

韓國에 있어서 벼寄生線蟲에 關한 研究**

II. 벼잎線蟲(*Aphelenchoides besseyi*)에 對한 抵抗性 品種 檢定 및 溫湯侵法에 依한 防除效果에 대하여

崔永然 · 宋 鐵*

慶北大學校 農科大學 農生物學科 · 韓國化學研究所

Nematodes Associated with Rice in Korea

II. A Test of Rice Resistance and Control Effect of Hot Water Treatment to White Tip Nematode.

Choi, Young Eoun · Song, Chel*

Dept. of Agricultural Biology, Coll. of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

*Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon Korea.

Summary

This study was carried out to investigate the effect of hot water immersion treatment on the control of white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi*) in rice seeds. Disease incidence and yield losses induced by white tip nematode were also investigated in association with resistance of various rice cultivars.

The hot water immersion treatment of rice seeds at 61°C for 10-15 minutes was effective for the control of the white tip nematode. The stem of most Japonica-type cultivars was damaged by white tip nematode.

The Tongil-type cultivars, however, were not infected by the nematode at all. Disease incidence of Japonica-type cultivars, Odaebyeo and Bogkwangbyeo were 95.6% and 81.8%, respectively. The number of nematodes in infected rice seeds of both Japonica-type and Tongil-type cultivars was over 100 per 10gr rice seeds.

Although Tongil-type cultivars didn't show white tip symptoms, the yield loss was found in many cultivars. The yield was reduced by 40% Japonica-type cultivars, Odaebyeo and Bogkwangbyeo that were infected by white tip nematode. The yield loss in Japonica-type cultivars was more severe than that in Tongil-type cultivars.

The resistance of Youngdege 5 was highest than any other cultivars showing no disease symptoms and yield loss.

**1985年度 韓國科學財團 借款 研究費 支援으로 이루어졌음

緒 論

우리나라 뿐만 아니라 世界的으로 重要的 食糧作物인 벼는 오래전부터 耕種法, 品種改良 등 여러 측면에서 많은 研究가 行해지고 있으나 近來에 와서는 安全多收穫이 強調되면서 病害蟲에 對한 研究의 重要도가 어느때 보다도 높아짐에 따라서 벼에 寄生하는 線蟲에 對한 研究도 많이 遂行되어 全世界的으로 216種의 線蟲이 벼와 關係되고 있음이 報告 되었다.

그러나 우리나라에서는 1970年代에 들어 와서야 崔^{34,56)}에 의해 벼에 寄生하는 몇몇 種들의 線蟲이 발표되었고, 벼에 寄生하는 線蟲中에서 벼잎線蟲(*Aphelenchoides besseyi*)은 벼의內, 外部에 寄生하면서 뚜렷한 White tip 病徵을 보이는데, 이에 對한 被害는 1915年 角田에 의해 日本 九州 熊本에서 黑粒病(black grain disease)으로 처음 發見 報告되었고, 中野(1916)는 같은 地域에서 粟不稔病(Ear blight disease)을 일으키는 것이 線蟲에 의한 것임을 發見 하였으며, 1951年 Yoshii 와 Yamamoto는 벼와 조의 病을 調査한 結果, 同一한 線蟲에 의한 被害임을 밝혀냈다. 한편, 美國에서 Jodon(1935)은 벼의 White tip 症狀를 Fe의 缺乏에 의한 것으로 報告하였고, Martin(1939)은 Mg의 缺乏에 의한 것으로 報告하였다. 1949年 Crally는 이 症狀이 日本의 것과 同一한 線蟲에 의한 被害임을 確認하였다. 그후 Allen(1952)이 美國과 日本에서 다같이 벼를 가해하는 線蟲을 同定한 結果, 1942年 Christie에 의해 記載된 *Aphelenchoides besseyi* 임을 밝혀냈다.

