

배추 뿌리혹병 (*Plasmodiophora brassicae*) 방제를 위한 육묘용 상토와 농약처리 효과

홍순성* · 김진영 · 박경열
경기도농업기술원

Effects of Seeding Bed Media and Fungicide on Control of Clubroot Disease of Chinese cabbage Caused by *Plasmodiophora brassicae*

Soon-Sung Hong*, Jin-Young Kim and Kyeong-Yeol Park

Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 445-972, Korea

(Received on June 12, 2003)

Clubroot disease of Chinese cabbage has extremely occurred in recent years. Conventional soils such as sandy loam soil (saprolite) and clay soil (yellow soil) as bed media combined with field soil application of fungicidal chemicals were tested for the control of clubroot disease. Using sandy loam soil and clay soil as plug seedling bed media efficiently reduced clubroot disease occurrence down to 21.7% and 14.1%, respectively compared to peatmoss (75.7%) and Baroco soil (36.6%) when seedling plants were transplanted into previously-infected Yoncheon field. Application of flusulfamide and azoxystrobin to previously-infected soil prior to transplanting also effectively reduced disease incidence, especially when combined with growing seedlings in sandy loam or clay soil media. In conclusion, flusulfamide application prior to transplanting as well as utilizing sandy loam and clay soil as a plug bedding media may effectively reduce the occurrence of clubroot disease of Chinese cabbage.

Keywords : control, clubroot disease, *Plasmodiophora brassicae*

배추는 우리 식생활에 매우 중요한 채소로서 재배기술의 발달로 노지를 비롯한 시설하우스 및 고랭지 여름재배로 연중 생산이 가능하게 되었다. 1920년대에 국내에서 *Plasmodiophora brassicae* Woronin에 의한 뿌리혹병이 처음 발견되었으나(권업모범장, 1928), 오랫동안 문제가 되지 않았다가 1990년 초부터 경기도 화성, 고양, 의정부, 평택, 연천지역 등에서 발생하기 시작하면서 전국적으로 확산되어 국내 배추 생산을 위협하고 있다(김과 오, 1997).

뿌리혹병은 빗물 또는 관개수, 수송차량, 농작업도구 또는 농기계 등 다양한 경로로 전파가 가능하며(Katling, 1968) 병원균이 포장간 매우 빠른 속도로 이동 전파되고, 토양내에서 휴면포자 형태로 장기간 생존이 가능하기 때문에(田村, 1977) 재배 포장을 발병상습지로 만들고 병 발

생량이 급속히 늘어나는 것으로 생각된다. 뿌리혹병의 방제는 전염원을 차단하는 것이 가장 좋은 방법이지만 이미 발생한 포장에서 방제는 병든 뿌리제거, 고풍제배, 토양산도교정, 윤작, 저항성 품종재배 등의 경종적 방법과 *Heteroconium chaetospora*를 이용한 생물학적 방법, 살균제를 이용한 화학적방법, 태양열을 이용한 토양의 열처리 방법과 같은 물리적 방제법을 제시하였다(Tanaka, 1996).

국내에서는 1998년부터 2000년까지 국내 주요농업연구기관에서 종합적으로 검토를 하였으나 완전한 방제 방법을 제시하지 못하였다(농촌진흥청, 2000).

배추 육묘를 위하여 90년대 이전에는 농가에서 인근 산 흙이나 강바닥 흙을 채취하여 육묘상토로 사용해 왔으나 그 이후 시설채소 재배에서 사용하고 있는 가볍고 보습성이 강한 식물부속체인 피트모스를 상토로 이용하고 있다. 따라서 예전에 사용하였던 상토와 최근에 사용하는 상토에서 육묘한 배추에 대한 뿌리혹병의 발생도와 약제 병용의 방제효과를 검토하였다.

*Corresponding author
Phone)+82-31-229-5831, Fax)+82-31-229-5964
E-mail)sshong@kg21.net

재료 및 방법

육묘상토 제조. 정식 후 병발생에 영향을 미치는 상토의 효과를 조사하기 위해 사용한 상토로 피트모스(TKS2, 한국원에자재(주))와 업체류용 바로커 상토(서울농자재)는 시중에서 구입하여 공시하였고 황토 상토는 기술원 인근 야산에서 점토함량이 22%인 토양을 채취하여 3 mm체로 굵은 돌은 골라내고 부피단위로 토양과 벚짖퇴비를 4:1의 비율로 혼합하여 사용하였다. 마사토 상토는 기술원내 토양 중에서 점토 15%, 미사 10%, 모래 75% 수준인 마사토를 채취하여 3 mm체로 거른 후 황토 상토와 같은 방법으로 벚짖퇴비를 혼합하였다.

