

콩씨스트선충(*Heterodera glycines*)에 대한 콩 저항성품종 및 Race검정

김 동 근* · 최 영 연*

Studies on the Resistance and Races of Soybean-Cyst Nematode, *Heterodera glycines*, in Korea.

D.G. Kim and Y.E. Choi

ABSTRACT

Sixteen recommended soybean cultivars in Korea were tested for resistance to *Heterodera glycines*.

The number of females which developed on roots of cultivars were fewer on "Hwanggeum-kong" and greater on "Geumgangdaelib".

But there was no resistant cultivar to *Heterodera glycines*.

Four field populations of *Heterodera glycines* tested for ability to reproduce on five host differentials.

Geographical differentiations of *H. glycines* were newly founded in Korea.

These were identified to race 1 at Hwasun, race 5 at Yangsan and Suweon and Unknown race(or race C) at Seonsan.

서 론

콩씨스트선충(*Heterodera glycines*)은 1915년 Hori¹⁴⁾에 의하여 일본에서 처음 발견되었으며, 그후 1936년 Yokoo³⁹⁾에 의하여 우리나라에서도 발견되었고 이 콩씨스트선충에 의하여 콩의 萎黃病이 誘發된다는 것이 밝혀졌다.

콩씨스트선충은 콩의 뿌리에 기생하여 양분을 빨아 먹음으로서 식물체의 생육을 불량하게 만들뿐 아니라, 뿌리혹박테리아의 착생을 방해하여 콩의 질소부족현상을 일으키게 하고^{6), 18), 29)} 立枯病(*Fusarium oxysporum*) 등과의 상호복합작용으로서 훨씬 더 심각한 피해를 끼친다고 알려져 있다³⁰⁾. 콩씨스트선충은 韓國, 滿洲, 美國, 日本 등 전세계의 주요 콩 재배지에 분포되어

있으며^{3), 4), 5), 21), 25), 38)} Riggs²⁵⁾에 의하면 전세계 콩 재배면적의 79%가 감염되어 있고 미국은 62%의 면적이 감염되어 있다고 했다.

우리나라에도 많은 면적이 本線虫에 감염되어 있으며^{3), 4), 22)} 한¹³⁾ 등은 토양 100g당 씨스트의 갯수가 100개 있으면 약 60%의 감수를 가져온다고 했다.

이 線虫은 乾燥, 浸水 등 불량환경에 강하며 특히 기주식물이 없어도 17년간이나 생존할 수 있음으로서¹⁶⁾ 방제하기가 매우 어려우나 다행히 이 선충의 寄主範圍가 콩科植物에 국한되어 있으므로 輪作에 의한 防除效果가 크다^{8), 28)}.

또 토양훈증제 처리는 방제효과는 좋으나 비경제적이다⁷⁾.

그러므로 농약공해를 줄이고 가장 경제적인 종합방제법의 일환으로서 저항성품종의 개발 이용이 절실히

* 경북대학교 농과대학 농생물학과

요구되고 있다.

콩씨스트선충에 대한 저항성품종은 1957년 Ross²¹⁾에 의하여 소립이면서 검은색 콩인 Peking, PI90763 등이 밝혀졌는데 그후 이러한 콩을 교배모본으로하여 미국, 일본등지에서 Dyer, Mack, Pickett, Raiden 등의 저항성품종이 교배육성되었으며^{16,17,22,26)} 이러한 저항성 품종들은 콩씨스트선충 피해포장에서 획기적인 증수를 이룩하였다. 그러나 이러한 저항성품종들이 재배되기 시작한지 몇년후 저항성품종을 가해할 수 있는 콩씨스트선충의 새로운 race가 나타났으며 그후 1970년 Golden 등¹²⁾에 의하여 race1, 2, 3, 4 밝혀지고 그후 Mac Donald¹³⁾, Inagaki¹⁵⁾ 등에 의하여 race5 5가 밝혀져서 현재까지 5개의 race가 있다는 것이 밝혀지고 있다.

우리나라에서는 박²³⁾ 등에 의해서 일본에서 저항성 품종인 Nemashirazu가 우리나라에서는 감수성이 되며 우리나라와 일본의 콩씨스트선충 race가 다를 것이라는 보고가 있으나 race에 관해 조사된 것은 없다.

