

벼뿌리線虫이 벼의 生育 및 收量에 미치는 影響

趙 賢 濟·崔 震 植*

Influence of Rice Root Nematode Population, *Hirschmanniella imamuri*, on Growth and Yield of Rice

Cho, H. J. and J. S. Choi*

ABSTRACT

This study was conducted to find out the damage of rice root nematodes on rice and determine the economic injury level. In pot experiments, rice root nematode, *Hirschmanniella imamuri*, suppressed the growth and reduced yield of a rice, Milyang 23, above critical levels.

Tillering was depressed above 5,000 nematodes per pot inoculum levels. Heading was also delayed by 6 days when inoculum level was above 20,000. Weight of roots and grain yield in rice plants which inoculated with 20,000 nematodes/pot were reduced by 41% and 31%, respectively.

Economic injury level of rice root nematode appeared to be 1,500 nematodes per 30g of fresh root on Aug. 30.

緒 言

벼뿌리線虫은 벼 栽培地帶의 어느 곳에서나 發見되며 벼뿌리 内部에 寄生하는 移住性 内部寄生虫이다.⁶⁾ 이들 線虫은 澁水狀態 뿐만 아니라 乾畚에서도 寄生 增殖이 可能하며, 대부분 成虫 또는 幼虫狀態로 벼 뿌리에서 越冬하지만¹¹⁾ 土壤이나 벼과 植物의 一種인 *Ischaemum rugosum* Salisb 等 다른 寄主에서도 越冬이 可能하다.³⁴⁾ 線虫이 벼뿌리에 侵入하게 되면 寄生당한 細胞가 죽어 組織이 破壞될 뿐 아니라 養分の 吸收阻害, 뿌리의 褐變 내지 腐敗 等으로 被害를 준다.^{10,11)} 한편 線虫의 侵入時에 생긴 구멍을 통하여 二次的으로 病原菌이나 有害物質이 侵入되기도하며^{10,18)} 線虫이 分泌하는 分泌物는 벼뿌리의 生理的 機能을 低下시킨다고 하였다.⁶⁾ 더우기 線虫이 寄生하게 되면 光合成能力이 低下되고,²⁰⁾ 植物體의 黃變이나 生育障碍로^{10,33)} 因하여 收量에 커다란 影響을 미치기

때문에 벼 栽培地에서는 많은 關心과 研究가 進行되고 있다.

벼뿌리線虫은 1880年 de Man에 의하여 처음으로 알려졌으며, 그 뒤 많은 論難^{4,7,13,14,17,32)} 이 있는 후 1968年 Sher³⁰⁾가 *Hirschmanniella* 屬에 追加 發表하였다.

日本에서는 1931年 Imamura⁹⁾가 本 線虫의 寄생을 처음으로 發表한 뒤부터 이에 관한 研究가 始作되었다. 1959년에는 線虫의 重要性이 認定되어 福島縣 農業試驗場에서 發生生態에 관한 研究가 進行되었고, 1961年 靜岡縣 農業試驗場에서는 두 種의 *Hirschmanniella* 가 대부분 混合 發生하고 있다는 것을 밝힌 바 있으며, 1963年 日本植物防疫協會에서 殺線虫劑의 利用方法 및 線虫의 被害範圍 決定을 위한 委託試驗을 實施한 바 있다.

1968年 西澤¹⁹⁾는 體長, 口針, 體巾 等으로 *Hirschmanniella imamuri*를 區別했고 그 뒤 後藤^{5,6)}는 生殖器 原基로써 다른 種과의 差異點을 發表하였다.

* 慶尙大學校 農科大學.

* College of Agriculture, Gyeongsang Univ., Jinju 620, Korea.