배추 육묘. 128공 PVC 공정육묘 포트에 각각의 상토를 담고 배추(품종: 조생추석배추(홍농종묘)) 종자를 2~3립씩 파종한 후 떡잎이 완전 전개되면 1주씩 남기고 솟아주었다. 봄재배는 30일, 가

을재배는 25일 육묘관리를 한 후 시험에 사용하였다.

육묘상토에 따른 병 억제효과. 2001년부터 2002년까지 경기도농업기술원 온실과 연천 지역의 병 발생 포장에서 시험을 수행하였다. 온실 시험은 구경 12 cm 원형 비닐포트에 연천에서 수집한 발병토양을 담고서 각각의 상토에서 육묘한 배추를 처리당 10포트에 1주씩 정식하여 30일간 재배한 후 배추를 뽑아 뿌리에 발생한 뿌리혹을 조사하였다.

포장 시험은 연천 배추농가 중 뿌리혹병 발생이 심하였던 포장을 임대하여 먼저 트랙터로 경운을 하고 기비(N:11 P:7.8 K:11 소석회:200 kg/10a)를 살포한 후 로타리를 실시하고 트랙터에 부착된 이랑 형성기로 1 m 간격씩 이랑을 만들었다. 배추는 이랑당 2열씩 30 cm 간격으로 정식하였으며 정식 후 분수호스를 두둑에 깔아 관수를 하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고 재배과정 중 본 병의 방제를 위한 약제처리는 하지 않았으며 해충 방제를 위하여 살충제를 주기적으로 살포하였다. 50일간 재배를 한 후 배추를 뽑아 뿌리에 형성된 혹을 조사하였다.

육묘상토와 농약조합에 의한 병 방제 효과. 농약처리 중 후루설파마이드 분제 처리는 경운 및 기비살포를 하고 트랙터 로타리로 포장을 고르게 정지한 후 이랑을 만들기 전 20 kg/10a 상당을 토양에 살포하고 로타리를 한번 더 하고 이랑을 만들었다. 아족시스트로빈 액상수화제 관주처리는 이랑을 만들고 배추를 심을 구덩이를 판 후 해당 농약을 1,000배로 희석하여 배추를 정식하기전 심을 구덩이에 150 ml씩 관주한 후 배추를 심고 흙을 덮어 주었다. 병 조사는 50일간 배추 재배를 한 후 배추에 형성된 혹을 조사하였다.

병 발생량 조사. 뿌리에 형성된 혹의 분포비율을 5등급으로 나누어 반복당 30주를 조사하여 발병도를 구하였다(심홍식 등, 1998). 발병정도 0은 혹이 형성되지 않음, 1은 포기당 1~10%의 뿌리혹이 형성됨(가중치 10), 2는 포기당 11~30%의 뿌리혹이 형성됨(가중치 30), 3은 포기당 31~60%의 뿌리혹이 형성됨(가중치 60), 4는 포기당 61~100%의 뿌리혹이 형성됨(가중치 100)으로 구하였으며 발병도=Σ(각 등급의 개체수 합×가중치)/조사개체수로 산출하였다.

결과 및 고찰

상토종류별 뿌리혹병 발병정도. 온실 시험에서 상토 종류별로 육묘된 배추를 발병토양에 이식하여 병 발생을 조사한 결과 바로커 상토 54.2%, 피트모스 상토 48.3%의 발병도로 뿌리에 뿌리혹이 심하게 형성되었고, 마사토 상토 18.7%, 황토 상토에서는 10.8%의 발병도로 뿌리혹의 발생이 상대적으로 낮았다(Table 1). 배추 뿌리혹병은 토양수분함량이 높을수록 발생이 높다고 하는데(Kim 등, 1999), 피트모스나 바로커 상토에 함유된 피트모스가 상대적으로 황토, 마사토 상토에 비해 보수성이 강하기 때문에 발병이 많은 것으로 추정된다. 또 황토, 마사토 상토의 토양구성 성분이 재배토양의 성분과 비슷하기 때문에 토양 수분이동력이 떨어져 수분에 따라 이동하는 뿌리혹 병원균 밀도가 낮아 상대적으로 피트모스 상토에 비