本 線蟲에 被害를 받은 벼잎은 끝부분의 3~5cm 정도가 희게 변하고 말리면서 꼬이며 심하면 잎이 찢어지면서 말라죽는 이른바 White tip이라는 症狀을 띠게되며 正常的인 出穗가 되지않으며 千粒重, 粒數등이 減少하여 收量을 減少 시키기도 한다.¹⁰⁾

우리나라에서 主穀인 쌀의 自給自足を 爲해 1970年代 末까지는 政策的으로 統一型 品種의 栽培面

積을 增加시켜 쌀 增産에 크게 기여 해왔으나, 1980年에 冷害가 統一型 品種에서 심하였고, 1981年以後에는 栽培品種의 選擇이 農民의 自由意思에 맡겨지고, 쌀 消費者들의 嗜好度의 變化 등으로 因하여 統一型의 栽培面積이 줄어들게 되었으며 도열병의 被害가 統一型에서 심하게 나타났고 1982年度 부터 日本型 品種의 栽培面積이 相對的으로 增加됨에 따라 主要 病害蟲의 發生樣相도 달라 지면서 1960年代 後半부터 벼잎線蟲의 被害가 日本型 品種에서 빈번히 나타나고 있었으나 전혀 문제시 되지 않던 벼잎線蟲의 被害가 1984年 湖南作物試驗場에서 심하게 나타남에 따라서 問題가 되기 始作하였고, 1985년에는 全國的으로 黑點米가 많이 發生하여 線蟲 防除의 必要性이 切實히 要望되었다.

따라서 本 研究는 近年에 우리나라에서 問題가 되고 있는 벼잎線蟲의 被害를 줄이기 爲한 對策의 한 方法으로서 抵抗性 品種을 選擇하기 爲하여 外觀的으로 나타나는 被害莖率, 범씨內的 寄生線蟲 密度, 收量減少程度 및 溫湯浸法 效果를 調査하였다.

材料 및 方法

I. 溫湯浸法에 의한 벼잎線蟲의 防除效果.

범씨內에 寄生하고 있는 線蟲을 죽이기 爲한 適正 處理 水溫 및 處理時間을 究明하기 爲해 恒溫水槽를 使用하여 52°C, 55°C, 58°C, 61°C, 64°C, 의 溫湯에 線蟲被害를 받은 東津벼의 범씨를 10g씩 網紗에 싸서 各 溫度別로 浸漬時間을 10分, 15分으로 하여 各 處理溫度別로 5 反復으로 試驗하였다. 溫湯浸漬한 범씨는 25°C 定溫器에서 Baermann funnel 法으로 分離하여 線蟲數를 24時間 間隔으로 120時間後까지 調査하였다. 한편, 溫湯處理한 種子의 發芽率은 25°C 定溫器에서 5日間 調査하였다.

II. 벼잎線蟲에 의한 品種別 被害莖率 및 收量 調査.

慶尚北道 農村振興院으로 부터 統一型 13品種, 日本型 20品種, 總 33品種의 볍씨를 分讓받아서 볍씨를 61°C에서 15分間 溫湯浸法으로 種子消毒後 25°C 定溫器 內에서 3日동안 催芽시킨후 지름이 30cm인 Pot에 品種別로 5月14日 播種하였다. 線蟲 接種區는 벼잎線蟲이 심하게 感染된 東津벼의 왕겨를 50g씩 播種한 볍씨위에 덮어 주었고 無接種區는 覆土하였다. 播種 37日後인 6月20日에 直徑 30cm Pot에 흙을 넣고 各 Pot別로 3本 1株씩 移秧하고 各 品種및 處理別로 5反復을 두었다. 施肥는 N-P-K를 各各 12-9-11의 比率로 各 Pot마다 窒素는 基肥 50%, 分蘗肥 30%, 穗肥 20%로 分施하였고, 磷酸은 全量基肥로 加里는 基肥 80%, 穗肥 20%로 分施하였다.

한편, 移秧 2週後 부터 每週 被害莖率을 調査하였으며 收穫後에는 벼의 4大 收量構成要素를 調査하였고 또 各 品種別로 3反復으로 10g의 볍씨를 취하여 玄米와 왕겨를 같이 25°C 定溫器에서 Baermann funnel 法으로 72時間 線蟲을 分離하여 解剖顯微鏡 30倍率로 벼잎線蟲의 密度를 調査하였다.

