

감자썩이線虫(*Ditylenchus destructor*)에 의한 人蔘의 새로운 根腐病

吳承煥* · 李舜九* · 李璋浩* · 韓相贊**

New root rot disease of *Panax ginseng* due to *Ditylenchus destructor* Thorne

Seung H. Ohh,* S.K. Lee,* J.H. Lee,* and S.C. Han**

ABSTRACT

Ditylenchus destructor Thorne 1945 was found to be the causal organism of the new root rot disease of *Panax ginseng*, which occurred extensively in Dongseong area of Cheolweon-gun, Gangweon Province, Korea in 1982. Thirty-six percent of the investigated fields was damaged due to the potato rot nematode. Infected roots showed brown discoloration of cortex and suberization outside the cambium. Cortex of the severely infected roots became sponge-like in texture and cavity was produced in the central portion of the root. Only the severely infected ginseng plants exhibited symptoms of sudden wilting of leaves. The number of potato rot nematode in such field soils was 8.5~222/30g soil, while there was no such symptoms on leaves if the number was less than 7.

緒 論

人蔘의 뿌리썩음病(根腐病)은 여러가지 病徵으로 나타나며 그 原因은 한두가지만으로는 說明하기 어려운 複合病으로 인식되고 있다⁵⁾. 人蔘根腐病的 病原으로서 眞菌, 細菌 및 線虫 등이 보고되었으나 감자썩이線虫에 의한 人蔘根腐病的 피해상황 및 병징에 대하여는 보고된 바가 없다. 線虫은 土壤生物中 重要的 위치를 점하고 있으며 單獨으로 植物에 被害를 주기도 하지만 다른 病原을 전파⁴⁾⁶⁾, 또는 他病原과의 協力作用에⁴⁾⁶⁾ 依하여 發病을 조장시킴으로 植物에 막대한 被害를 주는 重要的 要因임이 잘 알려져 있다.

人蔘재식지 토양조사에서 여러가지의 植物寄生性 線虫이 보고되었는데⁷⁾⁸⁾ 뿌리혹을 形成하는 뿌리혹線虫

및 뿌리를 썩이는 썩이線虫으로 크게 區分할 수 있으며 被害의 多少는 있으나 韓國에서 人蔘뿌리혹 線虫의 發生이 3~80%에 이르고 있음으로⁵⁾ 人蔘栽培地 어디서나 볼 수 있다. 被害가 甚하던 24%정도의 수량감소를 가져올 뿐만 아니라⁹⁾ 품질면에서도 크게 영향을 줄 것이나 아직 보고된 바가 없다.

人蔘栽培포장 32個所中 7個所의 토양중에서 감자썩이線虫이 分離되었으며 人蔘뿌리에 기생밀도가 높음으로 이 線虫에 의한 人蔘根腐病 가능성이 제시되었으나³⁾ 人蔘에서는 이 線虫의 피해상황 및 피해증상에 대한 調査研究가 이루어지지 않다가 1981년 및 1982년에 강원도 철원군 동송읍 일대의 人蔘栽培地에서 原因이 不明한 人蔘根腐病이 대발생하여 이의 病徵, 病原의 分離 및 동정 被害狀況 등에 對한 調査를 보고하려고 한다.

* 韓國人蔘煙草研究所(Korea Ginseng & Tobacco Res. Inst., P.O. Box 59, Suweon)

** 農村振興廳 農業技術研究所(Institute of Agric. Science, ORD, Suweon)

材料 및 方法

1. 線虫分布 및 被害調査

강원도 철원군 동송읍 人蔘栽培地에서 罹病된 人蔘 뿌리 또는 土壤을 (200~300g) 비닐주머니에 채취하여 냉장고(5°C)에 보관하고 채취 10日以内に 線虫數를 調査하였다. 土壤內 線虫密度는 채취한 土壤을 잘 섞은 후 30g씩 Baermann의 깔대기方法^{10,11)}으로 線虫을 分離 해부현미경으로 線虫數를 調査하였으며 罹病된 人蔘뿌리는 30g을 Waring Blender로 마쇄하여 325mesh 체로 걸러서 線虫數를 調査하였다.

