

한국미기록종인 잔디뿌리혹선충, *Meloidogyne marylandi* (참선충목 : 씨스트선충科)에 대한 보고

강상진 · 박병용* · 최동로* · 한상찬

(안동대학교 생명자원과학부, *농업과학기술원 작물보호부)

First Report of *Meloidogyne marylandi* (Tylenchida : Heteroderidae) in Korea

Kang, Sang Jin, Byeong Yong Park*, Dong Ro Choi* and Sang Chan Han

(School of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong, 760-749, Korea

*National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea)

ABSTRACT

Meloidogyne marylandi Jepson & Golden, 1987 is described from Zoysia grass collected in Cheonan, Korea. The nematode did not produce galls, and females were generally surrounded by a massive egg sac. Perineal patterns of female were a high to rounded arch with shoulders, wavy striae usually forming a rough. Vulva and anus were sunken. Second-stage juvenile body length was 390.3 μm (290-430), tail length 55.1 μm (49-59) and lateral field with 4 incisures. Male stylet length was 18.1 μm (15-24), spicules length 26.2 μm (23-29) and lateral field with 4-5 incisures.

Key words : *Meloidogyne marylandi*, Zoysia grass, Perineal pattern

서 론

농작물에 해를 끼치는 많은 요인들이 있음에도 불구하고, 식물기생선충은 가장 널리 분포하는 성질을 가지며, 경제적으로 매우 중요한 해충 그룹중의 하나이다(Hewlett와 Tarjan 1983). *Meloidogyne marylandi*는 대표적인 난지형 잔디종인 Bermuda 잔디와 Zoysia 잔디에서 발견이 되었다. 이 종은 2령충의 꼬리길이, Hyaline 길이의 차이점과 같은 형태적인 차별성으로 인하여, *M. graminis* (Sledge와 Golden 1964, Whitehead 1968)에서 분화되었다(A.M. Golden 1989). 한국의 경우 들잔디, *Zoysia japonica*에서 *M. incognita*가 보고되었고(Choo 등 1998), Creeping bentgrass에 대한 감염 여부는 아직 미확인 상태이다. 미국의 경우, Creeping bentgrass에서는 *M. naasi*에 대한 5개 races가 밝혀져 있으며(Michell 등 1973), 뿌리혹선충의 존재는 잔디에 심각한 피해를 일으키는 실정이다. 천안 상록수 골프장의 그린과 티의 잔디 피해 원인을 조사하던 중에 뿌리혹선충이 검출되었다. 선충이 기생된 잔디의 뿌리는 끝이 잘린 것 같이 뭉뚱하고, 갈변되며, 지상부가 황변되는 피해가 나타났다. 이 선충은 뿌리에 혹을 형성하지 않으며, 암컷의 경우 몸

의 후반부를 뿌리 곁에 노출시키고 난낭을 밖으로 노출하고 있다. 난지형 잔디, *Z. japonica*의 주종으로 재식된 Tee, Fairway, Rough의 골프 코스에서는 뿌리혹선충의 감염이 확인되었다. 이 선충의 형태적인 특징을 조사하여 기 보고된 종과 비교분석한 결과, 한국에서는 처음으로 발견되는 뿌리혹선충이므로 국내 미기록 종으로 보고하는 바이다.

재료 및 방법

선충 분리

천안 상록수 골프장에서 뿌리혹선충에 감염된 잔디, *Zoysia* 잔디를 core를 이용해서 직경 10 cm, 높이 4.5 cm (670 g)로 시료를 채취하였다. 시료는 2 l beaker에 12시간 동안 증류수에 보관한 후 Baermann 깔대기법으로 선충을 분리해 내었다. 분리된 선충은 70°C의 F:G 4-1 용액에 고정시킨 후 Seinhorst법으로 표본을 제작하였다. 암컷 성충과 난낭은 잔디뿌리를 Phloxine B 0.0015%에 15분간 뿌리를 담근 후, 흐르는 물에서 뿌리에 묻은 시약을 씻어내고, 붉게 염색된 난낭을 형성한 암컷을 해부현미경 밑에서 채

