

## 감자 주산지 식물기생선충 분포와 뿌리혹선충의 PCR 동정

조명래\* · 이영규<sup>1</sup> · 김집순<sup>1</sup> · 유동림<sup>1</sup>

농업생명공학연구원, <sup>1</sup>고령지농업연구소

## Occurrence of Plant-parasitic Nematodes in Major Potato Production Areas and PCR Identification of Root-knot Nematodes

Myoung Rae Cho\*, Young Gyu Lee<sup>1</sup>, Jum Soon Kim<sup>1</sup> and Dong Lim Yoo<sup>1</sup>

National Institute of Agricultural Biotechnology, RDA, Seodun-dong 225, Gwonsun-gu, Suwon 441-440, Korea

<sup>1</sup>National Institute of Highland Agriculture, RDA, Heonggye 1-20, Pyungchang, Gangwon-do, Korea

**ABSTRACT :** This study was conducted to get basic information on the occurrence of plant-parasitic nematodes for the establishment of nematode management strategy in major potato production areas in Korea. Nationwide soil collection was done in 11 areas of Cheju, Yesan, Gimchun, Goryoung, Hongchun, Pyungchang, Gimjae, Milyang, Namwon, Gangnung, and Inje in 2004-2005. Root-knot nematode juveniles(J2) were detected in 30 samples among the 50 samples. The average density was 12-69 J2/100cc soil. *Pratylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Ditylenchus* sp., *Tylenchus* sp., and *Tylenchorhynchus* sp. were also detected in various locations, however, their densities were very low. Root-knot nematode females were collected from tomato roots inoculated with the potato field soils for PCR-RFLP identification. The females from Cheju, Milyang, and Goryung showed PCR products of 500 bp. And the Dra I restriction enzyme digestions showing 290 bp and 230 bp fragments confirmed their identity as *Meloidogyne hapla*.

**KEY WORDS :** Potato, root-knot nematode, distribution, PCR-RFLP, *Meloidogyne hapla*

**초 록 :** 국내 주요감자재배지의 식물기생선충 발생상을 밝히기 위해 2004년과 2005년에 제주, 예산, 김천, 고령, 홍천, 평창, 김제, 밀양, 남원, 강릉, 인제 등 11개 감자 주산지를 대상으로 선충속별 종류와 밀도를 조사하였다. 채집한 토양시료 50개 중 30개에서 뿌리혹선충 유충이 검출되었으며 밀도는 12-69마리/토양 100cc 정도로 비교적 낮았다. 식물기생선충류 중 *Pratylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Ditylenchus* sp., *Tylenchus* sp., and *Tylenchorhynchus* sp.가 지역별로 검출되었으나 대부분 밀도는 매우 낮게 나타났다. 채집한 토양을 토마토 뿌리에 접종 후 뿌리혹선충을 배양하여 PCR-RFLP에 의한 정밀동정 결과 제주, 밀양, 고령에서 채집한 뿌리혹선충 암컷에서 500 bp의 PCR 산물을 얻었으며 제한효소 Dra I을 처리한 결과 290 bp 및 230 bp의 밴드가 형성되어 당근뿌리혹선충(*Meloidogyne hapla*)으로 동정하였다.

**검색어 :** 감자, 뿌리혹선충, 분포, PCR-RFLP, *Meloidogyne hapla*

\*Corresponding author. E-mail: mrchook@rda.go.kr

세계적으로 감자재배지에서 문제되는 식물기생선충은 씨스트선충류, 뿌리혹선충류, 줄기구근선충류, 뿌리썩이선충류 등이 있다. 이들 중 북유럽 및 세계 주요 감자생산지에서 가장 피해가 큰 선충은 감자씨스트선충류(Potato cyst nematode 또는 golden nematode, *Globodera rostochiensis* 및 potato cyst nematode 또는 white cyst nematode, *Globodera pallida*)이다 (Mai, 1977). 씨스트선충류는 암컷 생육 후기에 껍질이 단단한 씨스트(cyst) 내부에 알을 낳기 때문에 불리한 조건에서도 오랫동안 토양내에 잔존하여 약제방제가 어렵다. *G. rostochiensis*와 *G. pallida* 모두 페루지역이 원산지로 추정되며 유럽 및 중남미에 널리 분포되어 있다(Franco, 1986). 세계 각국에서는 감자씨스트선충류를 중요한 검역대상해충으로 지정하여 관리하고 있으며 우리나라에는 분포되어 있지 않다.

