

## 감나무 근두암증병 (*Agrobacterium tumefaciens*)의 발생실태

김승한\* · 임양숙 · 최성용 · 김동근 · 최성국 · 윤재탁  
경상북도농업기술원

### Epidemiology of the Crown Gall (*Agrobacterium tumefaciens*) of Persimmon Tree

Seung-Han Kim\*, Yang-sook Lim, Seong-Yong Choi, Dong-geun Kim,  
Sung-kook Choi and Jae-Tak Yoon

Gyungbuk Agricultural Technology Administration, Daegu 702-708, Korea  
(Received on November 1, 2004)

Occurrence and epidemiology of crown gall caused by *A. tumefaciens* in persimmon tree was investigated. Persimmon tree was more sensitive to crown gall disease than peach and jujube tree. Over 80% persimmon trees were infected to crown gall in all investigated region with no relation to planted years. Yield of infected tree was severely decreased to 54%. Incidence of crown gall in nursery field of persimmon tree was also severe and the infection rate of persimmon seedlings collected from market was 34%. It was guessed that the primary inoculum of crown gall caused by *A. tumefaciens* is infected persimmon seedlings.

Keywords : *Agrobacterium tumefaciens*, Crown gall, Persimmon

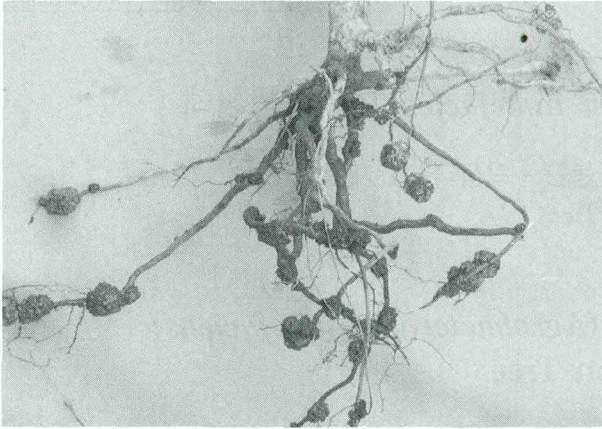
감나무는 감나무목 감나무과에 속하며 과일을 식용으로 이용하는 과수이다. 전 세계에 분포되어 있는 감나무속 식물은 약 190여 종으로 낙엽성과 상록성이 있다. 감의 원산지는 동아시아 온대이며 중국 중북부, 일본, 한국 중부 이남에 주로 분포한다. 우리나라의 감 재배면적은 매년 증가하고 있는 추세로 단감의 경우 1975년 생산량 6,000톤에서 1998년 209,000톤으로 다른 과수에 비해 엄청난 증가를 보였다(김, 1992). 우리나라에서 주로 재배하는 품종은 고종시, 청도반시, 감주백목 등이 있으며 경북 지역을 중심으로 주로 재배되고 있다. 우리나라에서 감나무에 발생하는 병으로는 둥근무늬낙엽병(*Mycosphaerella mawae*)을 비롯하여 16종의 병이 보고되어 있으나(한국식물병리학회, 1998) 감나무의 생육이나 감 과일 생산에 크게 피해를 주는 병은 없었다. 그러나 최근 경북지역을 중심으로 뿌리혹병이 급격히 확산되어 감 재배농가에서 많은 피해를 보고 있으나 감나무뿌리혹병에 대한 연구는 거의 없어 적절한 대책수립이 어려운 실정이다. 현재 감 재

배면적은 계속 증가추세이며, 뿌리혹병 또한 계속 늘어날 것으로 추정된다. 따라서 본 연구에서는 앞으로의 뿌리혹병 연구를 위해 경북지역을 중심으로 조사된 뿌리혹병의 발생실태와 주 전염경로를 보고하고자 한다.

