(MAFRA, 2015). 피해주율 40% 일

때 수확주수가 55.1%이고 수량은 26,320 kg/ha로서 정상보다 약 40% 수준이다. 수확주수가 55.1% 일 경우 수량도 약 55% 수준이 되어야 하지만 단위면적당 수확량은 적게 나타났다. 이와 같은 원인은 비록 서릿발로 식물체가 솟아오르지 않는 건전한 식물체라도 지하부의 뿌리가 서릿발 때문에 일부가 손상하였기 때문에 전체적인 생육이 불량하기 때문이라고 생각된다.

서릿발 피해주 이식시기별 생존율을 살펴본 결과 2월 3주 생존율 53.3% (1.4°C)로 기온이 비교적 따뜻할 때 빨리 재이식을 해주는 것이 생존율을 높일 수 있었다(Fig. 2). 너무 일찍 재이식 할 경우는 반복적으로 서릿발 피해를 받아서 활착이 어렵고, 너무 늦게 재이식 할 경우는 온도는 높아(5°C) 뿌리 활착은 빠르겠으나 장기간 식물체가 방치되어 건조하여 고사하므로 활착율이 떨어진다.

서릿발 피해가 발생한 피해주의 재이식 시기별 양파 생육 및 구 특성은 Table 3과 같다. 재이식 시기별 생육 특성

**Table 3.** Effects of re-planting date for the frost-pillar damage field in 2013.

Planting date	Plant height (cm)	Height stem (cm)	Leaf stem (mm)	No. of leaves (each)	Bulb height (mm)	Bulb width (mm)	Bulb weight (g)
3rd Feb	52.7 a <sup>1)</sup>	12.4 a	14.8 a	5.8 a	60.8 a	64.7 a	131.0 a
4th Feb.	45.5 ab	11.0 ab	13.3 a	5.1 a	56.4 a	61.1 a	111.7 a
1st Mar.	43.5 b	10.1 bc	12.7 ab	4.4 b	54.8 ab	56.6 a	89.6 ab
2nd Mar.	37.5 bc	8.3 c	11.7 ab	4.4 b	50.8 ab	51.1 a	71.6 ab
3rd Mar.	26.6 c	6.0 d	6.5 b	3.8 c	40.0 b	39.3 b	35.1 b
Non-damaged	33.9 c	8.3 c	13.5 a	3.8 c	58.2 a	56.4 a	95.0 a

<sup>1)</sup>Mean with same letters are not significantly different in DMRT ( $p < 0.05$ ).

**Table 4.** Survival percentage and characteristics by re-planting for the frost-pillar damaged ones.

Treatment	Rooting rate (%)	Growth characteristics <sup>1)</sup>			Bulb characteristics		
		Plant height (cm)	Neck diameter (mm)	No. of leaves (ea)	Bulb height (mm)	Bulb diameter (mm)	Bulb weight (g)
Re-planting of damaged plant	30.0 a	23.1 a	5.7 a	3.0 a	48.1	43.5	48.8 a
Seeding on over winter	96.7 b	49.0 c	14.0 c	5.3 b	58.4	62.7	120.4 c
Non-damaged	100 b	33.9 b	8.7 b	3.7 a	58.2	56.4	95.0 b

<sup>1)</sup>Survey date of growth characteristics; 2013. 5. 28, Survey date of bulb characteristics; 2013. 6. 27.

※ Survey target: re-planted onions at 3rd to 4th week of February.

을 보면 2월 중순 정식시 초장 52.7 cm, 엽수 5.8 매로 3월 중순 정식시 37.7 cm, 4.4 매 보다 양호한 것으로 나타났으며, 재이식 시기가 늦어질수록 생육이 불량한 것으로 나타났다. 구중도 비슷한 경향을 보여 2월 중순 정식이 131 g으로 3월 중순 정식 71.6 g 보다 구중이 우수하였다. 그러나 재이식으로 수확한 양파는 구중이 일반 정상적인 양파 보다는 매우 적어 상품성은 떨어진다. 피해를 줄 재이식하여도 재이식 후 새로 뿌리가 발근하여 활착하여야 하는데 이때는 온도도 저온으로 조기에 뿌리 활착이 곤란하고, 활착 후 수확까지의 생육 기간이 짧아서 정상적인 양파 구를 수확하기는 어렵다. 그러므로 서릿발 피해를 받지 않도록 사전에 재배적인 방법으로 극복할 필요가 있다.

피해주를 재이식 할 경우 정상적인 상품 생산이 곤란하므로 전년도에 육묘한 월동묘를 이식할 경우 Table 4과 같이 재이식 했을 때 생존율 30.0%에 비해 대체 월동묘를 이식했을 때 생존율 96.7%로 대체 월동묘를 이식했을 때 생존율이 높게 나타났다. 그러나 월동묘의 경우도 건전주에 비하여 활착이 늦고 생육기간이 짧아 정상적인 상품 생산은 불가능 하였다.