국가별로 지역에 따라서는 뿌리썩이선충류(Lesion nematode, *Pratylenchus penetrans* 및 *P. neglectus*)가 문제되기도 하며 궁침선충류(Stubby root nematode, *Paratrichodorus* sp.) 및 감자썩이선충(potato rot nematode, *Ditylenchus destructor*) 등에 의한 피해가 나타나기도 한다 (Ferris et al., 1994).

감자씨스트선충류 다음으로 감자에서 피해가 많고 분포범위가 넓은 종류는 뿌리혹선충류이다. 뿌리혹선충류(*Meloidogyne* spp.)은 세계적으로 약 100여종이 보고되어 있으며(Santo et al., 1980) 국내에는 전세계적으로 가장 분포도가 넓은 고구마뿌리혹선충(*M. incognita*), 당근뿌리혹선충(*M. hapla*), 땅콩뿌리혹선충(*M. arenaria*), 자바뿌리혹선충(*M. javanica*) 등 4종 외에 양다래에서 분포가 확인된 *M. cruciani*와 기주식물이 확인되지 않은 *M. hispanica* 등 6종이 보고되어 있다(Cho et al., 2000). 우리나라에서는 특히 시설재배지에서 뿌리혹선충의 피해가 큰데 참외 주산단지인 경북 성주군의 경우 뿌리혹선충 포장감염율은 85%에 이르며 포장내 감염주율은 60.5%로 뿌리혹선충이 시들음병과 함께 연작장해의 중요한 요인 중의 하나로 보고된 바 있다(Park et al., 1995).

뿌리혹선충류 중 세계적으로 감자재배지에 문제가 되는 종들은 고구마뿌리혹선충(*M. incognita*), 당근뿌리혹선충(*M. hapla*), 컬럼비아뿌리혹선충(*M. chitwoodi*) 등 3종이다. 이들 중 특히 컬럼비아뿌리혹선충이 감자생산지의 주요 방제대상이 되고 있다(Golden et al., 1980). 컬럼비아뿌리혹선충은 10°C 이상 되어야 활동하는 당근뿌리혹선충과 달리 저온인 토양온도 5°C 이상만 되면 생육이 가능하여 노지재배 감자에서 특히 문제가 되고 있다

(Pinkerton et al., 1991). 뿌리혹선충이 감염되면 밀도가 낮을 경우 지상부 생육은 크게 차이가 나지 않으나 감자괴경의 표피 내부에 1 mm 정도의 작은 점 모양의 갈변 증상이 나타난다. 감염율이 높을 경우 가공성이 매우 떨어지므로 경제적인 손실이 크다 (Nyczepir et al., 1982).

컬럼비아뿌리혹선충은 1980년에 미국 북서부의 오레곤 및 워싱턴 주에서 처음 보고되었으며 이 지역의 컬럼비아강에서 유래한 이름이 붙여졌다. EU지역에는 1980년대에 화란에서 처음 보고되었으나 보존된 선충표본 조사에 의하면 그 이전인 1930년대부터 유럽지역에 분포해 온 것으로 추정되고 있다. 미국 북부 지역 역시 1960년대부터 분포가 확인된 것으로 알려져 있다(Santo et al., 1980). 세계적으로 분포 국가는 EU 지역에 벨기에, 독일, 화란 등의 북유럽 국가들, 남아프리카에는 남아공, 북미지역에는 멕시코, 미국(캘리포니아, 콜로라도, 아이다호, 네바다, 오레곤, 유타, 워싱턴, 버지니아 일부) 및 남미의 아르헨티나 등이다. 종내에 Race 1, 2, 3이 보고되어 있다. 기주식물은 지역별 및 선충 race에 따라 피해 정도의 차이가 있으나 감자, 토마토, 보리, 밀, 귀리, 옥수수, 사탕수수, 알팔파(race 2의 기주), 당근(race 1의 기주), 완두(*Pisum sativum*), *Phaseolus vulgaris*, *Scorzonera hispanica* 등이 보고되어 있으며 양파 및 수박에서도 생육이 가능하다고 보고되고 있다(Ferris et al., 1993; Mojtahedi et al., 1988).