結果 및 考察

1. 溫湯浸法에 의한 벼잎線蟲 防除效果.

溫湯浸法에 의한 벼잎線蟲의 防除效果를 調査한 結果, 表1 과 같이 處理溫度가 높아질수록, 處理時間이 길어질수록, 線蟲의 分離數는 적어지고 種子의 發芽率도 낮아졌다. 즉 52°C 10分 및 15분처리 區에서는 線蟲의 分離率이 無處理區에 比하여 43% 및 36.9%가 각각 分離 되어 별로 效果가 없었다. 이것은 Nandakumar 등 (1975)이 52°C에서 10分間 處理하는 것이 좋다고 하였는데 이는 溫湯處理前에 前處理 하였기 때문에 差異가 나타났을 것으로 思料된다. 溫度가 높아질수록 점차 分離率이 떨어지며 61°C에서 10分까지는 13.8% 以上の 分離率을 보였으나 61°C에서 15分間 處理時 7.1%로 낮게 나타났고 發

芽率도 95.5%로 높게 나타났다. 64°C에서 10分間 浸漬時에는 5.7%의 分離率 및 93.5%의 發芽率을 나타내었고 64°C에서 15分間 浸漬時에는 4.4%로 分離率이 가장 낮았으나 發芽率이 51.2%로 매우 낮아 種子에 被害가 심하였다. 이 結果로 64°C에서 10分 15分 浸漬時 防除效果는 좋으나 發芽率에 對한 危險負擔이 있고 Yoshii와 Yamamoto (1951)등에 의하면 60°C에서 20分 以上 浸漬하면 種子에 障害를 일으킨다고 했으므로 61°C에서 10-15分間 浸漬하는 것이 가장 좋을 것으로 思料되며 이것은 Todd 등 (1959)이 55°C~61°C에서 10~15分間 浸漬하면 좋은 防除效果를 얻을 수 있다고 한 것과 一致하였다.

II. 벼잎線蟲에 의한 品種別 被害莖率 및 收量調査.

벼잎線蟲에 의한 品種別 被害莖率을 調査한 結果 表2와 같이 統一型 品種과 日本型 品種들 間에 상당한 差異가 있음을 알 수 있었다. 벼잎線蟲에 의한 被害莖率은 統一型 品種에서는 豊産벼 만이 4.5%의 被害莖率을 나타내었고 外 12品種은 전혀 White tip 症狀이 나타나지 않았다. 이러한 結果는 崔(1986)등의 結果와 一致되는 傾向이었다.

그러나 日本型 品種들은 白岩벼와 盈德5號를 제외 하고는 전부 White tip 症狀을 나타냈으며 그중에서도 五台벼는 95.6%의 가장 높은 被害莖率을 보였으며 福光벼 81.8%, 八公벼 56.7%, 西南벼 54.2%, 東津벼 53.8% 秋晴벼 51.9%, 小白벼 50.0%, 등의 順으로 10% 以上の 被害莖率을 나타냈으나 白岩벼와 盈德5號는 전혀 White tip 症狀을 나타내지 않았다. 한편 崔등은 統一型 品種들은 대부분 White tip 症狀을 나타내지 않았으나 日本型 品種은 모두 13.2%~100%의 被害莖率을 보였다고 하였는데 本 實驗에서는 20品種의 日本型 中에서 盈德5號와 白岩벼는 外觀上 White tip이 나타나지 않으므로 日本型 品種 中에서도 病徵 程度의 差異가

Table 1. Hot-water immersion treatments for control of *Aphelenchoides besseyi*.

