

大豆 耐病虫性 品種育成에 관한 研究
 第2報 大豆씨스트 線虫(*Heterodera glycines* I.)에
 대한 大豆品種의 抵抗性

朴 文 洙*

**Studies on Breeding for Disease and Insect
 Resistant Soybean Variety**

II. Resistance to Soybean Cyst Nematode (*Heterodera glycines* I.)
 by Soybean Variety

Park, Moon Soo*

ABSTRACT

Sixty five soybean varieties were tested to observe varietal response and to get the basic data for resistant variety breeding to soybean cyst nematode (*Heterodera glycines* I.). They were classified into five groups, from the most resistant to the most susceptible by decreasing rate of seed weight. A few Korean varieties were included in the most resistant group. In general, early maturing varieties were more susceptible. Total plant weight could be used as an important criterion to select a resistant variety to soybean cyst nematode.

緒 言

大豆 씨스트線虫(*Heterodera glycines* Ichinohe. 이하 線虫으로 略記)은 代表的인 土壤害虫의 하나로서 被害 徵狀으로 보아 月夜病, 嫌地病, 立枯病, 萎黃病 등으로 불리어져 왔으며, 우리나라를 비롯하여 日本, 中國 東北部, 美國 等地에서 發生되고 있다. 이 害虫에 對한 防除對策으로는 土壤薰蒸, 輪作栽培 및 抵抗性 品種의 利用 등을 列擧할 수 있으나 實用的인 面을 고려할 때 역시 抵抗性品種의 利用이 가장 바람직하다고 본다. 이에 關하여는 美國을 비롯한 先進諸國에서 일찍부터 組織的인 研究가 遂行되어 왔는데,^{2,3,4,8,10,11,23,24,25} 우선 美國의 경우를 보면 1957년에 Peking, PI 84751, PI 90763 등을 抵抗性 交配母本으로 利用하여 For-

rest, Custer, Dyer, Pickett 71, Centennial 등을 育成하는데 成功한 바 있으며, 日本에서는 1955年 頃부터 下田不知外 數 品種을 抵抗性으로 選拔 栽培하였으며 그 後 이들 品種에서 네마씨라즈, 라이 탕(韓國品種名: 東北太), 도요스즈, 나카센나리, 데와무스메 등 抵抗性品種 등이 出現되었다. 한편 우리나라에서는 1965~67年度에 朴^{15,16,17)} 등이 우리나라 全域에 걸쳐 線虫의 種類와 分布를 調査하고 이 害虫이 大豆 栽培地에 널리 分布되어 있음을 報告한 바 있다. 또한 朴等¹⁸⁾은 大豆線虫에 對한 抵抗性品種으로 忠北白, 白太, 金剛小粒 등을 列擧한 바 있으나 線虫圃場을 選定하여 檢定한 事例는 없는듯 하다.

本 試驗은 韓日 共同 農業研究 事業計劃에 依하여 1979年 2月부터 1年間 日本 東北農業試驗場 刈和野 試驗地에서 大豆 씨스트線虫에 對한 品種

* 湖南作物試驗場

* Honam Crop Experiment Station. ORD. Iri 580, Korea.

別 抵抗力程度를 調査한 것으로 그 結果를 整理하여 이에 報告하고자 한다. 本 試驗을 遂行함에 있어 同 試驗場의 橋本綱二博士를 비롯한 여러 職員들과 種子를 分讓하여 주신 作物試驗場 洪殷煥博士님에게 깊은 謝意를 表하는 바이다.

材料 및 方法

1. 供試品種

韓國品種으로는 獎勵品種 7, 育成系統 12, 在來種 14, 모두 33品種을 擇하여 美國產 7 및 中國產 25品種과 함께 供試하였다. 한편 線虫 抵抗力 檢定用 指標品種으로는 東北農試에서 使用하고 있는 라이밍(韓國品種名:東北太)과 네마씨라즈를 抵抗力 品種으로, 奧羽 13號와 新4號를 感受性品種으로 供試하였다.

2. 處理方法

本 試驗은 線虫 密度가 높고 均一하도록 特別히 管理한 線虫圃場과 이에 隣接된 普通圃場에서 遂行하였다. 播種은 1979年 5月 27~28日에 實施

하였으며 早生種은 75cm×8cm, 中晚品種은 75cm×12cm로 各 20株를 栽植하였고 發芽後에 株當 1本씩으로 調整하였다. 其他는 東北農試 標準栽培法에 準하였다.