저온에서 생육이 가능하고 기주범위가 넓은 컬럼비아뿌리혹선충은 사질양토에서는 지하 1 m까지도 분포하여 농약에 의한 완전 방제가 불가능하다. 따라서 세계 각국에서는 이 선충의 유입을 방지하기 위해 검역해충으로 지정하여 관리하고 있다. 우리나라에서는 검역대상해충으로 관리병해충으로 지정되어 있다.

우리나라 감자재배지에 분포하는 식물기생선충류에 대해서는 강원도 및 경상남북도 12개 시군 41개 포장에서 조사한 결과 총 11과 16속 27종의 선충이 검출되었고, 당근뿌리혹선충(*M. hapla*), 마늘줄기선충(*Ditylenchus dipsaci*), 감자썩이선충(*D. destructor*) 등이 일부 포장에서 밀도가 높아 중요한 종인 것으로 보고된 바 있다(Choi and Choi, 1982). 그러나 이후 감자재배지의 선충 분포상에 대해서는 전국적인 조사가 이루어지지 못하였다.

본 연구는 감자 가공산업에서 가장 중요한 원료의 안정적인 생산과 공급을 위해 국내 감자생산지의 식물기생선충에 대한 병해충 관리체계 확립에 필요한 기초자료를 제공코자 국내 주요 감자재배지의 토양을 채집하여 식물기생선충의 분포를 밝히는데 목적을 두었다.

## 재료 및 방법

### 감자재배지의 식물기생선충 분포 조사

국내 감자 주산지인 제주, 충남 예산, 경북 김천 및 고령, 강원도 홍천 및 평창에서 감자 생육 기간 중인 2005년 5월에서 8월 사이에 감자 피경 주위의 토양을 채집하였다. 농가별로 약 1,000cc의 토양을 채집하여 실험실로 운반한 후 4°C 냉장고에 보관하면서 토양내의 선충을 분리하였다. 토양 시료를 잘 혼합한 후 100 cc를 취하여 Combined sieving & centrifugation method로 선충을 분리하였으며 FG-4:1 용액으로 고정하였다. 선충의 종류 및 밀도 조사는 해부현미경하에서 실시하였다.

### 뿌리혹선충류의 정밀동정

뿌리혹선충의 정밀동정을 위해 감자 주산지인 제주, 김제, 밀양, 남원, 예산, 강릉, 홍천, 인제, 김천, 고령 지역의 감자재배지에서 2004년 11월부터 2005년 8월까지 토양을 채집하였다. 채집한 토양은 4°C 냉장고에 보관하다가 뿌리혹선충 배양용 기주식물인 토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Sweet) 4주 묘의 뿌리 주변에 접종하였다. 접종 후 15 cm 화분에 심어 온실내에서 재배하다가 7-8주 후에 뿌리를 수확하였다. 뿌리혹이 형성된 뿌리로부터 해부현미경 하에서 암컷을 분리해 내어 -20°C에 냉동보관하였다.

뿌리혹선충 암컷으로부터의 DNA 분리는 nuclease-free water(Promega Co., Madison, WI)에 물리적으로 선충을 갈아주어 즉시 PCR의 template로 이용하는 간단한 방법을 이용하였다(Han *et al.*, 2004). 암컷선충은 살균된 증류수로 여러 번 행구어 표면을 깨끗하게 씻어 주었다. 선충 표면의 물기를 Kimwipes로 살짝 닦아서 닦아준 후, 5 µl의 nuclease-free water(Promega Co., Madison, WI)로 미리 채워둔 multicell plate(Nalgen Nunc International, Rochester, NY)로 옮겼다. 선충을 분쇄하기 위해서 끝을 불꽃으로 동그랗게 봉합한 플라스틱 피펫팁으로 가능한 섬세한 입자로 갈아준 다음, 3 µl를 PCR tube에 옮겨 다른 PCR reagent와 섞어준 후 즉시 PCR을 시행하였다.