生活史, 發生程度, 分布狀況 등에 관한 것은 Kuwaha¹²⁾, 川島,¹¹⁾ 楯尾,³⁵⁾ 仲例³⁶⁾ 등에 의하여 研究되었으며, 그 被害에 관해서는 Kawashima,¹⁰⁾ Ichinohe⁸⁾ 등에 의하여 研究되었고, 이들 線虫의 防除로 15% 以上の 增收效果를 가져왔다고 報告된 바 있다.²⁷⁾ 특히 1968년에는 農林省 植物防疫科 土壤病害虫防除對策事業의 特殊調査 一環으로 벼뿌리線虫의 檢診方法 確立에 관한 調査를 5年 計劃으로 北海道 一部를 除外한 15個 縣農業試驗場에서 實施하여 發生程度, 分布狀況에 관하여 많은 研究報告가 있고, 藥劑防除, 生活史, 天敵, 被害査定 및 解析 등에 관한 研究도 一部 遂行되었다. 그 밖의 外國에서도 벼뿌리線虫의 被害에 관한 많은 報告가 있는데 그 중, 몇가지 例를 들어보면 本 線虫에 의한 減收는 Thailand에서 32%, Nigeria에서 37%, Indonesia에서 56%, 그리고 India에서 70~80%까지 招來하였다. Yamsónrat,³⁴⁾ Babatola,²⁾ Mathur,¹⁶⁾ Panda,²¹⁾ Vecht,³³⁾에 의해 各各 報告된 바 있으며, 벼의 生育面에서도 研究가 거듭되고 있다.^{28, 31, 33, 34)}

우리 나라에서는 朴²²⁾에 의해 벼뿌리線虫이 처음으로 紹介되어 本 線虫의 分布調査 및 生態에 관한 研究가 進行되어 왔으며^{23, 24, 25, 26)} 벼뿌리線虫은 우리나라 全域에 分布하고 金海地方에서는 벼뿌리 10g 당 842마리의 높은 密度를 나타내고 있다고 報告하였다.²⁶⁾ 벼뿌리線虫은 水中에서는 寄主가 없어도 7個月까지 生存할 수 있으므로 水媒傳染이 容易하다. 그리고 獎勵品種中 抵抗性 品種이 없으므로²⁶⁾ 本 研究는 우리나라 各 地域의 水稻栽培畓에서 發生하여 큰 被害가 豫想되는 바^{23, 25, 26)} 벼뿌리線虫이 實際로 收量에 어느程度의 被害를 끼치며 또 어느程度 密度일 때 防除해야 할 것인지 알기 위하여 密度別 被害程度와 經濟的 被害 水準을 決定하고자 遂行한 것이다.

材料 및 方法

供試土壤은 D-D로 혼중 消毒하였으며 그 成分은 表 1과 같다.

Table 1. Chemical description of the soil used for trial

pH (1:1)	OM (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable Cation (me/100 gr)			
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
5.3	1.5	200	1.7	0.3	0.2	0.1

供試虫은 벼뿌리線虫의 發生 密度가 높았던 水原 作物試驗場 圃場에서 冬期에 벼뿌리를 採集하여 씻은 다음 약 2~4°C 되는 冷藏庫에 保管하였다가 1~2cm 程度로 切斷하여 變形 갈대기法으로 線虫을 分離하여 使用하였으며 이때 酸素의 供給과 線虫의 活力을 考慮하여 分離 器具는 空氣 流通이 좋은 빛드 (40×60cm)를 使用하였다.

포트에서 育苗한 密陽 23號를 1/2000 a 포트에 3本 1株로 6月 1일에 40日苗를 移秧하고 그 直後 포트當 各 0, 1000, 5000, 10,000, 20,000 마리씩 5水準으로 10~50cc의 물과 함께 벼뿌리 周邊에 10cc들이 피펫을 使用하여 各各 8反覆씩 接種하였다.

草長과 分蘗數는 6月 30日, 7月 30日, 8月 30日 및 10月 7일에, 뿌리무게는 生體重으로 8月 30日과 10月 7일에 各各 調査하였고, 登熟比率은 收穫後에 500粒을 調査하였으며 收量은 g/포트當 計算하였다.

接種後 線虫의 增殖에 대한 調査는 벼뿌리를 1~

2cm 程度로 切斷하여 30g씩 Baermann's funnel 方法으로 5反覆 取하여 48時間 分離한 것을 30g 당 線虫數로 計算하였고, 30g 당 線虫數에 포트當 뿌리무게/30을 곱하여 포트當 線虫數로 하였다.

