

이랑폭과 고랑깊이 및 재배년수에 따른 도라지뿌리썩음병 발생양상

김호정* · 조영손**†

*경남과학기술대학교 식물자원학과, **경남과학기술대학교 농학 · 한약자원학부

Characteristics of Rhizome Rot incidence of *Platycodon grandiflorus* by Ridge width and Depth and Cultivation Period in the Seeding Place

Ho Joung Kim* · Young Son Cho**†

*Department of Plant Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea.

**Department of Crop Science & Medicinal Plant Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea.

ABSTRACT : This study was carried out to investigate the characteristics of Rhizome rot incidence of *Platycodon grandiflorus* by cultivation period and ridge width and furrow depth. The three types of ridge width 0.8, 1.0, and 1.2 m and several levels of furrow depth and 6 levels cultivation period. This experiment was done in farmer's farm and the treatments were also classified in the same spot. In this investigation, ridge width, soil water content, soil hardness, and cultivation period were positively related with Rhizome rot incidence, however, furrow depth was negatively related with that. So this experiment could draw a conclusion : excess water damage and soil hardness could directly or indirectly effect on the Rhizome rot incidence, so cultivation method should be developed such as making underground ditch or cultivation in well draining soil for escaping excess waster damage.

Key Words : *Platycodon grandiflorus*, Cropping Period, Furrow Depth, Rhizome Rot Incidence, Ridge Width, Soil Hardness

서 언

도라지는 초롱꽃과에 속하는 다년생 초본으로 현재 한국에 초롱꽃과식물은 8속 25종, 9변종이 알려져 있으며 (Lee, 1980) 도라지는 그중에서 1속 1종만이 존재하는 식물로 관상용으로 가치가 있는 대표적인 약초로 잘 알려져 있다 (Lee, 1988; Mabblerley, 1987). 도라지는 우리나라 대부분지역에서 재배가 가능하고 햇빛이 잘드는 양지쪽의 사양토·식양토에서 생육 및 수량이 높고 토심이 깊고 유기물 함량이 많은 곳이 유리한 것으로 알려져 있다 (Lee *et al.*, 2010) 하지만 도라지 재배시 가장 문제가 되는 것이 잡초방제와 낮은 입모을 그리고 뿌리썩음병이다(Lee *et al.*, 2000a). 토성에 있어서는 사양토가 수량이 가장 높고 뿌리썩음병 발생이 적은 것으로 발표 (Lee *et al.*, 2000b) 알려져 있다. 일반적으로 직파보다는 이식 재배에서 뿌리의 수량성이 높지만 (Lee *et al.*, 2010), 잡초방제와 뿌리썩음병방제를 위해 이식재배를 하는 농가의 수가 증가하고 있지만 도라지는 인삼과 마찬가지로 밭 토양에 비해 논토양에서 수량성과 품질이 떨어지는 특성을 가진 뿌리를 이

용하는 작물이다 (Kang *et al.*, 2010).

최근 도라지 (*Platycodon grandiflorus* A. DC) 재배 면적이 급속히 증가하고 있으며 이에 따른 약리성이 우수한 4년 이상된 도라지 생산을 위하여 노력하고 있으나 도라지의 뿌리썩음병 발생이 빈번하여 3년 이후 부터는 옮겨 심는 것이 일반화 되어 있다. 하지만 이는 이식시에 발생하는 굴취작업비용과 노력 및 이식시에 포장의 준비등으로 경제성이 거의 없어 대부분의 농민들은 2-3년생의 도라지를 kg당 4-5천원에 시중에 판매하고 있는데 이는 약리성이 낮을 뿐만 아니라 경제성이 매우 낮아 4년생 이상의 약리성이 높으면서 가격이 수배에 달하는 증장생도라지의 재배법 개발이 시급히 요청되고 있으며 이에 대한 연구는 지난 20여년간 많이 수행 되었다. 하지만 아직도 이를 해결하기위한 구체적인 방법이 제시되지 않고 도라지 뿌리썩음병의 발생원인 규명에 관한 연구가 다시 진행되고 있는 실정에 있다.