그러므로 현재 우리나라 콩 장려품종들의 콩씨스트선충에 대한 저항성정도를 조사하고 우리나라 콩씨스트선충의 race분화 및 분포에 대하여 조사하여 콩씨스트선충 방제 및 저항성품종 육성에 기여하고자 이 실험을 실시하였다. 본 실험을 도와주신 영남작물시험장 박래경 장장님의 직원 여러분께 감사드립니다.

재료 및 방법

저항성 검정을 위한 콩시 콩 품종으로는 광교, 은대두, 백천, 황금콩, 동부배, 광두, 부석, 단엽콩, 장엽콩, 힐콩, 중부백, 함안대립, 강립, 옥우 3호, 금강대립, 봉의 등 1982년 현재의 장려 및 준장려 16품종을 공시했으며 저항성 대비품종으로는 Ross²¹⁾에 의하여 저항성으로 밝혀진 Peking, PI90763 두 품종을 사용하였고 저항성검정에 사용된 선충은 경상남도梁山에서 채집된 콩씨스트선충(race 5)을 사용하였다.

Race조사를 위해서는 Golden¹²⁾ 등에 의한 race판별 품종인 저항성 품종 PI90763, Peking PI88788, Pickett-71과 감수성 품종 Essex 등 5품종을 공시하였고 race검정에 공시된 콩씨스트선충(*Heterodera glycines*)은 1981년 9월에 전라남도 和順, 경상북도 善山, 경기도 次原, 경상남도 梁山 등 4개 지역에서 선충을 채집하여 온실에서 증식시킨 후 실험에 사용하였다.

실험방법으로는 Vermiculite에 콩을 파종하여 본엽이 3매전개되었을 때 순모래가 담긴 직경 10cm의 구멍막힌 화분에 1포기씩 이식하였으며 이식시 한 pot당 Cyst Homogenizer로 분리하여둔 콩씨스트선충의 알을 2,000개씩 접종하였으며 4반복으로 실험하였다. 시비

는 knop액을 한 pot당 週 1회씩 100cc시비하였다^{11,24,26)}

조사는 선충접종 40일후 뿌리를 물에 조심스럽게 잘 씻어서 검은용기(20×20×5cm)에 넣고 육안으로 뿌리에 붙은 백색씨스트수를 조사하였으며 화분의 모래속에 있는 씨스트는 60-mesh와 20-mesh의 체를 이용하여 분리한 후 30배 해부현미경 하에서 조사하였다. 실험은 온실내에서 실시하였으며 실험기간중의 온도는 25±3°C였다.

결과 및 고찰

1. 콩 장려품종들의 콩씨스트선충(*Heterodera glycines*)에 대한 저항성검정.

우리나라 콩 장려품종들의 경상남도 양산에서 채집된 콩씨스트선충(race 5)에 대한 저항성정도를 보면 표 1에서와 같이 뿌리에 기생한 백색씨스트의 數는 품종별로 34~104개로 차이가 있었으나 저항성 품종은 없었다.

Table 1. Resistance of soybean cultivars to *Heterodera glycines* in Korea.

Cultivar	No. of white female/plant ^a	White female index ^b
Hwanggeumkong	34	4
Hill	36	4
Danyeobkong(Essex)	36	4
Gwanggyo	42	4
Gwangdu	45	4
Bongeu	51	-4
Baegcheon	56	4
Ganglim	59	4
Jangyeobkong	61	4
Hamandaelib	61	4
Chungbugbaeg	66	4
Buseog	73	4
Yukwoo [#] 3	76	4
Dongbugtae	79	4
Eundaedu	80	4
Geumgangdaelib	104	4
PI 90763(check)	0	0
Peking(check)	0	0

a. Average of four replicate plants, each inoculated with 2,000 eggs and larvae.

b. White female index; 0=no white females, 1=1-5, 2=6-15, 3=16-30, and 4=31 or more white females per plant.

Table 2. Development of races from four field populations of *Heterodera glycines* on soybean differentials.