結果 및 考察

1. 벼뿌리線虫의 接種數에 따른 벼의 出穗期, 草長, 分蘗數 및 뿌리의 生體重 變異

表 2와 같이 出穗期가 無處理區에서 8月 23日인데 比하여 1,000마리區는 8月 25日로 2日, 5,000마리區는 8月 27日로 4日 늦으며 10,000마리區와 20,000마리區는 各各 8月 29日로 6日 遲延되어 線虫의 寄生數가 높을 수록 出穗가 遲延되는 傾向을 보였다. 이는 線虫의 啃食으로 養分과 水分의 吸收低下로 因한 生育 障礙에서 起因된 것으로 생각되며, Mathur¹⁶⁾나 Fortuner³⁾가 報告한 바와 같이 벼뿌리線虫의 一種인 *Hirschmanniella oryzae*가 인도네시아

Table 2. Heading stage, plant height, number of tillers and root weight of rice inoculated with different numbers of *Hirschmanniella imamuri*

Inoculum level (nematodes/pot)	Heading stage	Plant height (cm)	No. of tillers	Root weight (gr)	No. of nematodes (Aug. 30)
0	Aug. 23	83.2	73.8	236.2	72
1,000	Aug. 25	83.3	73.2	222.0	517
5,000	Aug. 27	84.2	68.8	209.8	1,740
10,000	Aug. 29	82.1	62.0	169.6	2,430
20,000	Aug. 29	81.1	59.8	140.0	2,970
L. S. D. (0.05)		N. S	5.5	27.0	509

에서 벼의生育을 遲延시켰다는 것과 一致한다.

出穗期에 調査한 草長은 無處理에서 83.2cm 인데 比하여 接種密度가 桴當 10,000, 20,000마리로 높아짐에 따라 82.1cm, 81.1cm로 약간 減少하고 있지만 有意差가 나타나지 않아(表 2) 線虫 寄生이 草 長에는 커다란 影響이 없는 것으로 생각된다.

有效 分蘗數와 뿌리 무게는 無處理區에서 各各 73.8 個, 236.2g 인데 比하여 1,000 마리區에서는 73.2個, 222.0g으로 비슷하였으며, 5,000 마리區에서는 68.8 個, 209.8g으로 生育이 多少 떨어져진 하였지만 有意差는 없었고 10,000 마리區에서 62.0個, 169.6g으로 生育이 急激히 떨어져졌으며 20,000 마리區에서 59.8個, 140.0g으로 다시 緩慢한 減少를 보였다. 이는 Seinhorst^{28, 29)}의 썩이線虫에 대한 報告와 비슷하다.

8月 30日에 調査한 線虫數는 線虫接種 水準이 桴 桴當 0에서 20,000마리까지 높아짐에 따라 72마리 에서 2,970마리로 漸次 增加하였다.

表 3, 그림 1과 같이 線虫接種 水準에 따른 分蘗數의 時期別 變動은 接種 1個月 後인 6月 30日에는 無

處理區 28.6 個, 1,000 마리區 28.5 個, 5,000 마리區 25.4 個, 10,000 마리區 27.6 個, 그리고 20,000 마리區 26.8 個로서 接種 水準에 따라 分蘗數에 差異가 없었다. 이것은 線虫을 接種한지 1個月 밖에 되지 않았고, 灌水 接種하였기 때문에 線虫이 벼에 侵入한 뒤 短期間이었으며, 또한 侵入하였더라도 線虫의 增殖率이 낮았기 때문에 그 被害가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 그리고 接種 2個月 後인 7月 30日부터

Table 3. Influence of different inoculum levels of *Hirschmanniella imamuri* on tillering of rice plant

Inoculum level (nematodes/pot)	Number of tillers			
	Jun. 30	Jul. 30	Aug. 30	Oct. 7
0	28.6	94.1	81.0	73.8
1,000	28.5	93.6	79.7	73.2
5,000	25.4	89.1	76.3	68.8
10,000	27.6	85.3	69.7	62.0
20,000	26.8	82.3	65.7	59.8
L. S. D (0.05)	N. S	4.6	5.3	5.5

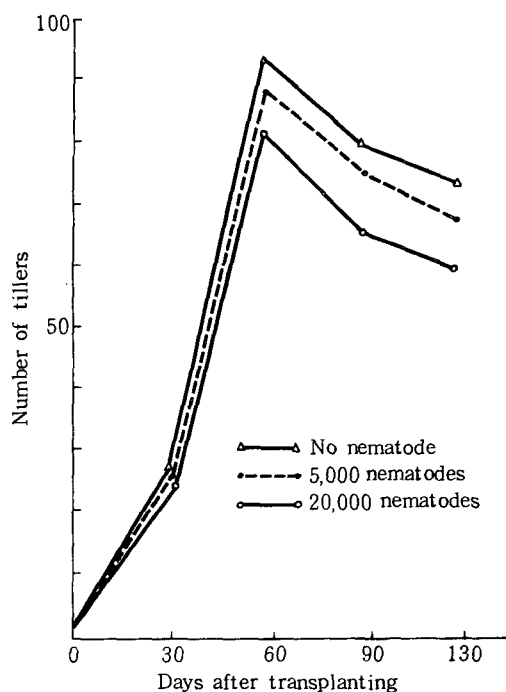


Fig. 1. Influence of different inoculum levels of *Hirschmanniella imamuri* on tillering of rice plant.