2. 감자썩이線虫의 病原性검정

프라스틱 Pot(25×25×15cm)에 2.5kg의 殺菌土壤을 넣는 다음 線虫을 Pot당 18,000, 3,600, 마리로 區分하여 接種하였으며 이때에 分離되는 微生物(主로 細菌)도 첨가된 처리를 두어 비교하였다. 接種에 利用한 감자썩이線虫은 罹病된 人蔘뿌리를 Waring Blender로 갈아서 325mesh체로 걸른다음 살균수로 깨끗이 씻어서 사용하였으며 1個月後에 被害정도를 調査하였다.

3. 線虫의 同定

人蔘뿌리에서 分離한 線虫을 암·수구별하여 20마리씩 形態의 特徵과 de Man의 體測定法으로 측정조사하여 기보고된 감자썩이線虫의 特徵과^{10,11)} 비교하였으며 이 線虫의 genus동정은 Mai와 Lyon의 Pictorial Key⁹⁾를 이용하였다.

結果 및 考察

1. 감자썩이線虫에 의한 人蔘뿌리썩음병의 病徵 및 被害狀況

2年生 人蔘의 경우 苗蔘 移植後 2個月경부터(6月初) 잎이 黃化되거나 급격하게 시들어 죽는 경우가 많다. 이전 人蔘뿌리는 주근(Tap root)에 褐色의 반점이 생기며 점차로 확대되어 주근 전체가 변색된다. 뿌리를 잘라보면 피층은 갈변되었고 Sponge처럼 되며 形成層外部에 Cork층이 發達하여 뿌리는 잘 부러진다. 잎의 급격한 위조현상은 7~8월 고온기에 더욱 만연하다가 9月以後에는 새로 發生되는 것이 적어진다. 3~4年根의 경우는 6月以後 地上部 위조가 급격히 發生하며(그림 1A, B) 위조된 개체의 줄기기부는 속이 비어있는 경우도 있다. 이런 個體의 뿌리는 주근으로부터 지근에 이르기까지 표피와 被層이 褐色~暗褐色으로 變色되어 있으며 표피가 잘 벗겨지고 고르지 못하다(그림 1 C). 뿌리를 잘라보면 피층이 갈변 Sponge모양으로 變하며(그림 1 E) 그 年根에서와 같이 Cork층이 발달하는

경우가 많다 심한 경우는 內空이 생기거나(그림 1 D) 뿌리전체가 썩어 없어진다. 초기에는 침해부위의 뿌리 피층이 갈변하는 것이(그림 1 F) 특징이며 줄기나 잎에는 뚜렷한 증상이 나타나지 않는다. 이 線虫에 걸린 뿌리는 7~8월 고온기에 감자의 경우처럼 細菌, 곰팡이, 응애 등에^{2,11)} 의하여 부패가 가속화 되는 것 같다.

이상과 같은 피해가 1981년 및 1982년에 강원도 철원군 동송읍일대 2年根에서 4年根에 이르기까지 대발생하여 조사면적 78,441m²중 지상부에 증상이 나타난 것을 피해면적으로 조사해 본 결과 28,050m²가 被害를 입어서 約 36%의 재식면적이 이 線虫에 의하여 뿌리가 썩고 있었다(表 1). 그러나 잎이 시들어 버린것만을 罹病으로 조사했기 때문에 실제피해는 이보다 훨씬 더 클것이 확실하다. 이지방외에 필자에 의하여 강원도 양구, 경기도 백학 등지에서도 이 線虫의 피해를 확인하였으며 1976年 조사보고³⁾에 의하면 人蔘栽培토양 32개중에서 21.8%인 7個所에서 감자썩이線虫이 發見되었다고 한점으로 미루어 볼 때 감자썩이線虫으로 因한 人蔘뿌리썩음병의 重要性을 誇시해서는 안될 것이다.

이지역의 人蔘栽培地 土壤을 한 포장에서 莖葉의 病徵有無로 區分 채취하여 뿌리혹線虫, 감자썩이線虫 등의 數를 調査해 본 結果 病徵이 나타난 土壤中에는 감자썩이線虫이 30g당 8.5~222마리였으며 病徵이 나타나지 않은 곳의 土壤에서는 0~7.0마리가 검출되었다. 이지역의 토양중에는 감자썩이線虫 뿐만 아니라 뿌리혹線虫이나 기타 腐蝕性 線虫이 많았다(表 2).

2. 人蔘에서 分離한 감자썩이線虫의 病原性 確認

감자썩이線虫을 단독으로 接種한 것이 감자썩이線虫

Table 1. Damage of *Panax ginseng* due to *Ditylenchus destructor* in Dongsong, Korea*.