Water Temp. (C)	Treatment Time (min)	No of nematodes / 10gr rice seeds					Mean	Percentage * of survival nematode (%)	Percentage of seed germination (%)
		Rep. I	II	III	IV	V			
52	10	19	64	11	33	48	35.0	43.0	99.2
	15	51	15	22	51	11	30.0	36.9	98.6
55	10	26	19	12	23	6	17.2	21.1	98.1
	15	9	15	13	28	11	15.2	18.7	98.2
58	10	12	17	17	15	7	13.6	16.7	96.5
	15	1	25	18	11	3	11.6	14.3	96.5
61	10	10	1	12	24	9	12.2	13.8	96.7
	15	8	2	3	7	9	5.8	7.1	95.5
64	10	8	4	5	4	2	4.6	5.7	93.5
	15	10	0	7	1	0	3.6	5.4	51.2
Control		89	105	122	47	44	81.4	100	98.5

* : Mean numbers of nematodes in treated seeds / Mean numbers in untreated seeds x 100

Table 3. The effects on the yield losses of different rice varieties infected with white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi*)

Type	Varieties	Inoculation					None Inoculation					
		panicle no./hill		grain no./panicle		percentage of ripened grains	1000 grains weight(g)/hill		grain no./panicle		percentage of ripened grains	1000 grains weight(g)
		no./hill	no./panicle	no./panicle	no./panicle	percentage of ripened grains	weight(g)/hill	no./panicle	no./panicle	percentage of ripened grains	weight(g)	
Tongil types	Singwangbyeo	19.4	89.4	82.0	30.0	19.8	98.6	85.2	30.1			
	Taebaekbyeo	22.3	87.8	90.4	23.4	21.0	99.2	90.8	24.5			
	Hwangchalbyeo	27.0	86.8	71.4	27.6	24.6	90.2	79.5	28.2			
	Samgangbyeo	28.3	87.9	80.9	22.2	31.2	91.3	96.3	22.5			
	Chilseongbyeo	28.3	93.1	88.4	21.2	25.5	103.8	88.8	22.3			
	Weonpungbyeo	30.3	68.4	85.2	23.5	29.8	81.6	88.4	24.1			
	Gayabyeo	22.3	84.5	84.6	24.9	21.4	85.7	93.2	27.0			
	Fungsanbyeo	22.0	92.6	86.8	26.2	19.8	94.2	83.1	28.0			
	Yeongpungbyeo	23.8	99.0	86.2	27.7	24.2	94.7	90.2	27.9			
	Sujeongbyeo	27.5	89.0	81.1	25.0	18.3	102.4	85.1	25.0			
	Seogwangbyeo	36.0	73.5	83.2	28.0	27.5	83.4	90.3	28.6			
	Milyang - 23	20.5	108.1	79.3	26.8	23.3	79.2	82.8	28.8			
	Baekyangbyeo	21.0	80.0	82.8	23.3	20.0	71.2	88.9	25.5			
	Japonica types	Sobaekbyeo	25.5	75.5	88.4	23.5	22.8	79.2	91.9	24.2		
Odaebyeo		23.0	56.6	84.2	28.0	24.8	78.4	93.4	28.5			
Seonambyeo		24.2	71.8	86.4	27.0	29.8	63.7	90.6	27.0			
Bokgwangbyeo		21.6	55.0	86.3	26.5	24.8	77.7	86.8	27.2			
Nagwangbyeo		27.8	66.5	92.9	25.5	28.6	72.6	93.8	25.2			
Sangpungbyeo		29.5	50.6	88.5	27.4	29.5	63.9	95.1	29.6			
Palgongbyeo		30.0	63.7	81.0	26.5	23.8	88.0	87.4	28.0			
Yeongdeogbyeo		26.0	63.8	93.4	22.6	29.4	65.4	95.0	22.9			
Iri 369		27.7	58.5	95.2	24.2	26.9	70.9	96.4	25.1			
Gwangyeongbyeo		31.3	63.6	90.0	23.0	28.0	66.5	96.0	24.2			
Chucheongbyeo		26.5	63.1	92.3	23.0	31.3	83.2	95.9	25.2			
Dongjinbyeo		25.6	71.2	93.7	25.8	24.8	83.2	96.2	27.1			
Daechongbyeo		25.5	66.5	91.7	26.5	28.4	67.9	93.7	26.7			
Cheonmabyeo		24.3	79.8	93.3	23.2	20.6	95.4	94.2	24.8			
Baegambyeo		27.3	57.4	85.9	24.9	29.0	66.0	88.4	25.1			
Yeongdeog - 5		29.7	73.4	92.7	24.9	27.4	74.9	93.0	25.2			
Seonjinbyeo		26.0	69.0	91.7	26.9	26.5	70.6	91.2	28.8			
Daechangbyeo		28.0	52.4	90.6	24.5	30.2	53.1	94.8	25.1			
Nongnimna - i	19.5	93.1	73.6	24.8	19.2	92.4	74.1	26.1				
Shinseonchalbyeo	27.8	71.5	90.5	25.0	20.8	74.1	89.7	26.5				