PCR을 위해서는 PCR buffer(10 mM Tris-HCl, 40 mM KCl, 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>, pH 9.0), 250 µM dNTP, 각각 0.05 µM primer, 1.0 U Taq DNA polymerase(TaKaRa Bio Inc. Shiga, Japan), 그리고 2 µl DNA template를 혼합한 총 50 µl를 반응에 이용하였다. 증폭하고자 하는 mitoc-

hondrial DNA 중 COII(Cytochrome oxygenase II)와 Lr-RNA(Large ribosomal RNA subunit)의 구간은 forward primer 5'-GGTCAATGTTTCAGAAATTTGTGG-3'와 reverse primer 5'-TACCTTTGACCAATCACGCT-3'를 첨가하여 증폭하였다. 적정 PCR 조건은 95°C에서 denaturation(1 min), 58°C에서 annealing(2 min), 72°C에서 extension(3 min)의 기본 35 cycle과 초기 95°C, denaturation(5 min), 마지막 72°C extension(10 min)을 실시하였다. PCR program은 DNA thermal cycler(Biometra, UNOII)에서 수행되었으며, PCR products(5 µl)는 1% agarose gel electrophoresis를 통하여 확인하였다.

PCR에서 증폭된 DNA 패턴이 500 bp의 당근뿌리혹선충 특성을 나타내었으므로 컬럼비아뿌리혹선충과의 구분을 위해 제한효소 Dra I을 사용하였다. 5-10 units의 제한효소와 각각의 reaction buffer, PCR product를 섞은 후 최종적으로 증류수를 첨가하여 20 µl로 조절하여 37°C water bath에서 1시간 동안 처리하여 충분한 효소활성 시간을 유지시킨 후, 그 결과는 1% agarose gel electrophoresis를 통해 확인하였다.

## 결과 및 고찰

주요 감자재배지에서 2005년 5월부터 8월까지 토양을 채집하여 선충을 분리하고 식물기생선충 속별로 종류와 밀도를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 제주지역 24개 재배지에서는 13개 시료에서 뿌리혹선충 유충이 검출되었다. 평균 밀도는 11.5마리였으며 토양 100cc 당 3-30마리 정도의 비교적 낮은 밀도를 나타내었다.

충남 예산에서는 3개 시료 모두에서, 경북 김천에서는 8개 시료 중 2개, 고령에서는 6개 시료 중 1개, 강원도 홍천에서는 4개 시료 중 3개, 평창에서는 3개 시료 모두에서 각각 뿌리혹선충 유충이 검출되었다. 평창에서 뿌리혹선충 유충 밀도가 토양 100cc 당 69마리로 가장 높았으며 다른 지역에서는 14-23마리 내외로 비교적 낮았다.

감자재배에서 문제가 될 수 있는 뿌리썩이선충류(*Pratylenchus* sp.)는 제주지역에서 24개 시료 중 12개 시료에서 검출되어 빈도가 높았다(Table 1). 평균 밀도는 토양 100cc 당 14마리로 낮았으며 시료 중 밀도가 높은 경우에는 64마리인 경우도 있었다. 다른 지역 시료에서는 예산에서 1개, 고령에서 1개 시료에서 뿌리썩이선충이 검출되었으나 밀도는 역시 토양 100cc 당 6-10마리로 비교적 낮았다. 그러나 뿌리썩이선충은 식물 뿌리 내부 기생선충

이므로 토양 내 밀도가 낮다고 하더라도 뿌리내부에서는 상당한 피해를 초래할 수 있으므로 이에 대한 정밀한 조사와 방제대책 마련이 필요한 것으로 생각된다.

나선선충류(*Helicotylenchus* sp.)는 제주지역 24개 시료 중 11개 시료와 김천의 1개 시료에서 검출되었다(Table 1). 제주지역에서 평균 밀도는 토양 100 cc 당 19마리로 낮았다. 줄기구근선충류인 *Ditylenchus* 속 선충은 제주에서 13개 시료, 예산에서 1개, 고령에서 5개, 홍천에서 1개, 평창에서 3개 시료에서 검출되었으나 밀도는 토양 100cc 당 2-48마리 정도로 낮았다. 참선충류인 *Tylenchus* 속 선충은 전체 50개 시료 중 7개에서, 위축선충류인 *Tylenchorhynchus* 속 선충은 4개 시료에서 검출되었으나 평균 밀도가 토양 100cc 당 각각 7-16마리, 11-17마리로 낮아 감자에 피해가 나타날 정도는 아닌 것으로 생각된다.