도라지 뿌리썩음병의 발생기작은 크게 뿌리가 상처를 받았을 경우 즉 과습조건이나 토양에 병원균들이 만연하는 경우 그리고 지상부의 경흔이나 뇌두등을 통하여 감염되는 것으로

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-3221 (E-mail) choyoungson@daum.net

Received 2011 July 22 / 1st Revised 2011 July 28 / 2nd Revised 2011 August 10 / Accepted 2011 August 11

알려져 있는데 이의 경우는 수량을 증대 시키기 위해 질소비료를 과용하거나 강한 태풍이나 강우시 도복등으로 인하여 상처가 발생하여 이를 통한 감염으로 구분된다. 일반적으로 지상부 생육이 왕성하고 부식질이 풍부하고 부드러우며 배수가 잘되는 식양토나 사질양토에서 생육이 양호하며 배수가 불량한 땅에서 뿌리썩음병이 많은 것으로 알려져 있다 (Kwon *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 1990).

학술적으로는 도라지, 잔대의 수량증대를 위한 적정 두둑높이 (이랑깊이) 및 피복재에 관한 연구는 왕겨피복 3.6 t/10a, 벧짚 0.5 t/10a (건조중), 퇴비 1.5 t/10a (생중량)에서 왕겨 피복이 가장 효과 적이었고 두둑높이는 40 cm가 가장 효과적 (Yoo *et al.*, 2007)이었으나 이는 피복재를 방치하는 경우로서 입모울을 높여 많은 개체수를 확보하기 위한 본 시험과는 차별화 된다. 도라지 재배 농가에서는 뿌리 썩음병을 방지하기 위하여 배수를 철저히 하는 방법이 가장 보편화 되어 고랑을 깊게 유지하거나 물빠짐이 용이하게 고랑을 만드는 방법들이 있으나 이 또한 3년 이후에는 뿌리썩음병이 빈번하여 이식하는 방법을 택하는 농가가 대부분이다. 도라지 파종시 이랑폭은 일반적으로 1 m 정도로 2-3줄씩 조파를 하거나 이랑을 50 cm 내외로 하여 한줄씩 조파하는 다양한 방법들이 농민들의 경험을 바탕으로 하여 재배하고 수행되고 있으며 이랑 높이는 물빠짐이 유리한 정도로 밭에서는 20 cm 내외 눈에서는 30-80 cm 정도 높이로 다양하게 하여 도라지를 재배하는 농가들이 있다. 하지만 도라지 파종전에 토양의 특성과 배수 및 함수 특성과 관련하여 이랑의 특성과 고랑깊이에 따른 뿌리썩음병 발생 양상에 대한 종합적 연구결과는 없으며 본 연구에서는 이랑폭과 고랑깊이 그리고 도라지 재배년수에 따른 뿌리썩음병 발생양상을 규명하여 파종 후 한곳에서 4년 이상 재배할 수 있는 방법을 찾는 것이 본 연구의 목적이다.

재료 및 방법

1. 시험지 선정 및 조사방법

본 시험은 경남의 도라지 재배 농가중에서 6년 동안 지속적

으로 재배하는 농민을 선정 그중 5 지점 (Table 1. 위치표시 - 위도/경도/해발고도 : 1. 35°26'29"N/ 128°41'32"E, 69 m; 2. 35°01'09"N/127°54'24"E, 9 m; 3. 35°01'35"N/ 127°53'54"E, 10 m; 4. 35°06'09"N/ 128°02'37"E, 20 m; 5. 35°26'07"N/ 128°41'52"E, 20 m)을 선택하여 재배 년수별로 1년에서 6년까지 지속적으로 재배하는 곳을 중심으로 조사하였으며 시험의 특성상 경작자 모두가 1년에서 6년까지 재배를 하는 경우가 없는 경우 즉 2년차나 5년차 재배지가 없는 경우에는 토양과 기후 환경 조건이 가장 유사한 주변의 도라지 재배지를 선정하여 비교하였다. 시험구의 토성은 양토와 사양토가 대부분이었으며 이는 도라지 재배조건이 가장 양호한 사양토 조건 (Lee *et al.*, 2000b) 과 일치 하였다. 각 시료 채취구는 년차별로 각각 이랑폭 별, 고랑 깊이별로 비교하여 동일 포장내에 변이가 없을 경우는 인근포장과 비교하여 평가 하였다. 도라지 재배는 육묘이식을 제외한 조파를 한 곳만을 대상으로 하였으며 파종 후 짚이나 왕겨등이 피복되어 있는 곳들은 제외하고 손제초 방법을 택한 농가를 대상으로 하였다.