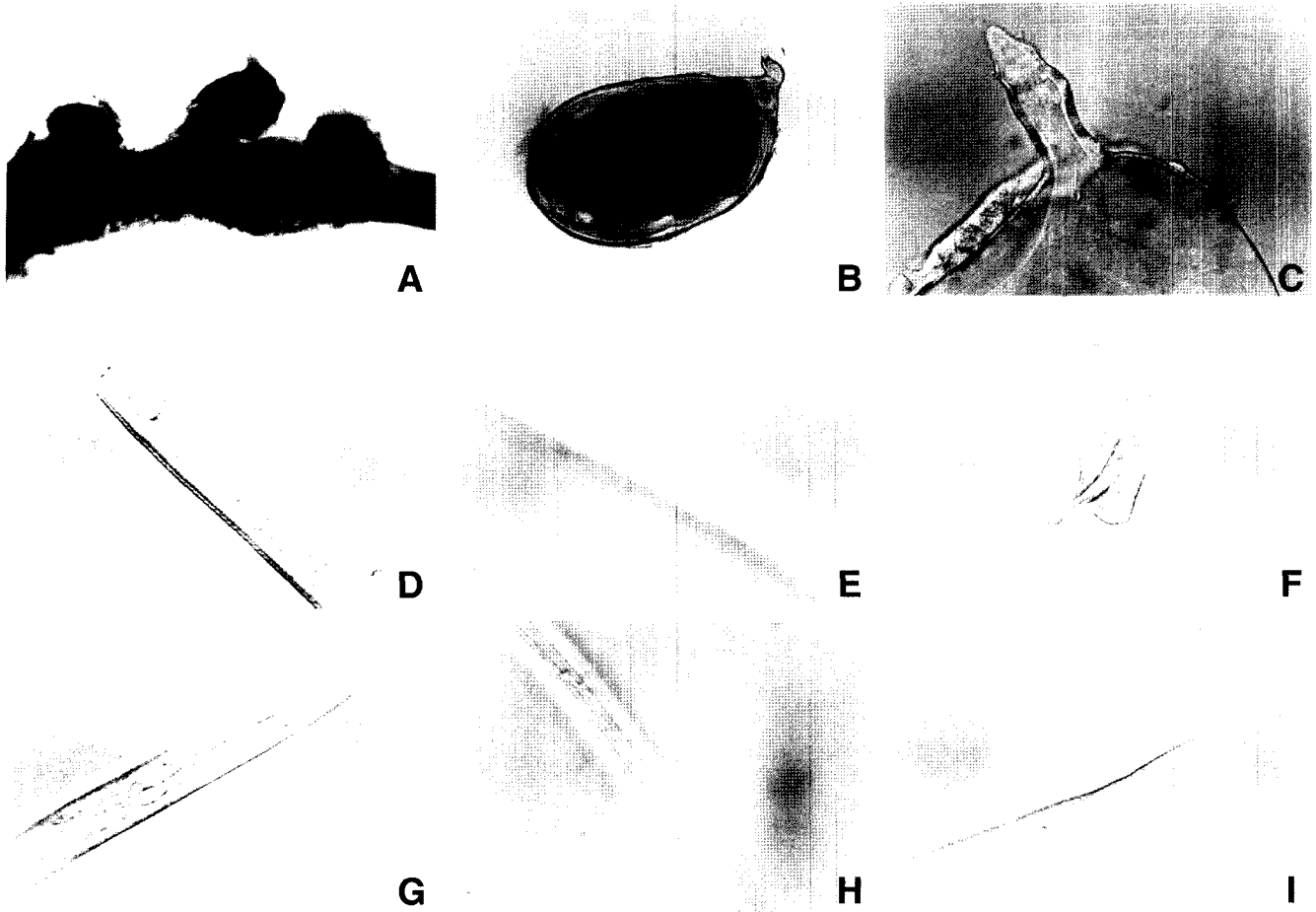


Fig. 1. Photos showing morphological characters of *Meloidogyne marylandi* collected from zoysia grass in Cheonan, Korea. A) Females attached to roots, B) Adult female, C) Head of female, D) Head of male, E) Five lateral lines of male, F) Posterior regions of male: spicules and gubernaculum, G) Head of second-stage juvenile, H) Four lateral lines of J2, I) Tail and inflated rectum of J2.