비기생성 선충인 *Dorylaimus* 속 선충은 전체 50개 시료 중 22개, 부식성선충은 49개 시료에서 검출되었다. 부식성선충은 지역별 평균 밀도가 토양 100cc 당 73-450마리까지 다양하게 나타났다. 부식성선충은 토양내에서 분해자로서 역할을 수행하여 감자에는 영향이 없으며 대체적으로 비옥하거나 유기물이 많은 토양에서 밀도가 높게 나타난다.

본 조사에서 감자재배에 문제가 될 수 있는 선충인 뿌리혹선충은 2005년에 채집한 6개 지역 모두에서 그리고 전체 50개 시료 중 30개 시료에서 검출되었는데 밀도는 대체

로 낮게 나타나 실제 감자생산에 영향을 줄 정도는 아닌 것으로 생각된다. 미국의 감자재배지에서 문제가 되고 있는 컬럼비아뿌리혹선충(*M. chitwoodi*)은 전년도 가을의 토양 100cc당 유충 또는 알 밀도가 13.3 이었을 때 10% 정도의 감자에서 피해흔적(blemish)이 발생한다고 하였으나 현재의 선충밀도 조사방법으로는 정확한 선충 밀도와 피해에 대한 관계설정은 어렵다고 하였다(Ferris *et al.*, 1990). 본 조사에서는 평창을 제외한 대부분 지역에서 감자 생육기 중의 토양 100cc당 유충 밀도가 농가별로 11-23마리 정도였으므로 감자 수량에 피해가 발생할 정도는 아닌 것으로 생각된다. 가장 밀도가 높은 곳은 평창의 한 재배지로 토양 100cc 당 122마리로 참외재배지에서 토양 300cc 당 33,000마리까지 검출된 사례와 비교하면 뿌리혹선충의 밀도가 매우 낮은 정도였다(Park *et al.*, 1995). 과채류 재배지에서 높은 밀도를 보이는 뿌리혹선충의 밀도가 낮게 나타난 이유는 본 조사가 노지재배 감자를 대상으로 하였기 때문으로 생각된다. 뿌리혹선충은 적당한 온도조건에서 약 4주만에 한 세대를 완료하여 증식이 가능하나 우리나라에서 노지재배하는 감자는 생육기간이 약 90일 내외로 짧고 노지상태에서 선충 증식에 유리한 온도조건이 제공되지 않으므로 시설작물의 경우처럼 뿌리혹선충이 높은 밀도로 증가하기는 어려운 것으로 사료된다. 본 조사에서 나타난 것처럼 낮은 밀도일 경우 실제 감자에 피해정도도 낮은 것으로 생각되며 토양

Table 1. Nematodes found in potato cultivation fields

Locations & collection month	No. of fields sampled	No. of fields nematode detected by genus & nematode number (AVG±STD & range)/100cc soil							
		<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Ditylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	<i>Tylenchorhynchus</i>	<i>Dorylaimus</i>	Saprazoic
Cheju 2005. 5	24	13 11.5±8.1 (3-30)	12 13.8±16.8 (2-64)	11 19.3±21.3 (3-64)	13 11.0±8.1 (2-24)	4 6.5±6.4 (2-16)	-	12 11.2±13.9 (2-53)	24 73.0±77.7 (12-266)
Yesan 2005. 5	3	3 15.7±4.5 (11-20)	1 6	-	1 16	-	2 16.5±0.7 (16-17)	-	3 145.7±34.5 (112-181)
Gimchun 2005. 7	8	2 18.5±3.5 (16-21)	-	1 16	-	-	-	5 17.0±9.6 (5-32)	8 449.9±392.2 (138-1,333)
Goryung 2005. 7	8	6 23.2±11.6 (11-42)	1 10	-	5 9.8±4.2 (5-15)	3 16.0±11.3 (16-32)	1 11	3 30.0±20.8 (6-42)	7 326.4±195.8 (58-602)
Hongchun 2005. 8	4	3 14.3±11.4 (5-27)	-	-	1 27	-	-	-	4 165.3±202.0 (32-464)
Pyungchang 2005. 8	3	3 69.0±46.2 (37-122)	-	-	3 23.0±22.3 (5-48)	-	1 11	2 5.5±0.7 (5-6)	3 309.3±259.7 (11-485)
Total	50	30	14	12	23	7	4	22	49

채집 시 재배농민들과의 면담에서도 노지의 경우 뿌리혹선충의 피해는 별로 문제되지 않는 것으로 나타났다.