處理別로 差異가 나타났는데 無接種에서 分蘗이 94個인데 比하여 1,000, 5,000, 10,000, 20,000 마리 接種 水準에서는 各各 94, 89, 85, 82 個로 5,000 마리 接種區에서부터 分蘗數가 減少하는 傾向을 보였다. 8月 30日과 10月 7日에 調査한 것도 線虫接種 水準別로 비슷한 傾向이었다. 이것은 Mathur¹⁶⁾ 등이 報告한 1個月 後부터 被害症狀이 나타났다는 것과 Babatola^{1,2)} 등이 主張한 最高分蘗期에 分蘗數의 差異가 가장 많았다는 것과는 약간 다른 結果를 보였다. 그 原因은 供試虫의 種과 벼의 品種이 다르고 地域間的 氣候差異 등으로 생각된다.

그 외에도 벼뿌리線虫이 벼의 生育에 미치는 影響으로서 線虫의 接種數가 높아짐에 따라 葉色이 退色 黃變하거나 赤枯現象이 많이 나타나는 傾向이었으며, 또 뿌리의 色도 褐變이 되었는데 심한 것은 뿌리가 腐敗되는 것도 있었다. 이것은 Vecht³³⁾가 報告한 *Radopholus similis*의 被害와 Kuwahara,¹⁰⁾ 川島,¹¹⁾ 등이 報告한 *Hirschmanniella oryzae*에 대한 被害와 비슷한 現象으로 생각된다.

2. 벼뿌리線虫과 收量과의 關係

表 4 및 그림 2에서 보는 바와 같이 線虫 接種數가 포트當 0에서 1,000마리로 增加됨에 따라 登熟 比率는 79.9%에서 79.1%로, 精租 1,000 粒重은 24.96 g에서 24.82 g으로, 穗數는 73.8個에서 73.2個

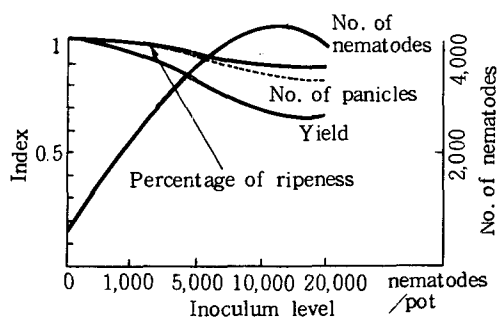


Fig. 2. Influence of different inoculum levels of *Hirschmanniella imamuri* on yield components, yield of rice, and final nematode populations.

Table 4. Influence of different inoculum levels of *Hirschmanniella imamuri* on yield components, yields of rice, and final nematode populations

Inoculum level (nematodes/pot)	Percentage of ripeness	1,000 grain wt. (gr)	No. of Panicles	Yield (gr/pot)	No. of nematodes	
					Per 30 gr roots	Per Pot
0	79.9	24.96	73.8	139.6	654	5,149
1,000	79.1	24.82	73.2	134.3	2,106	15,584
5,000	75.8	24.41	68.8	119.4	3,346	23,400
10,000	72.5	24.07	62.0	100.2	4,572	25,847
20,000	70.0	23.75	59.8	96.2	4,118	19,213
L. S. D (0.05)	5.5	0.76	5.5	15.6	865	

로 各各 거의 비슷하였다. 5,000마리區에서는 登熟比率, 精租 1,000 粒重, 포트當 穗數가 75.8%, 24.41g 68.8個로서 有意差가 없었으며, 10,000 마리區에서 72.5% 24.07g, 62.0個로 各各 無處理區와 有意差가 있었고, 20,000마리區에서는 70.0%, 23.75g, 58.9個로 減少 되었다. 이와 같이 線虫數가 增加됨에 따라 收量이 減少되는 傾向으로 無處理區가 포트當 139.6 g인데 比하여 1,000 마리區에서는 134.3 g으로 有意差가 없었으나, 5,000 마리區에서는 119.4 g으로 14%의 減收를 가져왔으며 10,000마리와 20,000 마리區에서 100.2g, 96.2g으로 各各 28%와 31% 減收를 보였다. 無處理에 比해 1,000 마리區는 收量