3. 調査方法

線虫圃場에서 生育中인 大豆 品種의 葉色을 達觀調査하여 잎이 黃化된 品種은 "+, "로 表示하였으며, 다시 地下部를 掘取하여(7月19日) 뿌리에 붙어있는 씨스트線虫의 着生 多少를 調査하고 다음과 같이 5階級으로 區分하였다.

씨스트線虫의 着生程度	株當 線虫數
-	0 마리
±	1~3 "
+	4~6 "
++	7~10 "
+++	11 以上

한편 生育과 收量特性에 對하여는 區當 20個體를 測定하였으며 線虫에 對한 抵抗力 判定은 線虫圃場에서의 特性值들의 減少率에 依하였으며 減少

Table 1. Changes in some characters of check varieties in the soybean cyst nematode field.

Variety	Total plant weight (g/plant)			Seed weight (g/plant)			No. of pods (ea/plant)			100 grain weight (g)			Degree of the parasitism of cyst nematode.	Leaf symptom
	Control	Nema-	D. N.*	Cont.	Nema.	D. N.	Cont.	Nema.	D. N.	Cont.	Nema.	D. N.		
			(%)			(%)			(%)			(%)		
Resistant	-----Average of 5 rep.-----													
Raiden														
Mean	33.2	18.1	45.6	19.2	10.7	44.2	37.4	22.5	39.8	24.3	24.0	1.2	+	no
Range	33.0-33.5	17.8-19.9	40-55	19.1-19.2	9.3-11.8	39-46	37.1-37.6	18.6-23.8	39-55	24.2-24.4	23.2-24.9	4-2		
Nemashirazu														
Mean	73.2	43.9	39.9	39.7	24.4	38.1	89.3	50.4	43.6	25.5	23.6	7.5	+ - ±	no
Range	72.4-74.0	33.9-44.7	39-42	39.5-39.9	23.2-25.6	35-41	89.7-90.0	48.9-52.0	42-47	25.4-25.5	20.3-25.0	4-10		
Total mean	53.2	31.0	42.8	29.5	17.6	41.2	63.5	36.5	41.7	24.9	23.8	4.4		
Susceptible	-----													
Owoo 13														
Mean	29.4	10.0	66.0	15.3	4.3	71.9	37.1	16.7	55.0	22.6	15.4	31.9	+++	much
Range	29.0-30.0	4.7-17.9	39-84	15.2-15.5	1.6-9.0	41-89	36.7-37.3	8.8-28.0	24-75	22.6-22.7	13.4-19.1	16-41		
Shin 4														
Mean	68.3	22.8	66.6	34.7	10.7	69.2	70.4	30.0	57.4	27.6	20.4	26.1	+++	much
Range	68.0-68.8	10.7-36.3	47-84	34.0-35.4	8.5-17.7	49-90	70.2-70.5	12.9-43.0	39-92	27.5-27.7	17.3-24.2	12-37		
Total mean	48.9	16.4	66.5	25.0	7.5	70.0	53.8	23.4	56.6	25.1	17.9	28.7		

* D. N. = $\frac{\text{Control} - \text{Nematode}}{\text{Control}} \times 100$ percent.

率は 다음과 같이 算出하였다.

$$\text{減少率} = \frac{\text{普通圃場에서의 特性値} - \text{線虫圃場에서의 特性値}}{\text{普通圃場에서의 特性値}} \times 100$$

試驗 結果

1. 指標品種의 反應

表 1에서 指標品種에 對한 平均 種實重 減少率을 보면 抵抗力인 라이팅(中生)은 44%, 네마씨라즈(晩生)는 38%이었고, 感受性인 興羽 13號(中生)는 72%, 新 4號(晩生)는 69%로써, 指標品種間 抵抗力 差異가 뚜렷하였으며, 全重 및 莢數 또한 이와 비슷한 傾向을 보였다. 그리고 100粒重에 있어서는 抵抗力品種들은 普通圃場과 線虫圃場間 粒重 差異가 거의 없었으나 感受性品種들은 線虫圃場에서 平均 29% 程度 더 가벼운 結果를 보였다. 씨스트 着生狀況 또한 抵抗力品種들은 ±~++였으나, 感受性品種에서는 +++가 大部分이었으며 葉色은 感受性品種에서만 淡綠色을 띄어 地下部의 線虫 被害를 쉽게 엿볼 수 있었다.