Race or population	Differentials					Race
	Pickett-71	Peking	PI 88788	PI90763	Essex	
1	- ^a	-	+	-	+	
3	-	-	-	-	+	
2	+	+	+	-	+	
4	+	+	+	+	+	
5	+	-	+	-	+	
Hwasun	- (3.2) ^b	- (0)	+	- (0)	+	race 1
Yangsan	+	- (0)	+	- (0)	+	race 5
Suweon	+	- (0)	+	- (4.1)	+	race 5
Seonsan	+	- (0)	- (4.4)	- (0)	+	race c

a. +=number of females \geq 10% of the number on Essex;

- =number of females<10% of the number on Essex.

b. Percentage of development of white females compared with development on Essex.

그러나 황금콩, 힐콩, 단엽콩은 1株當 씨스트의 갯수가 34, 36, 36개로서 금강대립의 104개에 비해 선충의 증식이 적게 되었다. 여기에서 1株當 寄主한 씨스트의 수가 34~104개로서 연속적인 변이를 보이는 것은 Price²⁴⁾ 등에 의한 콩씨스트선충의 저항성 인자는 主動遺傳子 1개외에 수많은 微動遺傳子가 관여되고 있다는 보고를 미루어 볼 때 이러한 여러개 유전자의 상호작용으로 인하여 나타난 것으로 생각된다.

또 미국에서 콩씨스트선충 race검정을 위한 감수성 대비품종으로 쓰이는 힐콩(Hill), 단엽콩(Essex)¹²⁾ 등이 이 실험에서도 감수성으로 나타났지만, 우리나라의 다른 장러품종들에 비해서는 선충의 증식이 적게 되는 경향이었으며, 반대로 일본에서 콩씨스트선충에 저항성 품종으로 육성된 동북태(Raiden)³⁶⁾가 높은 감수성을 나타냈다. 이것은 본 실험에 사용된 콩씨스트선충의 race(race5)가 미국과 일본에서 사용된 race와 다르기 때문이라고 생각된다.

2. 콩씨스트선충의 Race 조사

Golden¹²⁾ 등에 의해서 race관별품종으로 사용된 저항성 품종 Pickett-71, Peking, PI 88788, PI 90763과 감수성 품종 Essex 등 5품종을 사용하여 우리나라 4개 지역, 경남 양산, 경북 선산, 경기 수원, 전남 화순에서 채집한 콩씨스트선충의 race를 검정한 결과는 표 2에서 보는 바와 같이 全羅南道 和順에서 채집한 콩씨스트선충은 PI 88788에 기생하고(13.4%) 나머지 저항성 품종에는 기생하지 않음으로서 전형적인 race 1로 나타났고, 慶尙南道 梁山과 京畿道 水原에서 채집한

콩씨스트선충은 각각 PI 88788에 13.8%, 19.5%, Pickett-71에 13.2%, 32.4% 기생율을 나타냈으나 Peking과 PI 90763에는 기생하지 않음으로 race 5로 밝혀졌다, 그러나 慶尙北道 善山에서 채집된 콩씨스트선충은 Pickett-71에 20.9%로서 기생하고 PI 90763, Peking에는 기생하지 못하며 PI 88788에는 기생은 하나 암컷의 수가 Essex에 비하여 10%미만으로서 (-)를 나타냈기 때문에 Golden¹²⁾, Inagaki¹⁵⁾ 등에 의한 race관별식(race 1~5)에 속하지 않았다. 이것은 1981년 Riggs가 기존관별 품종을 사용하여 미국, 일본 등 38개지역에서 채집한 콩씨스트선충 race를 검정한 결과 race 1, 2, 3, 4외에 a, b, c 3개의 race가 더 있다고 보고한 것²⁷⁾을 미루어 보아 善山の 콩씨스트선충은 새로운 "race c"가 아닌가 생각한다.

이상의 성격으로 미루어 봐서 한국에 있어서도 선충의 race가 3가지로 분화되어 있다는 것이 밝혀졌는데 기생성의 분화(race)는 저항성 품종의 재배로 인하여 생긴다는 것과 현재 우리나라 기존장러 품종중에는 저항성 품종이 없다는 사실을 미루어 볼 때 모순되는 결과이나, 우리나라가 콩의 원산지에 인접해 있고 1957년 Ross²¹⁾에 의해서 저항성으로 밝혀진 Peking, PI 90763 등의 품종이 모두 중국에서 건너간 품종이란 것을 생각해 볼 때 우리나라 재래콩 품종중에서도 콩씨스트선충에 저항성인 품종이 존재하지 않을까 생각한다.