Table 4. Yield of the different rice varieties infected with white tip nematode, *Aphelenchoides besseyi*.

Type	Varieties	Yield per hill		Inoculation Yield index (B/A:%)		Damaged stem(%)		No. of Nematodes/10g rice seed	
		None (A)	Inoculation (B)	N	I.	N.	I.	N.	I.
Tongil types	Singwangbyeo	51.24	43.13	84.2	0	0	0	0	368
	Taebaekbyeo	47.43	42.06	88.7	0	0	0	0	191
	Hangangchalbyeo	50.41	46.95	93.1	0	0	0	0	1110
	Sangangbyeo	62.65	45.66	72.9	0	0	0	39	753
	Cheonnambyeo	53.15	50.16	93.4	0	0	0	2	232
	Woonpungbyeo	52.85	42.48	80.4	0	0	0	228	313
	Gayabyeo	46.67	39.89	85.5	0	0	0	0	440
	Pungsanbyeo	43.88	46.95	107.0	0	4.5	0	0	247
	Yeongpungbyeo	58.26	57.51	98.7	0	0	0	0	119
	Sujeongbyeo	40.15	50.49	125.8	0	0	0	0	246
	Seogwangbyeo	59.96	60.91	101.6	0	0	0	1	231
	Milyang - 23	44.82	47.82	106.7	0	0	0	1	384
	Baekyangbyeo	35.99	33.08	91.9	0	0	0	0	208
	Japonica types	Sobaekbyeo	40.95	40.51	98.9	0	0	0	0
Odaebyeo		52.63	31.21	59.3	0	0	0	0	222
Seonambyeo		47.14	41.14	87.3	0	0	0	0	148
Bokgwangbyeo		46.30	27.81	60.1	0	0	0	0	164
Nagdongbyeo		49.76	43.93	88.3	0	0	0	0	250
Sangpungbyeo		53.65	36.85	68.7	0	0	0	1	230
Palgongbyeo		52.01	41.48	79.7	0	0	0	0	206
Yeongdeogbyeo		42.60	35.62	83.6	0	0	0	0	198
Iri 369		46.52	37.63	80.9	0	0	0	0	193
Gwangyeongbyeo		43.72	41.68	95.3	0	0	0	1	152
Chucheongbyeo		46.47	36.11	77.7	0	0	0	0	101
Dongjinbyeo		54.24	44.69	82.4	0	0	0	0	178
Daechongbyeo		48.89	41.70	85.3	0	0	0	0	138
Cheonnambyeo		46.72	42.73	91.5	0	0	0	0	127
Baeganbyeo	43.21	34.23	79.2	0	0	0	0	142	
Yeongdeog - 5	48.72	50.38	103.4	0	0	0	0	177	
Seomjinbyeo	49.34	44.70	90.6	0	0	0	0	136	
Daechangbyeo	38.63	33.09	85.6	9.9	32.1	79	0	142	
Nongnimma - 1	34.59	33.70	97.4	0	0	0	0	248	
Shinseonchalbyeo	37.08	45.42	122.5	0	0	0	0	215	

I: Inoculation, N: None inoculation

크다는 것을 알게 되었다.

無接種區에서는 統一型 品種, 日本型 品種 共히 White tip 症狀를 전혀 보이지 않았고 大蒼벼만 9.9%의 被害莖率을 보였는데 이는 種子消毒時 完全한 防除가 되지 않았던 것으로 思料된다.