以上の 結果를 綜合하여 볼때 本 線虫圃는 抵抗力을 檢定하는데 있어 充分한 條件을 具備하고 있는 것으로 判斷되며, 特히 線虫圃에서 全重, 種實重 및 莢數의 減少率이 큰 點을 고려할때 今後 이들 形質은 線虫 抵抗力 系統을 選拔하는데 있어 有效한 指標로 利用할 수 있음을 暗示한다고 하겠다.

2. 一般 供試品種의 抵抗力程度

表 2는 線虫圃에 있어서 1株種實重이 減少되는 程度를 고려하여 抵抗力을 判定한 것이다. 供試된 65品種中에서 1株種實重 減少率의 範圍는 最少 3%, 最大 93%로써 品種에 따라 큰 差異를 보였다. 이와같이 種實重 減少率은 連續的인 變異를 보여 最少의 品種群으로 부터 最大의 品種群까지 5階級으로 區分하여 各各 「最強, 強, 中, 弱, 最弱」으로 나타낼 수 있었는데 「最強」에 屬하는 品種이 5品種, 「強」에 該當되는 것이 8品種으로서 모두 中・晩生種에 屬하였다. 우리나라 品種에 對하여 살펴보면 剛林 및 蔚山은 「最強」이었고, 忠北白, 甲山在來 水原 99號 및 힐콩이 「強」이었으나 그 外 品種 및 系統 등은 「中」 以下の 反應을 나타내었

Table 2. Grouping of varieties resistant to soybean cyst nematode by decreasing rate of seed weight.

Variety	Decreasing rate of seed weight (%)					Total
	below 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	above 80	
Early			Gilrim 4 Jopung 1 Jibchae 5 Guchundu Gonggyeo 6602-3	Huknong 16 Gilrim 5, 11 Jopung 2 Gonggyeo 6612 -3(8)	Gilrim 6, 8, 9, 10 Gunong 5, 6 Dongnong 4 Cheolpung 8 Jahwa 2	20
Middle	Wulsan Gangrim	Dyer Peking Chungbukback Gabsanjaerae Suweon 99 Hanam 66 daedu Backpidaedu	Yoojadu Cheongpidaedu Bongeu Yookwoo 3 Changdanback - mok Gyujang Fotae Kumkangsorip Keongdu Miltae Suweon 98, 100, 102	Jibchae 3 Cheolpung 3, 5 Gebongcheongdu Olkong Backjung 42 lgangwan Keongnam 3 Suweon 83, 84, 90, 91, 97		35
Late	Pickett 71 Bedford Forrest	Hill	Lee 68 Tracy Backchun Daedongtae Cheongtae Danchundamlock			10
Total	5	8	24	19	9	65

다. 그리고 美國 品種中 Pickett 71, Forrest, Bedford는 「最強」을 보였는데 이들 品種은 線虫에 極히 抵抗力인 peking PI 90763, PI 84751 등은 戻交雜 또는 中間交配하여 育成한 品種들로 알려져 있다. 한편 中國品種은 河南 66號 大豆 및 白皮大豆 等の 品種들이 「強」하게 나타난 것을 除外

하면 大部分 「中」 以下에 屬하였다.

3. 生育日數와 線虫抵抗力과의 關係

表 3은 線虫圃에 있어서 生育日數(播種~成熟)의 長短에 따른 主要形質別 減少程度를 나타낸 것이다. 表에서 種實重, 全重 및 莢數의 減少範圍를 보면

Table 3. Changes in decreasing rates of major characters during the growing period.