Fields	Total planted (m ²)	Damaged (m ²)	% damaged
Daema-ri			
3years	9,306	4,950	53.2
4years	6,600	2,640	40.0
Yipyong-ri			
2years	13,860	8,250	59.5
3years	9,900	330	3.3
Ohji-ri			
2years	12,375	990	8.0
3years	16,500	9,900	60.0
4years	8,910	990	11.1
Total	78,441	28,050	35.8 (average)

* Surveyed in August, 1982.

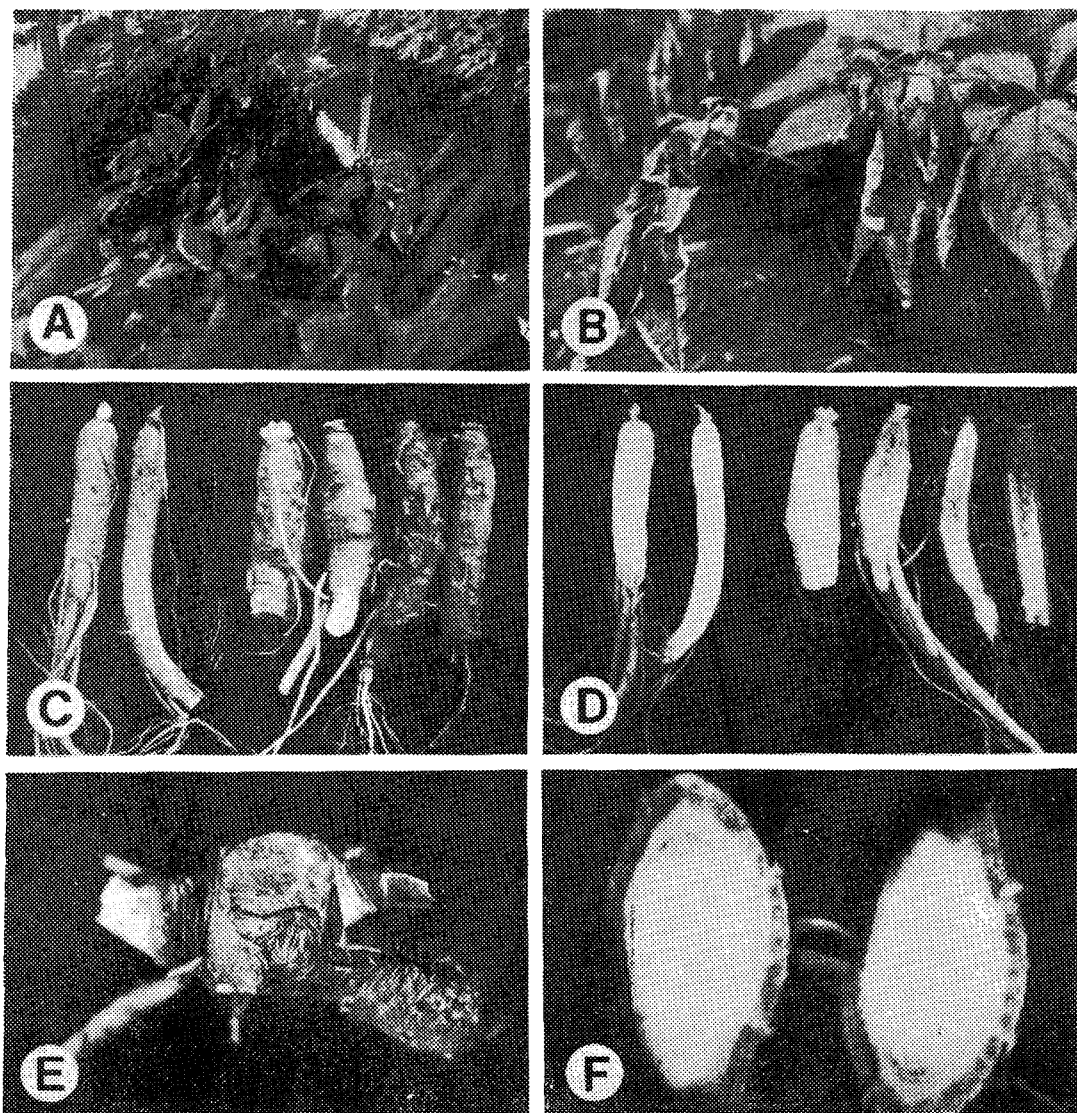


Fig. 1. Various symptoms on shoots and roots of *Panax ginseng* infected by *Ditylenchus destructor* Thorne 1945 : (A) infected fields; (B) wilting leaves; (C) healthy(left) vs infected roots(right); (D) longitudinal section of healthy(left) vs infected roots(right); (E) severely infected ginseng roots showing the cortex sponge-like in texture; and (F) cross section of infected roots showing brown discoloration along the cortex.