국내 감자재배지에 분포하는 뿌리혹선충류의 정밀동정을 위한 암컷배양을 위해 감자재배지에서 채집한 토양을 토마토 뿌리에 접종하여 재배 후 뿌리혹선충의 증식여부를 조사한 결과는 표 2와 같다.

전국 12개 주요 감자재배지에서 2004년 11월부터 2005년 8월 사이에 채집한 토양을 토마토에 접종하여 뿌리혹선충에 의한 뿌리혹 형성 여부를 조사한 결과 전체 108개 시료 중 13개 시료에서 뿌리혹선충의 증식이 확인되었다(Table 2). 감자재배지 토양에서 선충을 분리한 결과에서는 50개 시료 중 30개 시료에서 뿌리혹선충이 검출되어 60%의 검출율을 보였으나(Table 1) 선충 정밀동정을 위해 채집한 토양을 뿌리에 접종하여 뿌리혹형성 여부를 조사한 결과는 약 12%로 낮게 나타났다(Table 2). 이러한 결과는 감자재배지의 뿌리혹선충의 밀도가 높지 않았고(Table 1) 일부 토양시료는 냉장고 내 보관기간이 약 8개월 정도로 유충의 활력이 낮아 토양 접종에 의한 뿌리로의 침투 성공률이 낮았기 때문으로 생각된다.

감자재배지에 분포하는 뿌리혹선충류의 PCR을 이용한 정밀동정을 위해 2004년과 2005년에 채집한 토양 일부를 토마토에 접종하여 배양 후 지역별로 2-22마리의 신선한

암컷을 분리하였는데 PCR동정에 사용된 5개 지역시료의 선충채집지 및 조사시기는 각각 북제주군 대정읍 신평리('04년 11월), 대정읍 상모리('04년 11월), 남제주군 성산읍 수산리('05년 6월), 밀양읍 수산리('04년 11월) 및 고령군 개진읍('05년 7월)이었다.

뿌리혹선충류의 PCR 동정에 일반적으로 이용되는 C2 F3 및 1108 두개의 primer를 사용하여 mtDNA를 증폭한 결과 5개 시료에서 모두 500 bp의 결과물을 얻을 수 있었다(Fig. 1). 500 bp의 PCR 산물에 제한효소 Dra I을 처리한 결과 5개 시료에서 모두 290 bp 및 230 bp의 단편이 검출되었다(Fig. 2). 컬럼비아뿌리혹선충(*M. chitwoodi*)의 경우 500 bp의 PCR 산물이 Dra I 제한효소 처리 시 290, 130 및 100 bp의 단편으로 나누어진다(Powers and Harris, 1993). 따라서 본 조사에서 채집된 감자재배지의 뿌리혹선충은 PCR-RFLP로 동정한 결과 모두 당근뿌리혹선충(*Meloidogyne hapla*)으로 확인되었다(Figs. 1, 2).

본 조사에서는 제주, 밀양, 고령의 암컷 PCR을 통해 모두 당근뿌리혹선충(*M. hapla*)으로 동정되었는데 이러한 결과는 1980년대에 강원도 및 경상도 지역 감자재배지에 분포하는 뿌리혹선충류가 대부분 당근뿌리혹선충이었다는 보고(Choi and Choi, 1982)와 같은 경향을 나타내었다. 그러나 그 당시에도 감자 주산지 일부지역에서 고구마

**Table 2.** Root-knot nematode female collection from tomato roots inoculated with soils from major potato cultivation areas for PCR-RFLP identification