Character	Growing period (days)	90-110			110-130			131-140			141-160		
		Cont.	Nema.	D.N(%)	Cont.	Nema.	D.N(%)	Cont.	Nema.	D.N(%)	Cont.	Nema.	D.N(%)
Seed weight (g/plant)	Mean	5.1	1.3	74.5	9.8	3.4	65.3	19.6	9.4	52.0	20.1	12.8	36.3
	Range	2.6-7.4	0.2-3.1	42-93	5.4-21.5	1.3-5.6	32-76	7.3-34.0	5.0-14.7	8-72	12.1-29.7	5.4-17.0	3-59
Total plant weight (g/plant)	Mean	9.5	2.6	72.6	19.5	7.3	62.6	39.7	18.6	53.2	41.1	26.0	36.7
	Range	5.2-18.4	1.1-5.0	31-92	12.0-40.4	3.6-13.3	27-79	16.0-62.8	10.9-28.4	15-71	25.4-56.8	12.0-38.4	3-58
No. of pods (ea/plant)	Mean	14.3	5.5	61.5	30.1	15.0	50.2	50.3	30.5	39.4	60.0	42.9	28.5
	Range	9.0-26.7	1.6-11.6	11-86	16.6-52.6	7.2-38.8	8-73	17.5-88.5	14.2-56.9	-5~65	30.6-84.7	19.0-58.2	8-39
100 grain weight (g)	Mean	17.2	11.7	32.0	17.8	12.9	27.5	21.4	18.3	14.5	18.2	16.6	8.8
	Range	14.2-20.7	8.3-15.2	14-48	9.1-24.4	7.4-17.5	1-43	9.4-31.2	8.9-26.2	0-22	12.2-29.6	12.8-23.5	-22~18
Main stem length (cm)	Mean	36.1	24.0	33.5	53.8	38.1	29.2	59.1	41.8	29.3	59.0	52.2	11.5
	Range	25.4-52.0	16.8-34.8	3-57	38.0-68.4	27.8-76.6	-8~59	41.0-99.5	26.2-95.0	1-46	46.2-77.9	32.4-82.7	-22~34

* D.N = $\frac{\text{Control} - \text{Nematode}}{\text{Control}} \times 100$ percent.

早生種은 62~75%, 中生種은 39~65%, 晩生種은 29~36%로써 生育日數가 짧은 品種일수록 減少率이 크고, 긴 品種은 이와 反對의 傾向이 있었으며 生育日數와 種實重 減少率間에는 負의 相關關係($r = 0.679^{**}$)가 認定되었다(그림 1). 이밖에 100粒重 및 主基長의 減少率 역시 早生種 > 中生種 > 晩生種의 傾向을 보였으나 種實重, 全重 및 莢數의 減少率에 比하면 그 程度가 顯著히 낮았다.

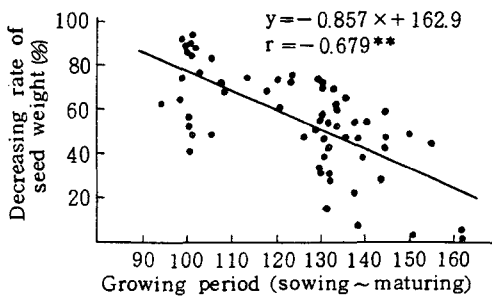


Fig. 1. Relationship between growing period in cyst nematode field and decreasing rate of seed weight.

4. 線虫圃場에 있어서 몇 가지 形質의 變化

뿌리에 있어서 線虫의 着生程度와 種實重 減少率과의 關係는 密接한 程度는 아니지만 正의 相關이 있었다(그림 2). 바꾸어 말하면 種實重 減少率이 적은 抵抗力 品種일수록 線虫의 寄生密度가 적었으며 根瘤의 着生도 一般의으로 많은 傾向이었다. 그

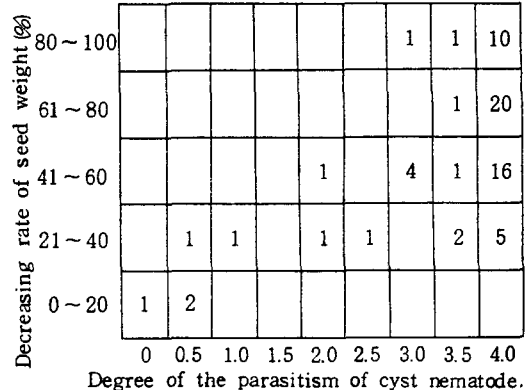


Fig. 2. Relationship between degree of the parasitism of cyst nematode and decreasing rate of seed weight.