Table 1. Incidence level of clubroot disease of Chinese cabbages cultivated under different seedling media and transplanted into PE pot filled with infected soil. Experiment was conducted in a green house in 2001

Seeding Bed Media	Disease severity (%)			
	Clay soil	Sandy loam soil	Baroco	Peatmoss
	10.8	18.7	54.2	48.3

Table 2. Incidence level of clubroot disease of Chinese cabbage cultivated under different seedling media and transplanted in infected field of Yeonchon in spring and autumn of 2001

Seeding Bed Media	Disease severity (%)	
	Cultivation in spring	Cultivation in autumn
Clay soil	14.1 b ^a	5.5 a
Sandy loam soil	21.7 b	3.5 a
Baroco medium	36.6 b	8.0 a
Peatmoss medium	75.7 a	8.8 a
C. V. (%)	45.1	97.8

^a5% level by Duncan's Multiple Range Test.

해 발생이 낮은 것으로 생각된다.

이와 같은 결과가 현지포장에서 나타나는지를 확인하기 위하여 연천 현지에서 시험을 하였다. 2001년 봄 시험에는 피트모스 상토에서 75.7%로서 가장 심하게 발병하였고 바로커 상토 36.6%, 마사토 상토 21.7%, 황토 상토 14.1% 순으로 나타났다(Table 2). 온실 포트 검정과 같이 포장검정에서도 황토, 마사토 상토가 병 발생억제 효과가 높아 실용성이 인정되었다. 그러나 2001년 가을 시험은 포장을 바꿔 실시하였는데 그 포장에서는 뿌리혹병 발생이 전체적으로 낮아 뚜렷한 방제효과를 구분하기가 힘들었지만 봄 시험과 같이 황토, 마사토 상토에 육묘한 배추에서 뿌리혹병 발생이 낮은 경향으로 병 발생 억제 효과는 있었다. 황토, 마사토 상토가 병 발생 억제 효과는 있었으나 뿌리에 흑이 여전히 생기고 있는데 이 흑이 배추 수확 후 붕괴되어 병원균이 토양 속에 잔존하여 다시 병을 일으키기 때문에 뿌리혹 발생을 완전 방제하기가 어려운 실정이다.

육묘상토와 농약조합 처리에 의한 병 발병정도. 2001년의 포장실험에서 약제를 처리하지 않은 피트모스 상토에서는 61.6%의 발병도로 심하게 뿌리혹병이 발생하였지만 후루설파마이드 분제를 토양에 혼용처리하면 발병도 6.9%로 발생이 줄어들었고 황토 상토에 후루설파마이드 분제 혼용처리하는 발병도 3.0%로서 방제효과가 더 높았다(Table 3). 농약을 재배포장에 토양혼화하는 단독처리보다

농약을 상토에 혼화처리하고 재배포장에 토양혼화하는 병용처리가 방제효과가 높다고 하였는데(장 등, 2000), 황토 상토도 이와 같이 초기 병 발생을 억제하고 토양에 혼화 처리한 농약이 추가적으로 병 발생을 막아 전체적으로 방제 효과를 상승시키는 것으로 생각된다. 2002년 봄재배 시험에서는 황토, 마사토 상토에 육묘한 배추를 정식하고 후루설파마이드 분제를 토양 혼화처리 하였을 때 0.4, 0.1%로서 완전방제를 할 수 있었고, 가을재배에서도 5.7, 8.5%로서 발병도가 낮아 2001년도와 같은 경향의 결과를 얻었다(Table 4). 아зок시스트로빈 액상수화제의 배추 정식 시 토양관주 처리는 후루설파마이드 분제 토양혼화 처리에 비해 방제효과는 낮았지만 약제를 처리하지 않은 것보다 효과가 좋았다. Katling(1968)과 김 등(1999)에 의하면 배추 뿌리혹병 발생이 고온보다는 서늘한 온도에서 심하게 발생한다는 보고를 볼 때 가을재배보다는 봄재배에서 병 발생이 낮기 때문에 봄작기에 사용이 가능하리라 생각된다.