에 有意한 差異를 보이지 않았으나 5,000 마리區나 10,000 마리區에서 急激한 差異를 나타내었고, 20,000 마리區에서는 다시 緩慢한 減收 傾向을 보였다. 이것은 Seinhorst의 理論인 線虫數가 어느 程度의 水準에 達할 때까지는 收量에 別로 影響이 없다가 그 數를 넘어서면 收量이 急激히 떨어지고 線虫數가 어떤 水準에 達하게 되면 收量이 그 以上 減少 되지 않는다는 報告²⁸⁾와 一致된다.

벼뿌리 30g當 線虫數는 接種水準이 포트當 0에서 20,000 마리까지 높아짐에 따라 654 마리에서 4,118 마리로 增加하였지만 포트當 線虫數는 20,000 마리區가 19,213 마리로 5,000 마리區의 23,400 마리보다 적

었으며 10,000마리區의 25,847 마리보다도 적었는데 이것은 20,000 마리區에서는 線虫의 被害를 많이 받아 苜蓿當 生根重이 적기(40.7% 減少) 때문에 線虫의 絶對量이 줄어든 것으로 생각된다.

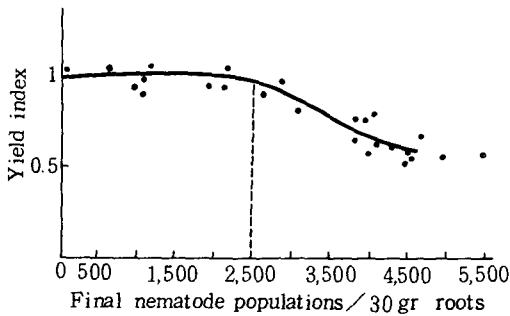


Fig. 3. Influence of *Hirschmanniella imamuri* on rice yield in a pot experiment.

10月 7日 最終으로 調査한 線虫數와 收量과의 關係를 보면 그림 3과 같이 線虫數가 苜蓿리 30g當 0에서 2,500 마리까지는 收量에 差異가 없다가 密度가 3,000 마리 程度로 가카워 지면서부터 收量이 갑자기 떨어져 線虫數가 約 4,500 마리까지는 收量이 繼續 減少하지만 그 以上이 되면 더는 減少하지 않는데 이것은 Seinhorst의 線虫과 收量과의 關係에 對한 報告²⁹⁾와 一致한다. 여기서 10月 7日에 最終으로 調査한 線虫의 數로서 被害를 끼칠 수 있는 限界 水準은 苜蓿리 30g當 2,500 마리 以上이 된다는 것을 推定할 수 있고 또 表 5에서 8月 30日에 調査한 線虫數로 換算하면 苜蓿리 30g當 約 1,500마리가 되고 線虫 接種 水準으로서는 5,000 마리 接種 水準보다 若干 낮은 水準이라 할 수 있다.

그런데 實際로 우리나라 水稻栽培에 얼마만큼 被害를 주고 있는지 살펴보면 被害限界 水準 密度인 苜蓿

Table 5. Distribution of rice root nematode in Korea¹⁾

Province	Density			Province	Density		
	Highest	Lowest	Average		Highest	Lowest	Average
Gyeong gi	1,937	488	926	Jeon buk	1,166	818	1,004
Gang weon	923	284	697	Jeon nam	1,245	303	917
Chung buk	1,739	466	1,100	Gyeong buk	1,640	467	837
Chung nam	1,267	688	884	Gyeong nam	2,528	258	1,043

Average : 932 nematodes / 30g roots (503 Places in 51 counties)

1) Data were collected from Park et al. (1970)²⁶⁾

리 30g當 1,500 마리 以上되는 地域은 表 5(朴等의 報告²⁶⁾)에서와 같이 京畿, 忠北, 慶北 및 慶南으로서 그 密度가 各各 苜蓿리 30g當 1,937, 1,739, 1,640, 2,528 마리로 나타나 이들 地域에서는 14.5%(5,000 마리 接種 水準의 減收率; 表 4)의 減收를 推定할 수 있었다.