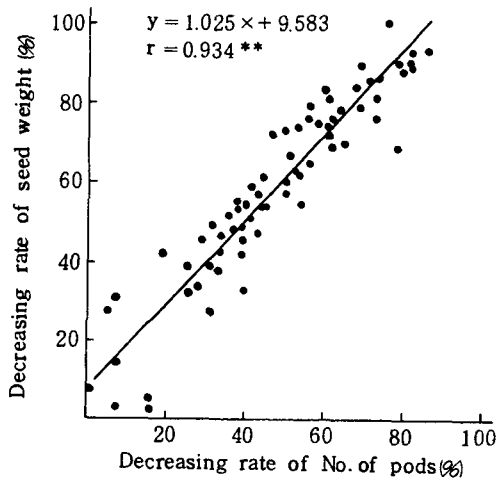


Fig. 3. Relationship between decreasing rate of No. of pods and decreasing rate of seed weight.

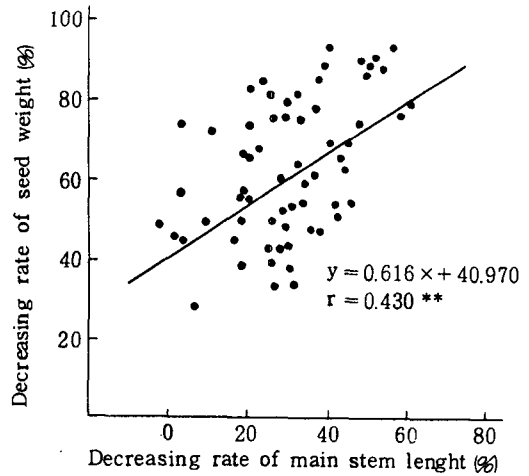


Fig. 5. Relationship between decreasing rate of main stem length and decreasing rate of seed weight.

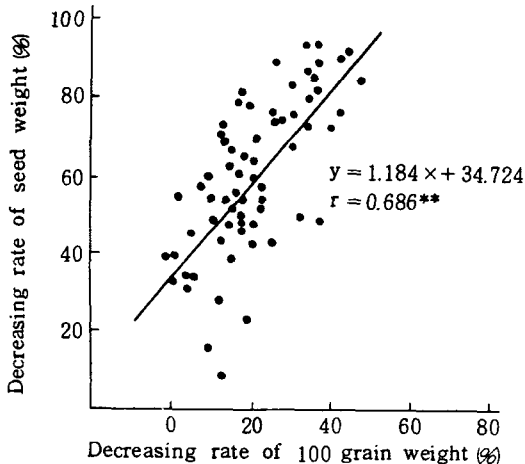


Fig. 4. Relationship between decreasing rate of 100 grain weight and decreasing rate of seed weight.

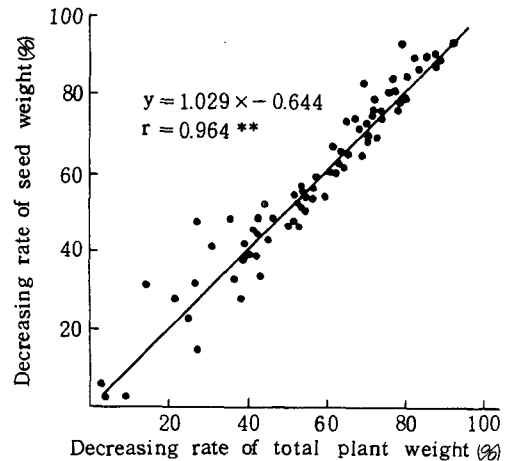


Fig. 6. Relationship between decreasing rate of total plant weight and decreasing rate of seed weight.

리고 이 減少率은 莢數, 100 粒重, 主莖長의 減少率과 서로 密接한 關係를 나타내고 있었다(그림 3~5).

또한 線虫圃에 있어서 1株 地上部 全重의 減少程度와 種實重 減少率과는 極히 높은 正의 相關關係($r = 0.964 **$)가 認定된 點으로 보아 全重 減少率은 莢數, 100 粒重 및 主莖長 減少率과 더불어 線虫 抵抗性 檢定을 容易하고 正確히 評價하는데 效果的으로 利用할 수 있다고 본다(그림 6). 線虫圃에서는 이밖에 主莖節數 및 分枝數가 적고 最下

着莢位置도 높아지는데 이들 形質 또한 種實重 減少率과 有意한 相關을 보였으나 그 程度는 낮은 편이었다.