### 과종별 발생정도

과종별 뿌리혹병의 발생실태를 조사하였을 때 감에서 가장 피해가 심하였으며, 감나무와 혼식된 복숭아와 대추나무에서도 뿌리혹병의 감염주를 관찰할 수 있었다(Fig. 1). 그러나 복숭아나 대추의 단일 과종으로 조성된 과원에서 뿌리혹병은 관찰되지 않았다. 우리나라의 과수작물 중 *Agrobacterium* 속의 발생은 *A. rhizogenes*에 의한 털뿌리병(Hairy root)이 사과에서 보고되어 있으며, *A. vitis*에 의한 뿌리혹병은 포도에서 보고되어 있고, *A. tumefaciens*에 의한 뿌리혹병은 감나무, 배나무, 복숭아나무, 사과나무, 살구나무에서 보고되어 있다(한국식물병리학회, 1998). 위의 과종 중 감나무에서 가장 발생이 심하여 *A. tumefaciens*에 가장 감수성 과종으로 판단되며, 감과 다른 과종이 혼식된 과원의 경우 농기계에 발갈이 등의 작업을 할 경우

\*Corresponding author  
Phone)+82-53-320-0234, Fax)+82-53-321-7730  
E-mail)kshan1@naver.com



**Fig. 1.** Symptom of crown gall caused by *Agrobacterium tumefaciens* in persimmon tree.

**Table 1.** Regional distribution of crown gall on persimmon trees

Region	No. of orchard	% of infected orchard	% of infected tree
Cheongdo	63	84.1	82.1
Sangju	45	40.0	31.7
Uiseong	11	36.4	50.0
Kyeosan	10	60.0	19.4
Daegu	7	57.1	20.0
Gumi	5	75.0	40.0
Changnyeong	20	90.0	65.5
Yeongdong	7	42.9	20.4

뿌리의 절단, 토양의 혼합 등에 의해 감염된 감나무에서 다른 과종으로 전염이 일어나 발병이 되는 것으로 생각된다. 그러므로 뿌리혹병은 과수 중 감에서 가장 문제가 되나 감과 다른 과종이 혼식된 과원의 경우 감 이외의 다른 과수에서도 발생이 문제가 될 것으로 판단된다.

### 지역별 발생정도

지역별 감뿌리혹병의 평균발병율은 40.5%였으며 창녕 지역에서 90%로 가장 높은 발병율을 보였다(Table 1). 본병은 경북이외의 지역인 창녕과 영동지역에서도 높은 발병을 보임으로서 뿌리혹병이 경북지역 뿐 아니라 다른 지역의 감 재배에서도 문제가 될 것으로 판단된다. 뿌리혹병의 발병이 지역 간의 특별한 편차 없이 골고루 발생이 된 것은 과원 토양이 *A. tumefaciens*에 의해 오염되어 있다가보다는 감 묘목이 대부분 경북지역에서 생산 출하되는데 묘포장이 오염되어 뿌리혹병에 잠복감염 되어 있거나 이미 발병된 묘를 구입해서 식재함에 따라 재배중 발

**Table 2.** Incidence rate of crown gall caused by *Agrobacterium tumefaciens* according to persimmon tree cultivar

Planted years	Cultivar	Incidence rate (%)
Below 2 years	Sangjudungsi	13.8
	Bongok	90.0
	Daehaekmu	45.0
	Taeyang	95.0
Over 15 years	Sangjudungsi	25.0
	Bongok	85.0
	Pyeonghaekmu	45.2
	Seongjumeokgam	85.2

**Table 3.** Fruit production of persimmon tree infected by *Agrobacterium tumefaciens*

Gall size (diameter)	No. of fruit
Non (healthy)	210
Below 10 mm	87
10-20 mm	10
Over 20 mm	1

병되고 뿌리혹을 통해 다시 토양중의 병원균 밀도가 증가하여 나타난 현상으로 추측된다.