2. 도라지재배법

도라지 재배법은 농가에서 농민이 직접수행 하였고 쟁기 경운 및 로타리 경운후 관리기를 이용하여 이랑을 만들고 조파를 하여 제초는 1년차에는 3-5회 2년차에는 2회 3년차 이상에서는 1회 정도의 손제초를 하는 곳이 대부분 이었다. 도라지 재배중에 밀도가 높을 경우는 3-4년차에는 솟음작업을 수행한 곳과 하지 않은 곳으로 대별 되는데 시험의 목적상 파종후 중장생으로 도라지를 재배할 경우 뿌리썩음병 발생양상을 조사하는 것이 주요하므로 솟음작업을 하지 않은 곳을 우선적으로 평가 하였다.

3. 도라지 조사법

도라지 뿌리썩음병은 시험 년차별로 총 개체수를 30개로 하였는데 이는 5개 구역이므로 구역당 6개를 샘플링 하였다. 이랑너비는 농민이 경운 및 관리기로 작업시 차이가 나는 경우가 많아 이를 우선적으로 나누었으며 고랑깊이도 같은 포장



Photo. 1. Pictures of farmer's field after sampling (left) and classification by cropping years of *Platycodon grandiflorus* grown same place after seeding (right).

Table 1. Chemical properties of experimental sites before the experiment.

Elements	pH (1 : 5)	EC (dS m ⁻¹)	Organic matter (%)	Ex.-cation. cmol + kg ⁻¹ Ca Mg K		
Site 1	5.7	0.87	1.95	1.92	2.21	0.75
Site 2	6.2	0.95	2.27	2.21	2.52	0.87
Site 3	6.1	0.98	2.35	2.33	2.35	0.96
Site 4	5.9	1.03	2.75	2.13	2.15	0.93
Site 5	6.2	1.02	2.46	2.37	2.65	1.03

Table 2. Classification of ridge width and furrow depth of experimental sites before the plant sampling (August 10, 2010).

Elements	Ridge width (m)	Furrow depth (cm)	Experimental period (year)
Site 1-5	0.8, 1.0, 1.2	5, 10, 15, 20	1, 2, 3, 4, 5, 6

내에서 차이가 나는 곳을 우선적으로 비교하여 평가하였으며 정확한 비교대상이 없는 경우에는 주변의 포장과 비교하였다.

뿌리썩음병 발생정도는 시료 채취 후 흐르는 물로 깨끗이 씻은 후 2 cm 이상의 병반이 발견되면 뿌리썩음병이 발생한 것으로 판정하였으며 이를 더 구체적으로 4단계로 구분하였는데 이는 전체크기에 병반의 크기를 길이로 비교 하여 평가 하였다 (Photo 1).

4. 토양수분함량 및 경도 조사

토양수분함량은 FieldScout TDR을 이용하여 지표면에서 20 cm 깊이까지 측정하였으며 각구당 5반복씩 수행하여 값을 평균하여 표시 하였다.

토양경도측정은 Soil Penetrologger ART, NR을 이용하여 표토에서 80 cm 까지 측정 하였으며 이를 20 cm 간격으로 나누어 표시하였다. 토양경도는 토양수분측정방법과 같이 각 구당 5반복씩 조사하여 평균하여 표시 하였다.