3. 苜蓿리 線虫의 接種 水準別 增殖

表 6과 같이 無處理에서 8月 30日에 72 마리의 線虫이 10月 7日에는 654 마리로서 그 增加率이 808%였으며 各 處理別로 接種 水準이 苜蓿當 1,000, 5,000, 10,000, 20,000 마리로 높아짐에 따라 線虫數의 增加率은 307%, 92%, 88%, 39%로 漸次 떨어졌는데 이것은 線虫 個體間의 空間과 먹이에 대한 競争 等の 環境關係로 因하여 高密度 接種 水準에서는 線虫의 增殖이 적게 된 것으로 생각되며, 10月 7日에 調査한 線虫數를 보면 苜蓿리 30g當 約 4,500

Table 6. Number of *Hirschmanniella imamuri* 90 days and 128 days after inoculation of nematode to the root zone

Inoculum level (nematodes/ pot)	No. of nemtodes		
	Aug. 30	Oct. 7	Ratio in increase
0	72	654	808%
1,000	517	2,106	307
5,000	1,740	2,346	92
10,000	2,430	4,572	88
20,000	2,970	4,118	39
L. S. D. (0.05)	509	865	

마리의 水準에서 더 以上 增加하지 않는 것으로 나타나 一定한 水準에 達하게 되는데 여기서 一定한 水準이 苜蓿리 30g當 約 4,500 마리 즉 苜蓿리 1g當 150 마리 程度로 나타났다.

摘 要

벼뿌리線虫(*H. imamuri*)의 密度別 被害 程度와 經濟的 被害 水準을 決定 하고자 密陽 23 號를 供試하여 꽃트 試驗으로 實施한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 벼의 分蘖은 꽃트當 線虫 5,000 마리 以上 接種에서 減少를 보였다.

2. 線虫 接種 2 個月 後부터 벼의 生育 特히 뿌리 무게에 많은 影響(40.7% 減少)을 주었으며 出穗期는 6日 程度 遲延되었다.

3. 線虫 20,000 마리 接種 꽃트에서 穗數, 1,000 粒重, 登熟比率 等이 減少되어 31.2%의 減收를 보였다.

4. 線虫 接種 密度에서는 꽃트當 5,000 마리 水準에서부터 生育 및 收量에 影響을 주었고, 被害限界 密度는 8月 30日에 調査한 것을 基準으로 하면 벼 뿌리 生重 30g 當 1,500 마리 程度로 나타났다.

引 用 文 獻

1. Babatola, J. O.(1977) Comparative studies on the biology of three nematode species of the genus *Hirschmanniella* parasitic on rice. Ph. D. Thesis, University of London, 194 pp.
2. _____ (1979) Pathogenicity of *Hirschmanniella oryzae*, *H. spinicaudata*, and *H. imamuri* on rice. J. Nematol. 11(2):128-132.
3. Fortuner, R.(1974) Evaluation des degats causes par *Hirschmanniella oryzae*(Van Breda de Haan 1902) Luc & Goodey 1963 nematode endoparasite des racines du riz irrigue. Agronomie Tropicale 29:708-714.
4. Goodey, T.(1932) The genus *Anguillulina* Gerv. & V. Ben. 1959. vel *Tylenchus* Bastian, 1865. J. Helm. 10:75-180.
5. 後藤昭(1964) ミナミネガサレセンチュウ의 卵および 幼虫의 發育. 應用動物昆虫學會誌, 8:26-32.
6. 後藤三千代(1969) 歷內地方におけるイネネモグリセンチュウ *Hirschmanniella imamuri*, S. A. Sher の 生態學的研究. 山形農林學會報, 26:43-49.
7. Hirschmann, H.(1955) *Radopholus gracilis*(De Man, 1880) n. comb. Synonym-*Tylenchorhynchus gracilis*(De Man, 1880) Filipjev, 1936. Proc: Helm. Soc. Wash. 22:57-63.
8. Ichinohe, M.(1972) Nematode Diseases of Rice. In Economic Nematology. J. M. Webster(ed.), Academic Press. pp. 127-143.
9. Imamura, S.(1931) Nematode in the paddy field with notes on the their population before and after irrigation. J. coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo, 11:193-240.
10. Kawashima, K. and T. Fujinuma(1965) On the injury of rice plant caused by the rice root nematode (*Hirschmanniella oryzae*). Res. Bull. Fukushima Agric. Exp. Sta. 1:57-64
11. 川島嘉内(1969) イネネモグリセンチュウ의 生態と 防除. 農業および園藝 44(6):987-990.
12. Kuwahara, M., and K. Iyatomi(1970) Studies on the bionomics of the rice root nematode, *Hirschmanniella imamuri* Sher and *Hirschmanniella oryzae*(Soltwedel) Luc and Goodey with special reference to its mods of life and its population dynamics. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 14(3):117-121.
13. Luc, M. & Goodey, J. B. (1962) *Hirschmannia* n. G. differentiated from *Radopholus* Thorne, 1949 (Nematode: *Tylenchoidea*). Nematologica 7:197-202.
14. _____ (1963) *Hirschmanniella* nom. nov. for *Hirschmannia*, Nematologica 9:471.
15. Man, J. G. de.(1880) Die einheimischen frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden. Tijdschr. Ned. Dierk. Vereen. 5:1-104.
16. Mathur, V. K. and S. K. Prasad(1972) Role of the rice root nematode *Hirschmanniella oryzae* in rice culture. Indian J. Nematol. 2:158-167.
17. Micoletzky, H.(1925) Die freilebenden süßwasser und Moornematoden Dänemarks. K. danske Vidensk. Selsk. Skr. 8 Ser. 10:57-310.
18. 中田正彦, 採擇永光, 小林義明(1961) 水稻に寄生する *Radopholus* 屬의 線虫について. 植物防疫. 15:395-398.
19. 西澤務(1968) イネネモグリセンチュウ에 關する 試驗研究. 線虫에 關する 特殊委託試驗成績:94-99.