### 수령별 발생정도

감나무의 수령별 발생정도는 성목(15년생 이상)에서 발생이 많은 경향을 보였으나 유목(2년생 이하)에서도 높은 발병율을 보였다(Table 2). 성목의 경우 15년 이상 재배 되었으므로 재배중 농기구에 의한 병원균의 유입이나 기존 토양에 존재하던 병원균에 의해 감염이 일어난 것으로도 해석할 수 있으나 유목의 경우 정식한지 2년 이내 인 점을 고려할 때 여전히 높은 발병을 보이는 점은 정식 후 포장에서 일어난 전염으로 설명하기는 어려우며, 이미 감염된 상태로 정식된 것으로 해석이 가능하다. 따라서 정식된 포장의 감나무 유목에서 뿌리혹병이 높은 발병율을 나타내는 것은 정식 후의 감염보다는 정식 전 감염된 상태로 재배포장에 심겨지는 것으로 추측할 수 있다.

### 뿌리혹병 발생정도별 수량

뿌리혹병 발생시 건전주에 비해 평균 58.7%의 수량감소를 보였으며 특히, 발병도 3(뿌리혹 직경 20 mm 이상)의 경우 1개만 수확할 수 있어 심각한 수량감소를 초래하였다(Table 3). 따라서 뿌리혹병에 감염될 경우 나무의 직접적인 고사는 일어나지 않더라도 심각한 수량감소를

**Table 4.** Symptom development of crown gall in two kinds of stocks

Stock	% of infected tree	No. of gall	Diameter of gall (mm)
Goyom	20.0	6.3	6.2
Gongdae	15.4	1.0	6.2

말미암아 전혀 경제성이 없어지므로 감 재배에 치명적인 요인이 될 것이다. 따라서 현재 조사된 대부분의 과원에서 다수의 나무가 감염되어 있으며, 시간이 경과할수록 병징은 더욱 심각하여 질 것이므로 감과일의 생산에 상당한 문제가 될 가능성이 있다.

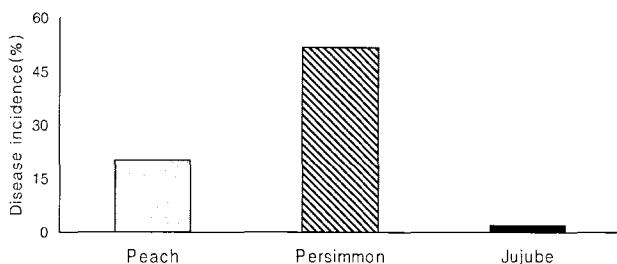
### 대목간 발병정도

감나무의 접목에 이용하는 고욤과 공대의 두 대목별 발병정도를 조사하였을 때 고욤의 이병주율이 20.0%로 공대의 15.4%보다 높게 나타났으며, 흑의 수 또한 고욤이 더 많은 경향을 나타내었다(Table 4). 고욤대목에 비해 공대대목이 심근성으로 땅 속 깊이까지 뿌리를 내려 생장함에 따라 뿌리혹병의 감염이 적어지는 것으로 추측할 수 있다. 경북지역 대부분은 생육조건이 유리한 고욤대목을 사용하고 있는데, 뿌리혹병이 점점 더 확산되는 추세임에 따라 고욤에서 공대로 대목의 전환을 고려할 필요가 있다고 생각된다.

**Table 5.** Incidence of crown gall in nursery field of persimmon tree

Region	% of incidence			
	Not infected	Below 10 mm <sup>1</sup>	10-20 mm	Over 20 mm
Chilgok	15.0	35.0	25.0	25.0
Kyeongsan	5.3	52.6	13.2	28.9

<sup>1</sup>diameter of gall.