考 察

本 試驗에 있어서 線虫 寄生에 依한 被害 徵狀은 播種後 約 40日頃인 7月中旬頃에 나타났는데 이는 井上⁷⁾와 砂田·酒井²⁵⁾가 報告한 線虫 被害 發現時期와 一致되었다. 被害株는 처음에 莖長의

伸育이 不良하고 莖葉이 淡黃色을 띄어 綠色인 健全株와 區別이 容易하였으며 이들을 掘取해서 地下部를 肉眼으로 觀察하여 보면 뿌리의 表面에 白色~크림색의 成蟲이 많이 寄生하고 있었다. 一般的으로 線虫 被害株는 大豆根瘤의 着生이 不良하여 窒素 缺乏과 類似한 徵狀을 보였는데 이는 既히 發表된 報文內容과 잘 合致되었다.^{20,26)} 種實重, 全重 및 莢數에 對한 線虫 被害程度를 보면 美國品種이 抵抗性을 보인 反面, 中國品種은 가장 弱하였으며 韓國品種은 그 中間에 屬하였다. 美國品種은 線虫에 抵抗性으로 알려져 있는 品種만 選擇的으로 供試되었기 때문이며, 中國品種이 弱한 結果를 보인 것은 供試品種의 大部分이 早生種에 屬하였기 때문으로 생각된다. 한편 우리나라 品種中에서는 剛林과 蔚山의 두 品種이 抵抗性을 보였으나 이 結果에 對하여는 追後 精密한 檢査가 必要할 것으로 思料되며, 多少 強한 것으로 判定된 忠北白에 對해서는 이미 朴等¹⁸⁾에 의해서도 이와 비슷한 結果를 報告한 바 있다. 特히 美國品種中 pickett 71²⁾, Forrest³⁾, Centennial⁴⁾, Custer⁹⁾ 등은 線虫 抵抗性因子를 導入하여 育成된 品種들로서 本 試驗團에서도 씨스트가 거의 着生하지 않았으며 種實重의 減少率도 3~6%에 그쳐 耐線虫性 品種임이 確認되었다. 今後 이들 品種을 戻交雜 및 中間母本에 積極 活用하는 것이 實用的 線虫 抵抗性 系統을 育成하는데 가장 效果의인 方法이라 생각된다. 多幸히 杉山²¹⁾은 大豆線虫 抵抗性이 4個의 遺傳子에 依하여 支配됨을 밝힌바 있으며, 酒井等¹⁹⁾은 F₂에서 劣性因子 3에 對하여 優性因子 1로 分離함을 報告하고 있으므로 耐線虫性 品種育成은 그렇게 어려운것만은 아닐것으로 推察된다. 다만 杉山等^{22,24)}과 砂田·酒井²⁵⁾가 指摘한대로 線虫에 있어서도 生理的系統(physiological strains)이 存在하고 있으므로 品種育成에 앞서 生理的系統에 對한 研究가 먼저 遂行되어야 할 것이다. 이와 關聯하여 韓·李¹⁾는 네마씨라즈 品種은 우리나라와 日本 長野地方에서는 感受性이었으나 日本 東北地方에서는 抵抗性으로 나타난 것을 指摘한 바 있으며, 이 結果로 볼때 우리나라 線虫은 長野地方의 生理系統과 비슷하나 東北地方과는 다를 것으로 推定된다.

한편 生育日數가 짧은 早生種일수록 線虫 被害가 심하게 나타났는데(表 2 및 그림 1) 이 事實은 注目할만한 價値가 있다고 본다. 이 原因에 對하여는 確實히는 알 수 없으나 우선 線虫의 垂直的인