20. 農林省農試験場(1966) イネネモグリセンチュウにおける寄主-寄生者關係. pp. 8-12.
21. Panda, M., and Y. S. Pao.(1981) Evaluation of losses caused by the root nematode (*Hirschmanniella mucronata* Das) in rice (*Oryza sativa* L.). Indian J. Agric. Sci. 41:611-614.
22. Park, J. S.(1963) Survey on the kinds and distribution of plant parasitic nematodes in Korea. Res. Repr. O. R. D. 6(1):27-44.
23. _____ (1965) Survey on the kinds and distribution of plant parasitic nematodes in Korea (1) Res. Repr. O. R. D. 8(1):227-233.
24. _____ (1966) Survey on the kinds and distribution of plant parasitic nematodes in Korea (2) Res. Repr. O. R. D. 9(1):209-215.
25. _____, S. C. Han and C. L. Han(1967) Survey on the plant parasitic nematodes in Korea (3) Res. Repr. O. R. D. 10(3):71-80.
26. _____, S. C. Han and Y. B. Lee(1970) Studies on the ecology and the feed Preference of rice root nematode. Res. Repr. O. R. D. 13(p):93-98.
27. Seike, Y. and M. Ins(1965) On the chemical control of the rice root nematodes Res. Bull. Ehime Agr. Exp. Sta. 4:29-32.
28. Seinhorst, J. W.(1965) The relation between nematode density and damage to plants. Nematologica 11:137-154
29. _____ (1973) The relationship between yield and square root of nematode density. Nematologica 18:585-590.
30. Sher. S. A. 1968 Revision of the genus *Hirschmanniella* Lus & Goodey, 1963(Nematode : *Tylenchoidea*), Nematologica. 14:243-275.
31. Taylor, A. L., et al. 1966. Experiments on the effect of nematodes on the growth and yield of rice in Thailand. Pl. Prot. Bull. FAO 14:17-23.
32. Thorne, G. 1949. On the classification of the *Tylenchida* new order(Nematode: *Phasmidia*) Proc. Helm. Soc. Wach. 16:37-73.
33. Vecht, J. Van Der, and B. H. H. Bergman. 1952. Studies on the nematode *Radopholus similis* (van Breda de Haan) Thorne and its influence on growth of the rice plant. Pemb-eritan Balai Besai Penyelidikan Pertanian Bogor No. 131:1-7.
34. Yansonrat, S. 1967. Studies on rice-root nematodes (*Hirschmanniella* spp.) in Thailand. Plant Dis. Repr. 51(11):960-963.
35. 横尾多美男(1966) 1965年度 イネネモグリセンチュウの生態と防除. ネマナックス普及會九州支部報告:1-20.
36. _____, 仲例(1970) 佐賀縣下における *Hirschmanniella* Spp. の分布状況について. 佐賀大學農學彙報 30:45-64.