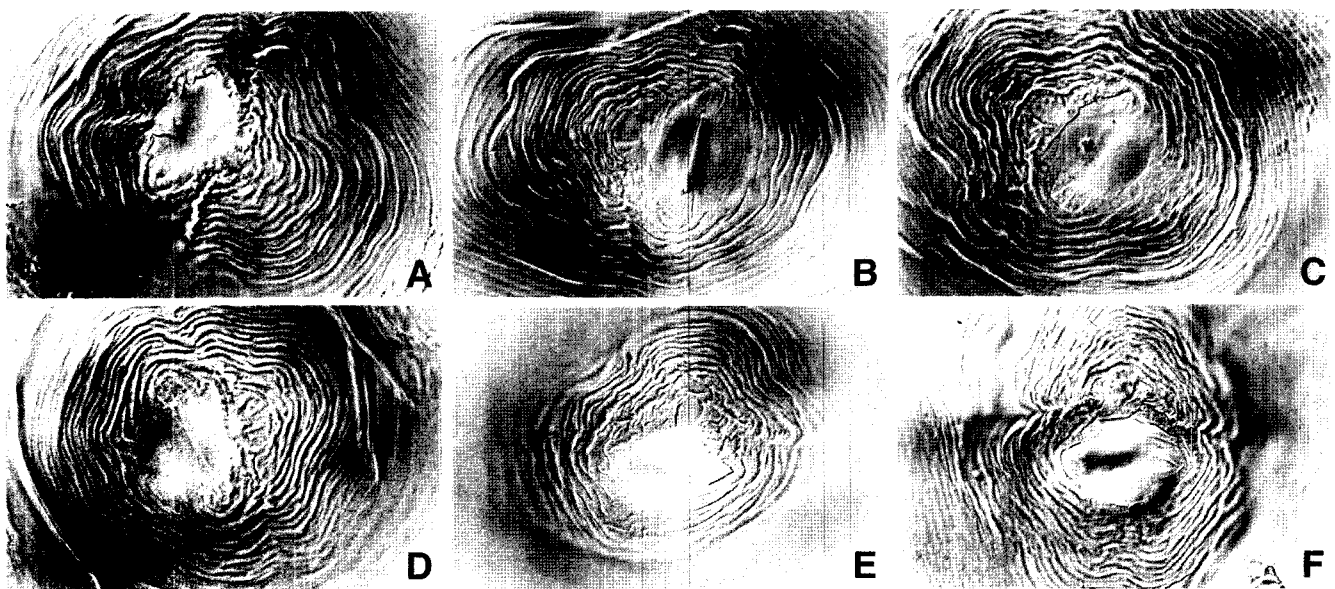


Fig. 2. Photos showing morphological characters of six female perineal patterns of *Meloidogyne marylandi* collected from zoysia grass in Cheonan, Korea.