결과 및 고찰

1. 도라지 시험지 토양 특성

시험지 토양 특성은 Table 1과 같으며 pH는 5.7에서 6.2사이에 분포하였으며 EC는 0.87에서 1.03 dS m⁻¹ 범위로 다소 넓었으며 토양유기물함량은 1.95에서 2.75%사이에 분포하였고 Ca은 1.92에서 2.37, Mg는 2.15에서 2.65, K는 0.75에서 1.03 cmol+kg⁻¹의 범위에 분포하였다 (Table 1). 전체적으로 경남지방의 도라지 재배지 토양특성이 고르게 분포되어 있는 것으로 사료된다.

2. 도라지 시험지 이랑과 고랑 특성

시험구의 이랑너비는 농가포장에서 각각 상호 비교하여 20 cm 간격으로 구분하여 3수준으로 나타냈으며 고랑깊이는 8월에 조사한 결과이므로 거의가 10 cm 이내의 범위에 분포하였고 15와 20 cm의 고랑깊이를 가진 포장은 매우 드물었다 (Table 2). 농가현장에서는 이랑 형성시에 관리기를 활용하는

Table 3. Corelation coefficient between ridge width, furrow depth, and experimental period and Rhizome Rot incidence of *Platycodon grandiflorus* (August 10-25, 2010).

Elements	Rhizome Rot incidence
Ridge width (m)	0.88**
Furrow depth (m)	-0.75**
Experimental period (year)	0.78**

경우가 가장 많은데 파종시인 4-5월에는 20 cm 정도 되던 것이 여름을 지나면서 고랑깊이가 10 cm 이내로 줄어드는 것이 일반적이며 또 재배년수가 경과함에 따라서 더욱 낮아지는 것이 특징으로 이런 경우에는 농가에 따라서 관리기를 이용하여 이른 봄이나 가을에 관리기로 복을 돌우면서 고랑 깊이를 깊게 하는 경우가 일반적으로 이용되고 있는 방법이다.

3. 도라지뿌리썩음병 관련 상관

이랑폭과 고랑깊이 및 재배년수에따른 도라지뿌리썩음병을 농가현장에서 30개의 조사지점을 기준으로 하여 비교한 결과 이랑폭은 0.88로 정의 상관관계를 나타냈고 고랑깊이는 부의 상관을 나타내어 고랑깊이가 깊을수록 뿌리썩음병이 적게 발생하였으며 재배기간이 길어질수록 뿌리썩음병 발생 정도는 증가하였는데 이는 뿌리썩음병의 흔적이 표면상으로 2 cm 이상의 직경을 나타낸 것을 기준으로 표시 하였다(Table 3).

4. 도라지뿌리썩음병 발생 양상

일반농가에서 재배년차별 뿌리썩음병 발생은 재배년수가 경과 할수록 전체적으로 증가하였으며 뿌리썩음병이 발생하지 않은 경우는 반대의 경향을 나타냈으며 특히 재배 4년차 이후로 뿌리썩음병이 급속히 증가하여 뿌리에 전혀 피해가 없는 경우는 50% 이하로 조사 되었다 (Table 4). 뿌리썩음병 발생 양상을 더 세분화 하여 1-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%로 비교한 결과 대부분이 1-25% 범주에 포함되었으며 재배 5, 6년차에는 26-50% 범위에 포함되는 경우도 각각 15, 20%나 되어 상품성이 전혀 없는 것으로 평가 되었다. 하지만 이

Table 4. Rhizome Rot incidence percent(%) and degree of *Platycodon grandiflorus* by experimental period in the farmer's field (August 10-25, 2010).

Year	0	1-25%	26-50%	51-75%	76-100%
1	100a	5f	0f	0d	0b*
2	85b	12e	3e	0d	0b
3	73c	19d	6d	5c	0b
4	47d	29c	9c	9b	0b
5	35e	38b	15b	9b	3a
6	18f	45a	20a	13a	4a

* Value with different letters are significantly different (p < 0.05).