또 收穫後 各 品種別 벌씨내 線蟲의 密度를 調査한 結果, 統一型은 平均 361마리, 日本型은 平均 175마리로 오히려 統一型에서 더 높은 線蟲 密度를 보였다. 이것은 崔등(1986)의 結果와 같은 傾向을 나타냈다.

한편, 벼 品種別 벼잎線蟲에 의한 被害程度를 收量構成要素面에서 比較해 볼 때 表3 에서와 같이 株當穗數에서는 接種區와 無接種區間에 일정한 傾向은 없었으나 穗當粒數, 登熟比率, 千粒重은 一部에의적인 品種도 있었지만 全體的으로 接種區에서 減少되는 傾向이었다. 특히 千粒重의 경우는 統一型 品種에서 減少程度가 높았고 穗當粒數에서는 日本型 品種의 平均減少率이 높았다.

株當收量面에서 보면 表4 와 같이 White tip 症狀이 전혀 보이지 않았던 統一型 品種들도 4개 品種을 除外한 나머지 品種들은 2~28%의 收量 減少率을 보였으며, 三剛벼 圓豐벼 등에서 20% 以上の 減少率을 보였다. 미국에서는 9개의 感愛性 品種과 12개의 抵抗性 品種을 實驗한 結果, 感愛性 品種의 경우는 17~54%의 收量減少率을 보였고 抵抗性 品種이라 할지라도 0~24%의 減少率을 나타내었다고 하였는데²⁾ 이는 本實驗과 一致하는 傾向을 보였다.

한편, 日本型 品種中에서는 盈德5號와 新鮮찰벼를 除外한 나머지 18品種들은 모두 收量減少를 보였는데, 특히 White tip 症狀이 심하게 나타났던 五台벼와 福光벼는 40%에 가까운 減收率을 보였다. 以外에도 White tip 症狀이 비교적 심하게 나타났던 秋晴벼, 常豐벼, 八公벼, 東津벼등의 品種들도 20% 内外의 收量減少率을 나타내었다. 그러나 盈德5

號는 전혀 White tip 症狀이 나타나지 않았고 收量은 오히려 接種區에서 높게 나타나 벼잎線蟲의 抵抗性 程度가 높은 品種으로 생각된다. 本 實驗에서 White tip 症狀이 比較的 심했던 小白벼는 收量에 있어서는 별 差異가 없었고 전혀 症狀를 보이지 않았던 白岩벼의 경우는 20%의 減收率을 보였으며 被害莖率이 높았던 新鮮찰벼는 接種區의 收量이 오히려 높게 나타났는데 이에 對해서는 栽培環境 등의 여러 側面에서 보다 많은 研究와 努力이 있어야 할 것이라 思料된다.

摘 要

벼잎線蟲 防除를 爲한 벌씨의 溫湯浸漬條件, 벼 品種間의 抵抗性 程度, 被害莖率과 收量減少 程度 등을 究明하기 爲해 試驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

벌씨 溫湯浸法에 의한 線蟲 防除效果는 61°C에서 10-15分間 處理하였을때 가장 좋았다.

벼잎線蟲에 對한 品種間의 被害莖率은 統一型 品種의 경우 White tip 症狀이 나타나지 않았고 日本型 品種들은 대부분 White tip 症狀이 잘 나타났는데 그 中에서도 五台벼와 福光벼는 各各 95.6%, 81.8%의 높은 被害莖率을 보였다.

그러나 벌씨내 線蟲密度에 있어서는 統一型, 日本型 品種 모두 벼 10g당 100마리 以上 검출되었다.

White tip 症狀이 나타나지 않았던 統一型 品種들도 線蟲 接種區에서는 收量 및 收量構成要素가 減少되는 品種이 많았고 日本型 品種에서는 被害莖率이 높았던 五台벼와 福光벼는 40% 가까운 收量減少率을 보였으며 全體的으로 統一型 보다는 日本型 品種에서 收量構成要素와 收量の 減收程度가 높게 나타났다.