잔디뿌리혹선충

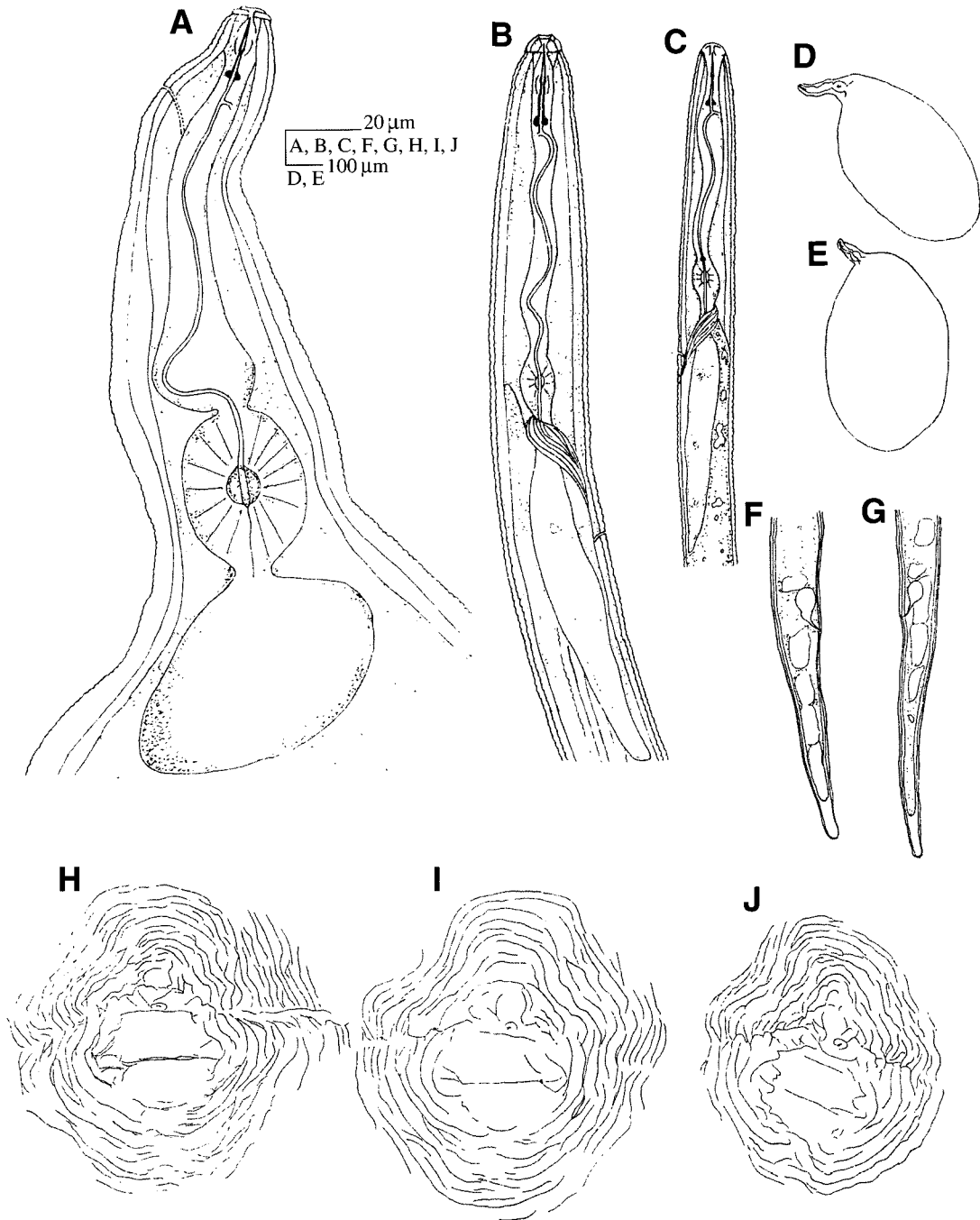


Fig. 3. Drawings of females, male and second-stage juveniles of *Meloidogyne marylandi* collected from *Zoysia* grass in Cheonan, Korea. A) Outlines of female, B) Anterior end of male, dorsal view, C) Anterior region of second-stage juvenile, D, E) Outlines of fully expanded females, F, G) Tails of second-stage juveniles, H, I, J) Perineal patterns.

집하였다.

Perineal 패턴 표본

뿌리혹선충에 감염된 식물 뿌리를 0.9% Sodium chloride 로 옮기고 해부현미경을 통해서, 난낭이 형성된 뿌리혹선충의 암컷을 분리하여 45% Lactic acid 용액에 옮겨 보관하

였다. Perineal 패턴 제작은 Taylor와 Netscher (1974)법에 의해서 제작하였다.