分布範圍와 大豆 뿌리의 發生深度 및 發生量과 關係가 있을 것으로 思料된다. 一般的으로 線虫의 分布는 土質이 가볍고 通氣가 良好한 火山炭土地帶에 많은 反面 重粘土 및 泥炭土에서는 적으며, 作土層에서는 表面에 가까울수록 分布密度가 높다.^{20,26)} 그런데 早生種의 大豆 뿌리는 中·晚生種에 비하여 發生深度가 얇아 線虫의 密集部位와 一致할 뿐만 아니라 發根量도 적기때문에 線虫의 被害가 相對的으로 甚하게 나타나는 것으로 推理할 수 있을 것이다. 이에 對하여 岡田^{12,13)}는 線虫이 地面에서 5cm 깊이까지는 65%가, 5~10cm 사이에는 29%가 各各 分布되어 있다고 하였으며 또한 그는¹³⁾ 大豆 뿌리량의 거의 大部分이 上層 部位에 分布하고 있음을 指摘한 바 있다. 그 다음으로는 線虫의 加害時期와 大豆의 開花期 및 生殖生長期間의 長短과 密接한 關係가 있을것 같다. 即, 線虫에 依한 被害는 播種後 6週부터 나타나기 始作하여 8~9週되는 時期에 가장 甚한데,^{4,27)} 本 試驗에서 大豆의 開花期를 보면 早生種은 이 時間에 걸쳐 開花完了되었으나 中生種은 多少 稽치고 晚生種은 이 期間을 相當히 벗어나서 開花하였다. 한편 加害最盛期 以後의 大豆 生育期間을 線虫 被害로부터의 回復可能期間으로 볼때 이 期間은 早生種이 35~40일에 지나지 않는데 反하여 中生種은 60~70日, 晚生種은 80~90日로서 早生種이 中·晚生種보다 顯著히 짧았다. 以上을 綜合하면 早生種은 外部 環境의 Stress에 가장 弱한 開花期가 線虫 加害時期와 一致될뿐더러 그 後의 回復可能期間도 相對的으로 짧기 때문에 線虫 被害가 크게 나타난 것으로 思料된다.

끝으로 本 試驗은 우리나라와 氣象·土壤等 環境條件이 다른 日本에서 遂行되었고, 反復數가 2反復으로써 積은감이 있으며 試驗年數도 1년에 불과하여 얻어진 結果에 對한 解釋이 充分치 못한 點이 많다고 본다. 이 點에 對하여는 今後 多角的인 檢査가 要求되는바 크다고 하겠으나 線虫에 依한 各 形質別 減少率이 指標品種과 供試品種 共히 品種內 個體間에 큰 差異없이 고르게 나타난 點에서 本 試驗 結果는 앞으로 耐線虫性 品種開發에 有益하게 活用될 수 있을 것으로 믿고 싶다.

摘 要

大豆 씨스트 線虫團에 있어서 大豆 品種別 線虫

抵抗性程度를 檢定하여 耐線虫性 大豆 品種育成時 基礎資料로 삼고져 本 試驗을 實施하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 指標品種에 對한 平均 種實重 減少率은 抵抗性 品種은 38~44%, 感受性 品種은 69~72%로 差異가 뚜렷하였으며 全重 및 莢數도 같은 傾向이 었다.

2. 供試된 品種中 抵抗性程度가 「最強」인 品種은 5, 「強」에 屬하는 것이 8品種으로써 이들은 모두 中・晩生種이었다. 抵抗性 品種으로 有望視되는 것으로는 蔚山, 剛林, pickett 71, Forrest, Bedford 等이었다.

3. 線虫圃에 있어서 種實重, 全重 및 莢數의 減少率은 早生種은 62~75%, 中生種은 39~65%, 晩生種은 29~36%로써 生育日數가 짧은 品種일수록 抵抗性이 弱하게 나타났다. 이 原因으로서는 線虫의 分布範圍와 大豆 뿌리의 發生深度 및 發生量, 加害時期와 大豆의 開花期 및 回復可能期間이 密接히 關여하고 있는 것으로 考察되었다.

4. 耐線虫性 品種選拔을 爲한 有意 相關 形質은 全重, 莢數, 100粒重, 主莖長이었으며 特히 全重과 莢數는 모두 +0.9 以上の 高度의 相關係數를 보였 다.

引用 文 獻

1. Han, S.C., and Y.B. Lee(1975) On the influence of susceptible and resistant soybean varieties to the development of the soybean cyst namatode, *Heterodera glycines* (*Heteroderidae*, *Nematode*) *Kor. J. Pl. Port.*, Vol.14(3):133-136.
2. Hartwig, E.E., J.M. Epps and C.J. Edwards(1971) Registration of "Pickett 71" soybeans. *Crop Sci.* (11):603.
3. _____, and _____(1973) Registration of "Forrest" soybeans. *Crop Sci.* (13):287.
4. _____, and _____(1977) Registration of "Centennial" soybeans. *Crop Sci.* (17):979.
5. Hong, K.C.(1980) Breeding resistant soybeans to the soybean cystnematode (*Heterodera glycines* I.) The memorial papers for the sixteenth birthday of Dr. K.C. Hong. 9-15.
6. 井上壽・春木保・小山睦寛(1959) 다이즈센치코우에關する調査. 第6報 土壤中におけるシスト

의 垂直分布について 北日本病害虫研究會年報 10 號:109-110.