양파 정식시기별 서릿발 피해율은 Fig. 3과 같다. 11월 상순 정식은 0.3%, 12월 상순 정식은 69.0%로 11월 상순

이후 정식시기가 늦어질수록 서릿발 피해가 심하였다. 정식 시기가 늦을수록 서릿발 피해가 많은 것은 월동 전 충분히 뿌리가 자라지 못하고 월동하기 때문이다. 뿌리가 토양 깊숙이 뻗어 있다면 지표면 가까이에서 발생하는 서릿발에는 뿌리가 위로 솟아오르지 않으나 뿌리 활착이 불량할 경우는 토양과 함께 식물체도 솟아올라 피해가 발생한다. 그러므로 서릿발 피해를 방지하기 위해서는 적기에 정식하는 것이 매우 중요하다. 서릿발 피해를 방지하기 위해 적기에 정식하는 것이 좋으나 정식시 노동력이 많이 소요되고 일정한 시기에 집중적으로 정식이 되어 노동력 부족 문제로 늦게까지 정식하는 경향이 있다. 또한 양파 정식은 비교적 얇게 정식하는 경향이 있는데 이 경우는 뿌리가 깊이 들어가지 못하는 문제가 있다. 인력으로 심을 경우 깊이 심기가 어렵고 작업 속도가 늦기 때문에 최대한 얇게 심는 경향이 있는데 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 4 - 5 cm 정도로 깊이 심을 수 있는 기계정식에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

#### IV. 결론

본 연구는 2013년 전남지역 양파재배 중 발생한 서릿발 피해의 원인과 발생 양상을 구명하고자 수행되었다. 서릿

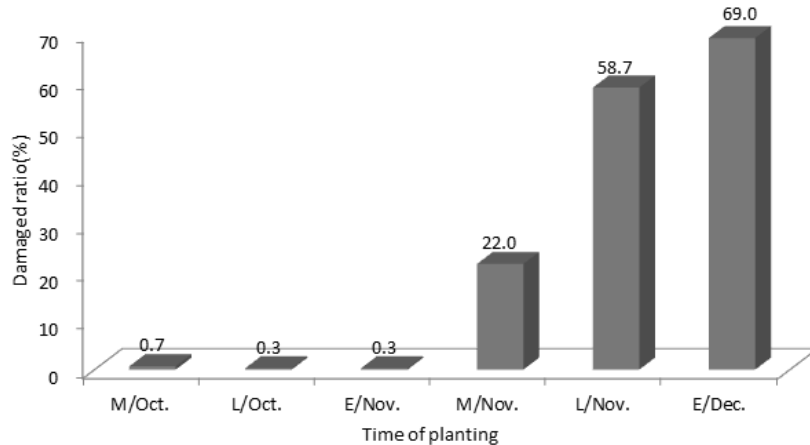


Fig. 3. Damage ratio of planting date for the frost-pillar damage prevention in the onion cultivation field of 2013.

밭 피해는 월동기 이후 2월에 주로 나타나지만, 연차 간 변화가 심하여 2013년에는 논 뿐만 아니라 밭에서도 10.6%가 발생하였으나 2014년에는 거의 발생하지 않았다. 서릿발 발생원인은 월동기인 12 - 1월의 강우량이 많고 온도가 낮을 경우 자주 발생하는 것으로 판단된다.

서릿발 피해가 나타난 포장 비율을 보면, 논 77.8%, 밭 30.1%로 논에서의 발생이 많았다. 양파 정식 시기별 발생률을 보면, 10월 중순부터 11월 상순의 적기 정식은 0.7%, 11월 중순 22%, 12월 상순 69.0%로 정식기가 늦을수록 피해가 심하게 나타났다. 적기에 정식할 경우 월동전 뿌리 활착이 양호하여 서릿발에 견디는 힘이 강하나, 늦게 정식할 경우 뿌리가 정상적으로 활착하지 못하기 때문에 피해율이 높다고 판단된다.

서릿발 피해주의 보식 시기는 2월 3째 주에, 온도 1.4℃에서 53.3%로 활착률이 가장 높았으며, 이보다 빠를 경우 다시 서릿발 피해가 발생하는 문제가 있었고, 시기가 늦어질 경우는 피해주가 건조하여 고사하거나 활착률이 떨어져 2월 4째 주의 재이식시 활착률이 6.7% 정도에 불과했다. 또한 양파 재배시 서릿발 피해를 받을 경우 보식 하여도 수량성이 감소되므로 적기에 정식하여 가능한 서릿발 피해 자체의 발생을 최소화 하는 것이 좋겠다는 판단이다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호 : PJ010 27802)의 지원에 의해 이루어진 것임.

### 참고 문헌

- Brewster JL. 1979. The response of growth rate to temperature in seeding of several *Allium* crop species. *Annual Applied Biology* 93:351.
- Cho CH, Lee ES, Ha YW, Lee JI. 1982. Meteorological constraints and countermeasures in winter crop production. *Korean Journal of crop Science* 27:411-434. [in Korean]
- Gill PA, Waister PD. 1983. Winter hardness on autumn sown onions (*Allium cepa* L). *Crop Research* 23:17.
- Hahn GP, Choi SK. 1987. Effect of planting time on the advanced production of onion in the southern area in Korea. *Research report of Rural Development Administration* 29(20):228-232.
- Lee ET, Choi CG, Kim CW, Kwon YS, Ha IJ, Choi IH, Kim SB, Kim HD. 2011. Guide of agriculture technology in onion. Rural Development Administration. pp. 156-157.
- Lee ET, Hwang EJ, Kwon YS. 2013. Development commercial technique for labor saving and crop situation of onion and garlic. *Annual agricultural report Rural Development Administration* 8-13.
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2015. Agriculture, Food and rural affairs statistics yearbook. <http://lib.mafra.go.kr/preview/viewer>. 2015:310.
- Peffley EB, Oritz M, Corgan JN. 1981. A technique for onion cold hardness evaluation: effects of plant age and size on hardness. *HortScience* 16:773.
- Suh HS, Lee BH, Chung GS. 1986. Influence of weather condition for grain yield in barley. *Korean Journal of crop Science* 31(3):318-325. [in Korean]
- Suh JK, Kim YB. 1996. Influence of sowing dates and seeding ages on growth and yield under mulching culture in onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Agricultural Science Rural Development Administration* 38(1):633-639.
- Tronickova E. 1971. The winter hardness of onion varieties sown in August, *Sbornik UVTI, Zahradnictvi*. 1:13.