선충 측정

*M. marylandi*의 측정과 사진 촬영 그리고 선충 그림은 drawing tube가 설치된 DIC 현미경 (BX50 OLYMPUS)을

Table 1. Morphological characters (μm) of *Meloidogyne marylandi* collected from zoysia grass in Cheonan, Korea

Character	Male (n = 45)		Female (n = 31)		Juvenile (n = 59)	
	Range	Mean \pm SD	Range	Mean \pm SD	Range	Mean \pm SD
Body length	765.0-1421.0	1016.2 \pm 183.4	400.0-685.0	527.1 \pm 68.9	290.0-430.0	390.3 \pm 24.8
Body width	22.0-33.0	26.4 \pm 3.2	210.0-390.0	285.8 \pm 50.1	11.0-16.5	13.5 \pm 1.3
Ratios ¹ a	33.2-48.7	39.6 \pm 4.8	1.4-2.3	1.8 \pm 0.2	19.3-36.8	28.6 \pm 3.4
b	9.3-15.8	13.4 \pm 2.1	NA ³	NA	5.3-8.0	6.5 \pm 1.1
b'	3.9-6.5	4.7 \pm 0.8	NA	NA	3.0-4.0	3.5 \pm 0.3
c	73.3-32.8	98.6 \pm 19.9			6.3-7.8	7.0 \pm 0.7
Tail length	7.0-15.0	10.6 \pm 2.3			49.0-59.0	55.1 \pm 3.7
Stylet length	15.0-24.0	18.1 \pm 2.2	12.0-14.0	13.1 \pm 0.5	10.1-11.2	10.6 \pm 0.4
Stylet knobs height	1.2-3.3	2.2 \pm 0.6			1.0-1.3	1.1 \pm 0.1
Stylet knobs width	2.7-5.0	3.5 \pm 0.6	2.8-4.0	3.3 \pm 0.4	2.0-2.5	2.1 \pm 0.2
Excretory pore from anterior end	97.0-151.0	116.3 \pm 19.1	9.0-25.0	17.5 \pm 4.9	62.2-69.0	66.5 \pm 2.6
Center of median bulb from anterior end	58.0-75.0	67.9 \pm 4.7	69.0-135.0	98.6 \pm 17.0	49.0-55.0	51.7 \pm 1.7
Spicules	23.0-29.0	26.2 \pm 1.7				
Gubernaculum	5.5-7.2	6.4 \pm 0.8				
Head cap	1.0-1.8	1.3 \pm 0.2	NA	NA	2.0-3.0	2.4 \pm 0.4
Head region	2.0-3.8	2.8 \pm 0.4	NA	NA		
Head region width	7.0-11.9	8.6 \pm 1.4	NA	NA	4.7-5.7	5.2 \pm 0.3
Head width/height ratio	1.6-2.2	1.9 \pm 0.2	NA	NA	1.8-2.5	2.1 \pm 0.2
Base of stylet to DGO ²	1.2-3.2	2.3 \pm 0.5	3.0-4.1	3.7 \pm 0.4	1.5-3.0	2.4 \pm 0.5
Lateral field	4-5				4	
Hyaline tail terminal					7.0-14.0	11.5 \pm 1.7
Width of tail at hyaline portion					3.4-5.0	4.2 \pm 0.4
Width of tail 5 μm apart from tail tip					1.8-3.7	2.6 \pm 0.4
Vulva slit length			16.0-20.0	18.2 \pm 1.3		
Vulva slit to anus			12.1-17.8	14.5 \pm 1.9		
Cuticle thickness on neck			5.0-12.0	7.6 \pm 1.8		
Cuticle thickness on midbody			5.0-15.0	9.6 \pm 3.4		

¹'a' represents a ratio of body length/body width, 'b' represents a ratio of body length/distance from anterior end to junction of oesophagus and intestine, 'b'' represents a ratio of body length/distance from anterior end to posterior end oesophageal glands, 'c' represents a ratio of body length/tail length.

²'DGO' represents a dorsal oesophageal gland outlet.

³'NA' represents 'not assessed'.

사용하였으며, De Man (1880)법 그리고 Jepson과 Golden (1987)의 방법에 따라서 측정이 이루어졌다.