Table 5. Soil moisture content (VWC, %, 0-20 cm) and soil hardness (MPa) as affected by experimental period in the farmer's field (August 10-25, 2010).

Year	Moisture content (%)	Soil hardness (MPa)			
		0-20 cm	21-40 cm	41-60 cm	61-80 cm
1	25.5d	0.30e	1.25f	3.85e*	>8.0
2	26.3cd	0.31e	1.38e	5.22d	>8.0
3	28.8c	0.35d	1.45de	5.35cd	>8.0
4	30.2bc	0.32c	1.78cd	6.86b	>8.0
5	31.4b	0.38b	2.55b	6.95ab	>8.0
6	33.8a	0.45a	2.98a	6.85a	>8.0

* Value with different letters are significantly different (p < 0.05).

는 표면적으로 나타난 조사 결과이고 이를 길이방향으로 절단하여 심피조직을 비교하면 표면피해보다 훨씬 심각한 뿌리썩음병이 관찰되었다. 본 시험에서는 표현의 편의상 외형적으로 관찰된 피해 범위를 표시하였으므로 10% 정도의 피해는 뿌리로 판매를 할 경우 상품성이 현저히 떨어지나 이를 가공용으로 환이나 파우치로 만들어 판매 할 수 있는 방법이 절실히 요청된다.

5. 토양수분과 경도 특성

토양 수분함량은 재배 년차간 0-20 cm 범위에서 재배년수가 길어질수록 증가하는 경향이였으나 현격하게 차이는 보이지 않았다. 하지만 재배 년차별 토심에 따른 토양경도는 재배년수가 길어질수록 증가하는 경향이였으며 심토로 갈수록 증가하는 경향 이었다 (Table 5).

일반적인 경반층은 2 MPa 이상일 때 관찰되므로 도라지재배 6, 7년차의 경우는 21-40 cm 범위에서 경반층이 존재하는 것으로 판단되며 1, 2, 3, 4년차에서는 이보다 다소 깊은 41-60 cm 범위에서 3 MPa 이상의 경도를 나타내어 경반층이 일시적으로 존재함을 알수 있었으며 61 cm 이하에서는 8 MPa 이상의 경도를 나타내어 수분 투수등이 거의 불가능 한 것으로 판단되어 경반층이 2 MPa 이상을 나타낸 경우에는 수분의 투수가 어려운 점을 감안하면 토양속의 미묘한 경도차이가 투수를 감소시키고 이에 따라 도라지의 뿌리썩음병이 재배년차가 오래

될수록 증가하였던 것으로 사료된다. 본 시험에서는 30 mm 이상의 강우 후 5일차에 조사한 내용으로 강우 후 그 이전에 조사 했다면 토양수분함량에 더욱 큰 차이가 예상되나 일반적으로 습해의 발생은 수분이 2-3일 이내에 감소하면 큰 문제가 없고 5일 이상 지속적으로 배수가 되지 않고 고여 있을 때 문제가 되므로 재배 년수별 현저한 차이는 없었지만 미묘한 토양수분 함량의 차이가 토양의 경반층 증가와 함께 뿌리의 생육을 억제하여 뿌리썩음병이 많이 발생 할 수 있는 환경을 조장한 것으로 사료된다. 하지만 도라지 뿌리썩음병은 단지 토양수분과 경도자체의 증가가 아닌 재배 년수가 길어짐에 따른 도라지 자체의 병원균에 대한 면역력저하와 같은 장소에서 지속적으로 재배하므로서 발생하는 도라지 병원균의 증가등도 함께 관여하는 것으로 판단된다. 토양 화학성에서는 K, EC, NH₄-N 함량이 높은곳에서 뿌리썩음병 발병율이 높았고 Mn 함량은 낮은 것이 특징이며 뿌리 자체성분에서는 정상근은 Fe 와 Zn 함량이 높은 반면 T-N, P₂O₅, K₂O 함량은 낮은 경향을 나타내어 양분이 과다하게 흡수될 경우 뿌리썩음병이 많이 발생(Lee *et al.*, 2000a) 하므로 이에 대한 근본적인 토양관리도 필요 할 것으로 사료된다.