Collection sites	Survey dates	Sample numbers	No. of samples root-knot formed	No. of females isolated
Cheju	'05.5.30	24	4	20
	'04.11.5	24	4	17
Gimjae	'04.11.11	12	0	-
	05.5.2	1	0	-
Milyang	'04.11.11	12	2	22
Namwon	'05.5.2	2	0	-
Yesan	'05.6.15	3	0	-
Gangnung	'05.6.22	3	0	-
Hongchun	'05.6.23	3	0	-
Inje	'05.7.7	1	0	-
Gimchun	'05.7.5	8	0	-
Goryoung	'05.7.5	8	1	6
Pyungchang	'05.8.4	3	1	3
Hongchun	'05.8.4	4	1	2
Total	-	108	13	-

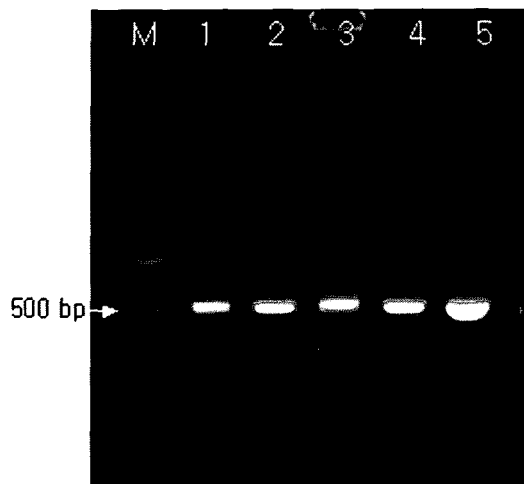


Fig. 1. PCR amplification of mitochondrial DNA (COII/ rRNA) from root-knot nematode females on 1% agarose gel. M: Marker, 1-3: Cheju, 4: Milyang, 5: Goryung.

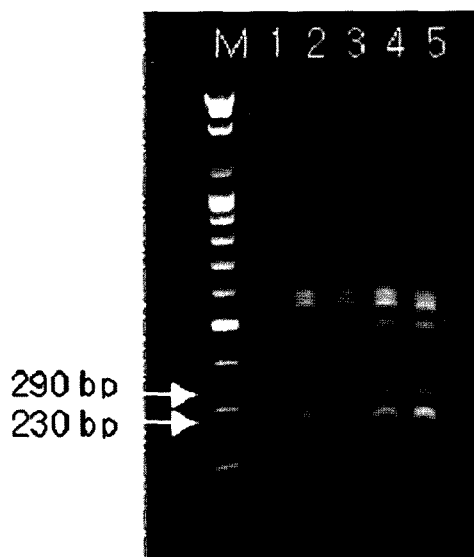


Fig. 2. Restriction enzyme digestion pattern of mitochondrial DNA (COII/LrRNA) amplified from *Meloidogyne hapla* on 1% agarose gel. M: Marker, 1-3: Cheju, 4: Milyang, 5: Goryung.

뿌리혹선충(*M. incognita*)가 검출되었다고 하였고(Choi and Choi, 1982), 수원외의 감자포장에서는 자바뿌리혹선충(*M. javanica*)이 검출되었다고 보고(Choi and Choo, 1978)된 바 있다. 최근에는 겨울감자재배가 온실내에서도 이루어지고 있고 국내 시설재배지에는 땅콩뿌리혹선충(*M. arenaria*)을 포함한 뿌리혹선충류 주요 4종이 발생하고 있으므로(Cho et al., 2000; Han et al., 2004) 금후보다 광범위한 조사와 PCR법을 이용한 정밀동정이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

본 조사에서는 국내 주요 감자재배지에 뿌리혹선충류가 우점종으로 분포하고 있으며 정밀동정 결과 당근뿌리혹선충(*M. hapla*) 1종인 것이 확인되었다. 최근 국가간 농산물 교역의 증가로 외국으로부터 각종 종자, 유묘, 묘목 등 다양한 식물체가 수입되고 있으며 특히 외국의 감자 생산국들에서 문제가 되고 있는 컬럼비아뿌리혹선충(*M. chitwoodi*)과 씨스트선충류(*Globodera* spp.)의 국내 발생이 우려되고 있을 뿐만 아니라 지구 온난화 및 작물별 재배작형 변화에 따라 국내의 식물기생선충 분포상에도 변화가 나타날 것으로 예상된다. 따라서 추후 지속적인 모니터링을 통해 국내 감자재배지에 분포하는 식물기생선충류, 특히 문제가 될 수 있는 뿌리혹선충류의 종류 및 밀도조사가 이루어져 감자의 안정적 생산을 위한 기초 자료로 제공되어야 할 것으로 생각된다.