**Fig. 2.** Incidence of crown gall disease in some fruit tree.

**Table 6.** Crown gall incidence in young persimmon tree collected from market

Cultivar	% of incidence	No. of gall
Chung-do-ban-si	31.5	0.6
Kyeong-san-ban-si	48.3	1.1
Sang-ju-dung-si	30.4	1.0
Dae-bong	43.6	1.3
Bong-ok	16.7	0.3
Average	34.1	0.8

### 묘목포장 및 유통묘목의 발병정도

칠곡 지역과 경상지역의 묘목포장을 조사하였을 때 모두 80% 이상의 묘목이 감염되어 있어 감 묘목포장에서도 뿌리혹병 발생이 심각하였다(Table 5). 특히, 특정 묘목생산포에 국한되어 발생하는 것이 아니라 조사된 묘목포장 모두 높은 발병율을 보임에 따라 생산되는 묘목의 상당수가 감염된 채로 유통될 가능성이 있다. 실제 상업적으로 유통되는 묘목을 조사하였을 경우 34% 정도의 묘목이 감염된 채로 유통되고 있었다. 이러한 결과는 시판상과 농가가 뿌리혹병에 대한 인식이 부족하여 나무의 생육과 뿌리에 형성된 흑은 무관한 것으로 생각하고 있는 경우가 많고, 묘포장에서 높은 감염율에도 불구하고 다수의 묘목이 뿌리혹의 병징이 없는 상태로 유통되는 것을 감안한다면 묘목업체에서 미리 흑을 제거하여 시판되는 묘목도 다수 있을 것으로 추측할 수 있다. 따라서 재배포에서 발생하는 뿌리혹병의 주 전염경로는 감염된 묘의 유통과 정식을 통해 일어나는 것으로 생각되며 뿌리혹병의 확산을 방지하기 위해서 묘목포장의 청결과 건전한 묘의 유통이 우선이라 할 수 있다.

**Table 7.** Growth of transplanted persimmon tree after eradication of gall

Treatment	No. of new twig	Length of new twig (cm)	Diameter of twig (cm)
Control	3.3	26.0	10.5
Eradication	3.0	17.9	8.8

**Table 8.** Development of crown gall in persimmon tree transplanted after eradication of gall

Treatment	Survival rate (%)	Incidence rate (%)	No. of gall	Diameter of gall (mm)
Control	80.0	21.6	4.0	7.8
Eradication	57.5	13.8	3.3	4.6

## 뿌리혹 절단에 따른 발병과 생육

묘목이 뿌리혹병에 감염되어 혹이 형성되었을 때 뿌리혹을 절단하고 정식할 경우 뿌리혹의 절단이 감나무의 생육과 발병에 미치는 영향을 알아보기 위해 시험한 결과 무절단의 경우 80% 정도가 정상적으로 뿌리의 활착이 이루어졌으나 절단한 경우는 57.5% 정도의 활착을 보여 감나무에서는 뿌리의 부분절단이 정식 후 감나무의 생존율에 많은 영향을 미쳤으며 정식 후 생육 또한 신초장, 세근형성정도, 줄기지름 등에서 뿌리혹을 절단하지 않은 포기와의 차이를 보였다(Table 7). 이병주율은 무절단의 경우 21.6%를 보였으며 절단한 경우에는 13.8%를 보였고 혹의 크기는 절단할 경우 5.8 mm에 비해 무절단의 경우 10.3 mm로 두 배 정도의 진전을 보였다(Table 8). 그러나

뿌리를 절단하더라도 뿌리표면이나 내부에 병원균은 잔존하고 있으므로 시기가 늦을 뿐 뿌리혹이 절단된 개체는 다시 발병이 될 것이며 일정시간이 지난다면 제거하지 않은 주와 동일한 정도의 발병을 보이게 될 것이므로 정식 후 활착율과 활착 후 생육을 고려한다면 뿌리의 절단은 감나무 뿌리혹병 방제에 적합한 수단이 되지 못하는 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 김성봉. 1992. 단감재배기술. 오성출판사. pp.312-313.  
 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록 제3판. 436p.  
 농촌진흥청. 2002. 포도재배기술.