7. _____ (1962) 다이즈센치코우에關する調査. 第18報 다이즈의被害解析. 北日本病害虫研究會年報 14號:118-119.
8. 石川正示・宮原萬芳(1958) 大豆品種의大豆線虫에對する抵抗性. *育種學雜誌* 8(2):111-118.
9. Ludders, V.D., L.F. Willials and A. Matson(1968) Registration of "Custer" soybeans. *Crop Sci.* (8):402.
10. Matsumoto, S.(1975) Resistance to soybean cyst nematode by soybean variety. *JARJA* 8(4):189-193.
11. 御子紫公人・荻原英雄・廣間勝己(1978) 大豆의 다이즈시스토펜치코우抵抗性品種育成에關する研究. 長野縣綜合試驗場研究報告 第1輯:96-104.
12. Okada, T.(1965) Studies on the parasitic distribution of nematodes. I. Population density of soybean cyst nematodes in soil and its influence on the distribution of the parasitic and root development of soybeans. *Res. Bull. Hokkaido Natl. Agrie. Exp. Stn. No. 87:74-86.*
13. _____(1965) Studies on the parasitic distribution of nematodes. II. The growth of soybean roots and the parasitic distribution of soybean cyst nematodes. *Res. Bull. Hokkaido Natl. Agrie. Exp. Stn. No.88:28-36.*
14. _____(1968) Effects of the inoculation time of soybean cyst nematodes, *Heterodera glycines* Ichinohe, on the growth of soybean. *Res. Bull. Hokkaido Natl. Agrie. Exp. Stn. No. 93:32-38.*
15. Park, J.S.(1965) Survey on the kinds and distribution of plant parasitic nematode in Korea. *The Res. Rep. of O.R.D. Vol. 8(1):227-233.*
16. _____(1966) Survey on the kinds and distribution of plant parasitic nematode in Korea (2). *The Res. Rep. of O.R.D. Vol 9(1): 209-215.*
17. _____, S.C. Han, and C.L. Han(1967) Survey on the plant parasitic nematode in Korea(3). *The Res. Rep. of O.R.D. Vol. 10(3):71-80.*
18. _____, S.C. Han, and Y.B. Lee(1969) Studies on the varietal resistance of soybean to the cyst nematode, *Heterodera glycines* Ichinohe and Its damage. *Kor. J. Pl. Port.* 7:21-25.

19. Sakai, S., M. Saito, and K. Sunada(1975) A method of individual selection for resistance to soybean cyst nematode in soybeans. — A half-root technique —. The Bull. of Hokkaido pre. Agric. Exp. Stn. No. 32:18-24.
20. 櫻井清(1968) ダイズシストセンチコウの生態と防除. 農業及び園藝 43(3): 519-523.
21. Sugiyama, S., and K. Hiroma(1966) A resistant gene of soybeans to the soybean cyst nematode observed from the cross between Peking and Japanese varieties. Japan. J. Breeding 16(2): 83-86.
22. 杉山信太郎・宮原萬芳(1966) ダイズシストセンチコウ raceの地域差について. 農業及び園藝 41(9): 1375-1376.
23. Sugiyama, S., and K. Hiroma(1968) Studies on the resistance of soybean varieties to the soybean cyst nematode. I. Comparison of varietal responses. Japan. J. Breeding Vol. 18(20):80-87.
24. _____, _____, T. Miyahara., and K. Kokubun(1968) Studies on the resistance of soybean varieties to the soybean cyst nematode. II. Difference of physiological strains of the nematode from Kariwano and Kikyogahara. Japan. J. Breeding Vol. 18(4):206-212.
25. 砂田喜與志・酒井眞次(1978) ダイズシストセンチコウ抵抗性育種研究の現状と問題点. 農業及び園藝 53(9): 1099-1105.
26. Yoshihara, T., and K. Kegasawa(1974) Studies on the influence of soil moisture conditions on soybean cyst nematodes. II. Nematode development and soybean growth in the surface soil and the subsoil of well-drained volcanic ash soil of the Tokachi regeon under two moisture levels. Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn. No. 109:19-26.
27. Yuhara, I., and H. Inagaki(1963) Studies on the resistance of soybean plants to the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*. II. The relations between the development of larvae invaded in the roots and the resistance of soybean varieties. Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn. No. 80:94-102.