종합적으로 요약하면 도라지 뿌리썩음병은 파종 후 동일 장소에서 지속적으로 재배할 경우 재배기간 3년 이상에서 크게 문제시 되며 그 정도는 이랑너비가 넓을수록 고랑깊이가 얇을수록 심하였으며 토양속에 경반층이 20 cm 이내에서는 심각히

발생 하였고 60 cm 이하의 심토에서의 경도가 높은 경우는 크게 문제시 되지 않았으며 이는 도라지 재배의 경우 뿌리를 이용하고 한 장소에서 지속적으로 재배하므로 지상부의 도복에 의한 상처등으로 병원균이 침투 하는 경우와 뿌리에서의 상처등을 통하여 병원균이 침투하는 것이 일반적이므로 질소시비량을 줄이고 토양비옥도를 지나치게 높이지 않는 건전 재배를 통하여 병 발생을 줄이고 가능하면 암거배수를 통한 물 빠짐을 유도하거나 감 재배지 같은 과수원에 도라지를 함께 재배 하므로서 투수도를 높이는 방법도 고려 될 수 있으며 길항미생물등을 침지하여 이식하거나 토양속에 투입하는 방법이나 뿌리의 건전화를 유도 할 수 있는 다양한 재료와 방법들도 함께 활용되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농진청 지역특화사업(도라지특화작목사업단)과 경남과학기술대학교 연구비지원으로 이루어졌으며 이에 감사 드립니다.

LITERATURE CITED

Kang SW, Lee SW, Hyun DY, Yeon BY, Kim YC and Kim YC. (2010). Studies on selection of adaptable varieties in paddy-field Ginseng culture. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:416-420.

Kwon TY, Jung KC, Kim JS, Kim CK, Park SD and Choi BS. (1998). Factors influencing on continuous cropping injury of *Cinidium officinale* Makino in Ulleung island, RDA. *Journal of Agro-Environment Science*, 40:39-43.

Lee CB. (1980). *Korean Plant Picture Book*. Hyungmoonsa. Seoul,

Korea. p. 725.

Lee CH, Lee SW and Lee H. (2010). Change of soil chemical properties according to cultivation area and cultural year for *Platycodon grandiflorum*. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:273-279.

Lee JI. (1988). *A complete book of medicinal plant*. Osung Publisher. Seoul, Korea. p. 459-462.

Lee WH and Lee DK. (1998). Ecology of rhizome rot incidence of ginger and relation of soil texture, chemistry and biology. *Korean Journal of Environmental Agriculture*. 17:1-46.

Lee WH, Cheong SS and So IY. (1990). Properties of suppressive and conducive soil to ginger rhizome rot. *Korean Journal of Plant Pathology*. 6:338-342.

Lee YH, Kim JG, Park SR, Choi YJ, Cho SJ and Yun HD. (2000a). Rhizome rot incidence of *Platycodon grandiflorus* as influenced by the soil chemical properties and microbial flora. *Korean Journal of Environmental Agriculture*. 19:62-66.

Lee YH, Cho JS, Choi YJ, Song GW, Kim MK and Yun HD. (2000b). Characteristics of continuous culture and soil texture and their effect on growth and yield of *Platycodon grandiflorus*. *Korean Journal of Environmental Agriculture*. 19:67-71.

Mabberley DJ. (1987). *The Plant Book*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. p. 461

Xiangguo L, Kang SU, Han JS, Kim JS and Choi JE. (2010). Comparison of growth increment and Ginsenoside content in different parts of Ginseng cultivated by direct seeding and transplanting. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:70-73.

Yoo YS, Park CB, Kim JY, Yoo DH, No SK and Ryu J. (2007). Selection of ridge height and mulching materials for the improving yield of *Platycodon grandiflorus* and *Adenophora triphylla*. *The 2nd International Symposium of The Korean Association of Societies for Plant Science*. Section of Korean Journal of Breeding Science. Special Issue. 39:270-271.