罹病人蔘根에서 나온 미생물혼합액을 첨가한 것보다 發病이 잘 되었으며 線虫數가 많은 처리에서 發病이 심하였다(表 4). 뿌리에서 나타난 病徵은 포장에서 관찰된 바와 비슷하였으며 罹病部位에서 감자썩이線虫을 分離할 수 있었다. 또한 감자썩이線虫의 被害가甚한 土壤을 30g씩 포장에서 건전한 人蔘主根上部에 부착接種한 결과 50~75%의 發病株率을 보였으며 건전 포장의 흙을 같은 方法으로 처리한 것에서는 發病이 되지 않았다. 감자썩이線虫 罹病根 절편을 건전 人蔘根

에 부착接種한 것에서는 58~80%의 높은 發病株率을 나타냈었다.

이상의 결과를 종합해 보면 人蔘根腐病의 原因生物로서 감자썩이線虫이 강원도 철원군 동송읍 지역의 人蔘栽培에 致命적이었음을 알 수 있었으며 人蔘栽培地에서 이 線虫의 被害가 크게 작용할 수 있을 가능성이 입증된 셈이다. 감자썩이線虫의 밀도와 人蔘의 被害관계, 土壤의 理化學性과 감자썩이線虫의 밀도와 의 관계 등은 계속 추구되어야 할 것이다.

Table 2. Differences in nematode population between the plots with and without wilting symptoms on ginseng shoots.

Field-location	Symptoms	No. of Nematodes/30g soil		
		Total	<i>Ditylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i>
Daema-ri				
4years	with	260.0	77.0	0.5
	without	27.5	0.0	4.0
3years	with	246.0	112.0	0.0
	without	2.0	0.0	0.0
Yipyong-ri				
3years	with	882.0	222.0	138.0
	without	204.0	2.0	1.0
2years	with	843.0	31.5	92.0
	without	73.0	7.0	33.5
Ohji-ri				
4years	with	2700.0	204.0	102.0
	without	304.0	3.0	25.0
2years	with	95.0	8.5	8.0
	without	95.0	1.0	9.0

* Surveyed in August, 1982.

Table 3. Morphological characteristics of *Ditylenchus destructor* isolated from *Panax ginseng*.

Characteristics ¹⁾	Sex	Source		
		Ginseng	Potato ²⁾	Potato ³⁾
L(mm)	Female	0.90~1.3	0.80~1.4	1,163±0.010
SL(U)		11.2±2.1	—	10.5±11.5
a		34.2	33~35	26.3~39.4
b		7.8	8~10	7.8~10.6
c		15.1	15~20	11.7~17.2
V(%)		79.25	78~83	76.6~83.6
T(μ)		68~91	—	68~98
L(mm)	Male	0.82~1.3	0.8~1.3	1.072~0.009
SL(μ)		11.3±1.8	—	10.2~11.8
a		34.5	34~40	32.1~41.3
b		7.3	7.8	6.3~9.4
c		14.1	12~16	12.7~16.3
T(μ)		68~96	73~80	62~87

1) L; Body Length, SL; Stylet Length, a; L/Body width b; L/Head to esophageal junction, c; L/T V(%); $\frac{\text{Head to vulva}}{L} \times 100$, T; Tail length,

2) Thorne 1945 (Ref. No. 10)

3) Wu 1960 (Ref. No. 11)

Table 4. Pathogenicity of *Ditylenchus destructor* on *Panax ginseng* by artificial inoculation¹⁾.

Treatment	Disease index ²⁾	Disease severity(%)
Nematodes 18,000	4.4	88.0
Nematodes 18,000 Plus other ²⁾ microbes	2.2	44.0
Nematodes 3,600	1.4	28.0
Nematodes 3,600 plus other microbes	1.0	20.0
Control	0.0	0.0

1) Infested soils were prepared by mixing *Ditylenchus destructor* at indicated number/2.5kg soil.