이상의 결과를 볼 때 피트모스를 사용하는 것보다 황토나 마사토를 채취하여 상토로 사용하는 것이 병의 발생을 억제할 수 있고, 뿌리혹병 발생이 심한 지역 또는 포장에서는 농약을 함께 사용하여 병 억제효과를 증진시키는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

요 약

배추 뿌리혹병을 방제하기 위하여 상토의 종류와 농약 병용처리에 대한 효과를 조사한 결과 온실시험에서 피트모스, 바로커 상토에 육묘한 배추에서의 발병도가 48.3, 54.2%에 비해 황토, 마사토 상토에 육묘한 배추에서는 발병도가 10.8, 18.7%이었고 포장시험에서는 피트모스 상토 75.7%, 바로커 36.6%, 마사토 21.7%, 황토 14.1%순이었다. 후루설파마이드 분제를 토양에 혼화처리하였을 때는 봄재배에서 피트모스 상토에서는 발병도 4.5%에 비해 황토 상토에서는 0.4%이었고 가을재배에서는 10.1, 5.7%이었다. 이상의 결과에서 피트모스, 바로커 상토보다 황토,

Table 3. Control effect of flusulfamide on clubroot disease in Chinese cabbage. Seedling plants were cultivated under different seedling media and transplanted into previously infected field of Yeonchon applied with flusulfamide (2001)

Treatment	Disease severity (%)			
	1	2	3	Mean
Clay soil + Flusulfamide DP	5.5	1.5	2.0	3.0 b
Peatmoss + Flusulfamide DP	7.0	3.3	10.5	6.9 b
Peatmoss	40.5	66.8	77.5	61.6 a
C. V. (%)				48.4

*5% level by Duncan's Multiple Range Test.

Table 4. Effects of flusulfamide and azoxystrobin on disease incidence of clubroot disease in Chinese cabbage. Seedling plants were cultivated under different seeding media and transplanted into previously infected field of Yeonchon applied with chemicals (2002)

Seeding Bed Media	Disease severity (%)					
	Cultivation in spring			Cultivation in autumn		
	Flusulfamide DP	Azoxystrobin SC	Untreated	Flusulfamide DP	Azoxystrobin SC	Untreated
Clay soil	0.4	10.4	28.9	5.7	16.8	43.1
Sandy loam soil	0.1	5.2	26.1	8.5	20.8	46.2
Peatmoss medium	4.5	12.6	35.5	10.1	21.8	66.7

마사토 상토를 사용하고 후루실파마이드 분제로 약제처리하면 뿌리혹병 방제에 효과적인 것으로 생각된다.

참고문헌

- 김두옥, 오정행. 1997. 배추 무사마귀병의 발생상황과 병원균 (*Plasmodiophora brassicae*)의 병원성 및 배추 품종의 병저항성. 한국식물병리학회지 13(2): 95-99.
- 김충희, 조원대, 양종문. 1999. 배추무사귀병 뿌리혹의 형성에 미치는 온도, 토양 수분, 토양 pH, 광의 영향. 식물병과 농업. 5(2): 84-89.
- 농촌진흥청. 2000. 십자화과채소의 뿌리혹병 발생생태 및 방제 대책 연구. 3차년도 완결보고서.
- 심홍식 외 3인. 1998. 배추 뿌리혹병 피해양상과 약제방제에 관한 연구. 작물 보호연구논문집. 40(1): 23-28.
- 장석원, 홍순성, 김성기, 김희동, 이은섭. 2000. 배추 무사마귀병 방제약제의 처리 방법 개선을 통한 방제효과 제고. 식물병 연구. 6(1): 39-42.
- 朝鮮總督府 勸業模範場. 1928. 勸業模範場研究報告-朝鮮作物病害目錄. 15: 77-78.
- Katling, J. S. 1968. The Plasmodiophorales. Hafner Publishing Company. N.Y. USA. 256p.
- 田村 實. 1977. ハクサイ根てぶ病の發生生態. 植物防疫. 31(9): 362-366.
- Tanaka, S. 1996. Recent progress in studies on clubroot disease of crucifers. Shokubutsu Boeki (Plant Protection) 50: 281-284.
- Yoshikawa, H. 1983. Breeding for clubroot resistance of crucifer crops in Japan. JARQ 17(1): 6-11.