결 과

암컷

뚜렷한 목 부위를 가지며, 전체적인 외형은 서양배 모양이며, 길게 늘어진 공 모양이다 (Fig. 1B). 2-3회 휘어진 목을 가지고 있으므로, 특히 목 부위의 표피가 강하게 발달되어 있다 (Fig. 1C). 식도는 잘 발달되어 있고, 식도전반부가 길게 형성되어 있다. 중부식도부는 목 부위의 안으로 들어가 있거나, 몸통부 쪽으로 밀려져 있다. 두부에는 한 개의 주름이 있으며, 배설공의 위치는 두부 끝에서부터 9-25 μm 까지 다양하다 (Fig. 3A). 후부는 돌출되어 있는 반면에, 음문과 항문은 함몰되어 있다. 낮게 형성된 후부 표피무늬는 물결모양을 이루며, 다소 거칠고 공간이 크게 형성되어

있다. 가끔 몇 개의 줄무늬가 음문 끝까지 퍼져 나가지만, 음문 주위의 주름은 형성되지 않는다 (Figs. 2A-F, 3H-J).

수컷

몸은 원통형이며 사상형이다. 두부는 몸통과 약하게 구획되어 있으며, 약하게 두부골격이 형성되어 있다. 일반적으로 두부 모자 밑에 한 개의 주름이 있다. 뚜렷한 구침과 둥근 구침절구를 가진다 (Fig. 1D). 1-2개의 정소를 가지며, 꼬리 끝까지 주름이 형성되어 있다. 몸의 체환은 뚜렷하다. 교접자는 아치형이며, 부자는 비교적 짧고, 꼬리 끝은 둔한 원형이다 (Fig. 1F). 측대의 측선은 4-5개이다 (Fig. 1E).

유충

몸은 원통형이고 사상형이다. 두부는 낮고 몸통과 구획되지 않았고, 구침절구는 뚜렷하고 둥글다. 몸의 체환은 약하다. 배설공의 크기는 체환 2개 정도이고, 반월체 앞(체환 4-5개정도 앞)에 위치한다 (Fig. 3C). 꼬리는 차츰 가늘어지

잔디뿌리혹선충

고, 끝이 약간 뾰족하다. 직장은 팽창되어 있으며 (Fig. 1I), Hyaline에는 주름이 없다 (Fig. 3F, G). 측대의 측선은 4개이다 (Fig. 1H).

알 (n = 18)

Length 60-104 μm (91.1: SD 14.6); width 33-45 μm (39.1: SD 4.2); L/W ratio 1.7-2.8 (2.3 : SD 0.3); 알의 껍질은 투명한 어두운 색을 나타내고, 매끄러운 껍질을 가진다.

고 찰

뿌리가 가늘고 얇은 잔디의 특성상, 뿌리 길이로 몸의 후반부를 드러내고 난낭을 형성한 *M. marylandi* 암컷 (Fig. 1A)은 기존의 혹을 형성한 뿌리혹선충과는 차이가 있다. 기 보고된 유사종과는 2기 유충의 크기, 꼬리 길이, 측선의 숫자에서 차이를 보인다. 즉, *M. graminis*의 경우 2기유충 (J2)의 꼬리 평균 길이가 78 μm , hyaline의 길이가 18.5 μm (A.M. Golden 1989)인 반면에, *M. marylandi*의 J2평균 꼬리 평균 길이가 55.1 μm , hyaline의 길이가 11.5 μm 이다. *M. sasseri*의 경우 J2의 평균 체장이 619.6 μm (Z.A. Handoo 등 1993)이며, *M. marylandi*는 390.3 μm 이다. *M. trifoliophila*의 경우 수컷 측대의 측선 수는 8개 (E.C. Bernard와 J.D. Eisenback 1997)이지만, *M. marylandi*는 4-5개의 측선수를 형성한다. Jepson과 Golden이 보고한 *M. marylandi*와는 세부 측정치 비교에서 암컷의 체장 (566.5)과 유충의 체폭 (16.2)이 Table 1에 제시된 결과치와 차이점이 나타나지만, 앞에서 언급한 생태적, 형태적 유사성으로 한국의 표본은 잔디뿌리혹선충 (신칭) *Meloidogyne marylandi*로 정의 내린다.