2) Unidentified microorganisms obtained from ginseng roots infected with *Ditylenchus destructor*.

3) Disease index from 0 to 5 scale.

3. 人蔘에서分離한감자썩이線虫의同定

罹病된 人蔘뿌리에서分離한 線虫을 암수區別하여 20마리씩 形態的 특징을 조사하여 이미 보고된 資料와^{10,11)} 비교해본 결과 *Ditylenchus destructor* 임이 확인되었다. 形態的 특징 중에는 보고된 資料와 약간의 差異를 볼 수 있었으나 (表 3) Wu¹¹⁾과 감자, 아이리스, 다리아 등에서分離한 것을 가지고 比較한 것에서도 寄主에 따라서 體長, 구침장(Stylet length)등의 差異가 있다고 하였기 때문에 寄主가 다른 원인이 이런 차이를 유발하였다고 생각되나, 寄主의 差異에서 온 것인지 지역적인 差異인지는 검토되지 않았다. 이 線虫은 美國에서 1945년에 最初로 감자에서分離하여 감자썩이線虫(Potato rot nematode)이라고 하였으며¹⁰⁾ 우리나라에서는 1976년 경북대학교 농과대학 최영언교수에 의해서 김포의 6個지역의 人蔘栽培토양 및 人蔘에서 이 線虫을分離하고 감자썩이線虫이라고 보고하였다.^{3,4)}

摘 要

강원도 철원군 동송읍 일대의 人蔘根腐病을 調査한 結果 감자썩이線虫(*Ditylenchus destructor*)을分離 동정하였으며 이 線虫이 人蔘根腐病의 한 原因임이 確認되었다. 이지역 人蔘재식지 조사면적의 約 36%인 28,050m²가 이 線虫으로 因하여 被害를 입었다. 이 線虫에 걸린 人蔘은 주로 主根(Tap root)의 被層이 갈변하고 Sponge 化되며 皮층內部에 Cork 조직이 發達

하여 뿌리가 잘부러진다. 이런 뿌리는 표피가 잘 벗겨지고 심한 경우에는 뿌리에 內空이 생기거나 뿌리전체가 썩어 없어지며 줄기와 잎은 급격히 푸른채로 시들어 죽는다. 잎이 시드는 病徵이 있는 포장에서는 간자 썩이 線虫이 8.5~222마리/30g 이었고 病徵이 나타나지 않은 포장에서는 0~7.0 마리였다.

引用 文 獻

1. Ayoub, S.M. 1977. Plant nematology, an agricultural training aid. Dept. of Food and Agric., Div. of Plant Industry, State of California 157 pp.
2. Baker, A.D., G.L. Brown, and A.B. James. 1954. Relationships of fungi, mites, and the potato rot nematode. Science 119 : 92-93.
3. 崔永然 1976, 人蔘에 寄生하는 線虫에 關한 研究, 專賣廳, 人蔘시험 研究用 役報告書, 33pp.
4. 崔永然, 羅容俊 1982, 植物線虫學, 향문사 226pp.
5. 鄭厚燮 1972, 人蔘의 病害, 한국생약학회지 2 : 73-79.
6. Dropkins, V.H. 1980. Introduction to plant nematology, John Wiley & Sons 293pp.
7. 金東翼, 金明秀 1976, 人蔘에 寄生하는 線虫의 種類 및 分布 調査, 專賣技術研究所 試研報 669-677.
8. Mai, W.F. and H.H. Lyon. 1975 Pictorial Key to genera of plant-parasitic nematodes (4th ed.) Cornell Univ. Press. New York. 219pp.
9. 安龍潑, 李舜九, 金鴻鎮, 吳承煥, 1983. 뿌리혹선충기생 정도에 따른 인삼의 생육 및 무기성분 변화, 고려인삼학회지 고려인삼학회지 7(1) : 37-43.
- 10) Thorne, G. 1945. *Ditylenchus destructor* n. sp., the potato rot nematode, and *Ditylenchus dipsaci* (Nematoda: Tylenchidae) Proc. Helminthol. Soc. Wash. D.C. 12 : 27-34.
11. Wu, Liang-Yu 1960. Comparative study of *Ditylenchus desturctor* Thorne 1945 (Nematoda: Tylenchidae), from potato, bulbous iris, and dahlia, with a discussion of de Man's ratio. Can. J. Zool. 38 : 1175-1187.