## 사 사

본 연구는 (주)오리온스넥인터내셔널의 지원으로 수행되었으며 실험을 도와 준 고려지농업연구소 자원식물원 구실원들과 최미숙연구원에 감사드립니다.

## Literature Cited

- Cho, M.R., B.C. Lee, D.S. Kim, H.Y. Jeon, M.S. Yiem, and J.W. Lee. 2000. Distribution of plant-parasitic nematodes in fruit vegetable production areas in Korea and identification of root-knot nematodes by enzyme phenotypes. *Kor. J. Appl. Entomol.* 39:123-129.
- Choi, Y.E., and D.R. Choi. 1982. Survey on potato parasitic nematodes. *Kor. J. Plant Prot.* 21:146-152.
- Choi, Y.E., and H.Y. Choo. 1978. A study on the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) affecting economic crops in Korea. *Kor. J. Plant Protec.* 17(2):89-98.
- Franco, J. Potato cyst nematode *Globodera* spp. 1986. Technical Information Bulletin, CIP. No. 9, 19 pp.
- Ferris, H., H. Carlson, D. Viglierchio, B. Westerdahl, F. Wu, C. Anderson, A. Juurma, and D. Kirby. 1993. Host status of selected crops to *Meloidogyne chitwoodi*. *Ann. Appl. Nematol.* 25: 849-857.
- Ferris, H., H.L. Carlson and B.B. Westerdahl. 1994. Nematode population changes under crop rotation sequences: consequences for potato production. *Agro. J.* 86:340-348.
- Ferris, H., T.A. Mullens, and K.E. Foord. 1990. Stability and characteristics of spatial description parameters for nematode populations. *J. Nematol.* 22:427-439.
- Golden, A.M., J.H. O'Bannon, G.S. Santo, and A.M. Finley. 1980. Description and SEM observation of *Meloidogyne chitwoodi* n. sp. (*Meloidogynidae*), a root-knot nematode on potato in the Pacific

- Northwest. *J. Nematol.* 12:319-327.
- Han, H.H., M.R. Cho, H.Y. Jeon, C.K. Lim and H.I. Jang. 2004. PCR-RFLP identification of major *Meloidogyne* species in Korea. *J. Asia-Pac. Entomol.* 7:171-175.
- Mai, W.F. 1977. Worldwide distribution of potato-cyst nematodes and their importance in crop production. *J. Nematol.* 9:30-34.
- Mojtahedi, H., G.S. Santo, and J.N. Pinkerton. 1988. Differential response of Thor Alfalfa to *Meloidogyne chitwoodi* races and *M. hapla*. *J. Nematol.* 20:410-416.
- Nyczepir, A.P., J.H. O'Bannon, G.S. Santo, and A.M. Finley. 1982. Incidence and distinguishing characteristics of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* in potato from the northwestern United States. *J. Nematol.* 14:347-353.
- Park, S.D., S.D. Park, T.Y. Kwon, H.S. Jun, and B.S. Choi. 1995. The occurrence and severity of damage by root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in controlled fruit fruit vegetable field. *RDA J. Agri. Sci.* 37(C.P.):318-323.
- Pinkerton, J.N., Santo, G.S., and Mojtahedi, H. 1991. Population dynamics of *Meloidogyne chitwoodi* on Russet Burbank potatoes in relation to degree-day accumulation. *J. Nematol.* 23:283-290.
- Powers, T.O., and T.S. Harris. 1993. A polymerase chain reaction method for identification of five major *Meloidogyne* species. *J. Nematol.* 25:1-6.
- Santo, G.S., J.H. O'Bannon, A.M. Finley, and A.M. Golden. 1980. Occurrence and host range of a new root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in the Pacific Northwest. *Pl. Dis.* 64:951-952.

(Received for publication 9 March 2006;  
accepted 29 March 2006)