적 요

골프장에 재식된 들잔디, *Zoysia japonica*에서 피해 원인을 조사하던 중 뿌리혹선충이 다수 기생하고 있었다. 이 선충의 가해특성과 형태적 특징을 조사하였다. 이 선충은 뿌리에 혹을 형성하지 않으며, 뿌리 길이로 후반부를 드러낸 암컷은 난낭을 형성하고 있다. *M. marylandi*의 주요 특징으로는, 암컷의 경우 Perineal 패턴은 둥글며 높게 위치하여 있고, 음문과 항문은 함몰되어 있으며, 물결 모양의 주

름은 거칠며 넓게 공간을 형성하고 있다. 유충의 체장은 390.3 μm (290-430), 꼬리 길이는 55.1 μm (49-59)이며, 4개의 측선을 이룬다. 수컷의 구침길이는 18.1 μm (15-24), 교접자 길이는 26.2 μm (23-29)이며, 4-5개의 측선수를 가진다.

인 용 문 헌

- 최영연. 1996. 한국의 선충. 일일사 pp. 180-191.
- Barker, K.R., C.C. Carter and J.N. Sasser. 1985. An advanced treatise on Meloidogyne. volume II. Printed by North Carolina State University Graphics pp. 69-77.
- Bernard, E.C. and J.D. Eisenback. 1997. *Meloidogyne trifoliophila* n. sp. (Nemata: Meloidogynidae), a Parasite of Clover from Tennessee. *Journal of Nematology* 29(1): 43-54.
- Charchar, J.M., J.D. Eisenback and H. Hirschmann. 1999. *Meloidogyne petuniae* n. sp. (Nemata: Meloidogynidae), a Root-knot Nematode Parasitic on Petunia in Brazil. *Journal of Nematology* 31(1): 81-91.
- Choo, H.Y., D.W. Lee, H.H. Kim, J.W. Park, Y.T. Sung and Y.K. Chung. 1998. A Newly Recorded Turfgrass Pest, Root-knot Nematode, *Meloidogyne incognita*, in Korea Golf Courses. *Korean Journal of Turfgrass science* 12(2): 107-112.
- Fawzia A.R. and A.R. Maggenti. 1987. *Meloidogyne californiensis* n. sp. (Nemata: Meloidogyninae), Parasitic on Bulrush, *Scirpus robustus* Pursh. *Journal of Nematology* 19(2): 207-217.
- Golden, A.M. 1989. Further Details SEM Observations on *Meloidogyne marylandi* (Nematoda: Meloidogynidae). *Journal of Nematology* 21(4): 453-461.
- Hewlett, T.E. and A.C. Tarjan. 1983. Monographs-Monografias synopsis of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Nematologica* 13(1): 79-102.
- Laughlin, C.W. and A.S. Willams. 1971. Population Behavior of *Meloidogyne graminis* in Field-grown 'Tifgreen' Bermudagrass. *Journal of Nematology* 3(4): 386-389.
- Michell, R.E., R.B. Malek, D.P. Taylor and D.I. Edwards. 1973. Races of the Barley Root-Knot Nematode, *Meloidogyne naasi*. III. Reproduction and Pathogenicity on Creeping Bentgrass. *Journal of Nematology* 5(1): 47-49.
- Rammah Abdallah and Hedwig Hirschmann. 1990. *Meloidogyne morocciensis* n. sp. (Meloidogyninae), a Root-knot Nematode from Morocco. *Journal of Nematology* 22(3): 279-291.
- Sasser, J.N. and C.C. Carter. 1985. An advanced treatise on Meloidogyne. volume I. Printed by North Carolina State University Graphics pp. 47-112.
- Siddiqi Mohammad Rafiq. 2000. Tylenchida. pp. 369-386.
- Taylor, D.P. and C. Netscher. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica* 20: 268-269.
- Zafar, A.H., N.H. Robin, and A.M. Golden. 1993. Description and SEM Observations of *Meloidogyne sasseri* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), Parasitizing Beachgrasses. *Journal of Nematology* 25(4): 628-641.