日本型 品種 中 盈德5號는 接種區에서 White tip 症狀이 전혀 나타나지 않았고 收量도 減少되지 않아 벼잎線蟲에 對하여 抵抗性 品種으로 생각된다.

引用文獻

1. Allen, M.W. 1952. Taxonomic status of the bud and leaf nematodes related to *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos, 1891). Proceedings of the Helminthological Society of Washington 19 : 108-120.
2. Atkins, J.G., E.H.Todd. 1959. White tip disease of rice III. Yield tests and varietal resistance. Phytopathology. 49 : 189-191.
3. Choi, Y.E. 1972. A study on the plant parasitic nematodes (Nematoda : Tylenchida) in Korea. Kor. J.Pl. Prot. 11(2) : 69-84.
4. Choi, Y.E., E. Geraert. 1975. Additional list of Tylenchida (Nematoda) from Korea with description of two new species. Nematologica. 21(1) : 26-34.
5. Choi, Y.E. 1975. A taxonomical and morphological study of plant parasitic nematodes (Tylenchida) in Korea. Kor. J.pl. Prot. 14(4) : 1-9.
6. Choi, Y.E., D.R. Choi, Y.S. Choi. 1986. Nematodes associated with rice in Korea. Survey on white tip Nematode (*Aphelenchoides besseyi*) damage to rice and detection of the nematode in rice seed. Kor. J.Pl. Prot. 25(3) : 159-167.
7. Christie, J.R. 1942. A description of *Aphelenchoides besseyi* n. sp. the summer-dwarf nematode of strawberries with comments on the identity of *Aphelenchoides subteniui* (Cobb, 1926) and *A. hodsoni* Gooday, 1935. Proc. Helminth. Soc. Washington. 9(1) : 82-84.
8. Cralley, E.M., C.R. Adair. 1949. Rice disease in Arkansas in 1948. Plant Disease Reporter. 33(6) : 257-259.
9. Fortuner, R., G. Merny. 1979. Root Parasitic nematodes of rice. Reuve Nematol. 2(1) : 79-102.
10. 한상찬, 조현제 1979. 벼이삭선충이 수도생육 및 수량에 미치는 영향. 한국식물 보호 학회지. 18(3) : 133-136.
11. Jodon, N.E. 1935. Improving rice varieties. Bienn. Rep. La, Rice Exp. Stn. 1933-1934, pp. 15-18.
12. 角田廣次郎. 1915. 稻の黒糶病に就て, 病虫害雜誌. 2(3) : 214.
13. Martin, A.L. 1939. The effect of magnesium and calcium on white tip of rice. Am. J. Bot. 26 : 846-852.
14. 中野勝喜. 1916. 粟不稔病(一名紫穗病)について (1). 病虫害雜誌 3(2) : 109.
15. Nandakumar, C., J.S. Prasad, Y.S. Rao, J.Rao. 1975. Investigation on the white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi*, Christie, 1942) of rice (*Oryza sativa*, L.). Indian Journal of Neamtology, 5(1) : 62-69.
16. Nishizawa, T. 1953. Studies on the varietal resistance of rice plant to the rice nematode disease, 'Senchu Shingare Byo'. (VI). Bulletin of the Kyushu Agricultural Experiment Station. 1 : 339-349.
17. Todd, E.H., J.G. Atkins. 1959. White tip disease of rice II. Seed treatments studies. phytopathology. 49 : 184-188.
18. Waele, D. De. 1988. *Trichodorus pertusalberti* n. sp. (Nematoda : Trichodoridae) from rice with additional notes on the morphology of *T. sannaiae* and *T. rinae*. Journal of Nematology. 20(1) : 85-90.
19. 吉井甫, 山本重雄. 1950. 粟不稔病 特とその病原線蟲について. 日本植物病理學會報. 14(3) : 81.
20. Yoshii, H., S.Yamamoto. 1951. On some methods for the control of the rice nematode disease. Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University. 12 : 123-131.