적 요

콩씨스트선충의 防除를 위한 기초조사로서 우리나라에 分布하고 있는 콩씨스트선충(*Heteropera glycinis*)의 race를 檢定하고 콩 장러 16품종들의 콩씨스트선충 race 5에 대한 저항성을 檢定한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

우리나라 콩 장러품종들 중에서 콩씨스트선충(*Heterodera glycinis*) race 5에 대하여 저항성을 나타내는 품종은 없었으나, 황금콩, 흰콩, 단엽콩 등이 비교적 선충의 増殖이 적게되는 품종으로 나타났다. 本 實驗에서 일본에서 콩씨스트선충에 저항성 품종으로 육성된 “동북태”(Raiden)는 아주 감수성으로 나타났으며, 미국에서 감수성 判別品種으로 사용되고 있는 “단엽콩”(Essex)과 “흰콩”(Hill)은 다른 품종보다 선충의 증식이 적게 되었다.

우리나라의 콩씨스트선충은 지역에 따라서 race가 다르게 나타났다. 全南 和順에서는 race 1, 慶南 梁山과 京畿道 水原에서는 race 5 그리고 慶北 善山에서는 새로운 “race c” 등 3개의 race가 檢定되었다. 이 實驗에서 우리나라에도 콩씨스트선충의 race 1, race 5 및 race c가 있다는 것이 처음으로 밝혀졌다.

LITERATURE CITED

1. Brim, C.A. and J.P. Ross. 1966. Relative resistance of Pickett soybeans to various strains of *Heterodera glycinis*. *Phytopathology* 56 : 451-454.
2. Chambers, A.Y., and J.M. Epps. 1967. Nature of soybean resistance to *Heterodera glycinis*. *Plant. Dis. Rep.* 51 : 771-774.
3. Choi, Y.E. 1974. A taxonomical and morphological study of plant parasitic nematodes(Tylenchida) from Korea. Ph. D. thesie. University of Ghent. d. 1-156.
4. choi, Y.E. 1976. Plant parasitic nematodes. Korean J. Pl. Prot. 15th Commemoration issue : 161-168.
5. Diab, K.A. 1968. Occurrence of *Heterodera glycinis* from the Golden Island, Giza, U.A.R. *Nematologica* 14 : 148.
6. Edwards, D.I. and J.M. Epps. 1975. Annotated bibliography of nematodes of soybeans, 1969-73. USDA, ARS-NC-24, 1-16p.
7. Endo, B.Y. and J.N. Sasser, 1958. Soil fumigation experiments for the control of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycinis*. *Phytopathology* 48 : 571-574.
8. Epps, J.M. and A.Y. Chambers. 1965. Population dynamics of *Heterodera glycinis* under various cropping sequences in field bins. *Phytopathology* 55 : 100-102.
9. Epps, J.M. and L.A. Duclos, 1970. Races of the soybean cyst nematode in Missouri and Tennessee. *Plant. Dis. Rep.* 54 : 319-320.
10. Epps, J.M. and E.E. Hartwig. 1972. Reaction of soybean varieties and strains to race 4 of the soybean cyst nematode. *J. Nematol.* 4 : 222(Abstr.)
11. Fehr, W.R., C.E. Caviness, D.T. Burmood, and J.S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybeans *Glycine max.*(L.) Merrill. *Crop Sci.* 11 : 929-931.
12. Golden, A.M., J.M. Epps, R.D. Riggs, L.A. Duclos, J.A. Fox, and R.L. Bernard. 1970. Terminology and identity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode(*Heterodera glycinis*). *Plant. Dis. Rep.* 54 : 544-546.
13. Han, S.C. and H.J. Cho, 1980. Influence of soybean cyst nematode on growth and yield of soybean. *Korean J. Pl. Prot.* 19(1) : 31-34.
14. Hori, S., 1916. *Phytopatopathological notes.* 5. Sick soil of soybean caused by nematodes. *J. Plant Protect.*(Tokyo) 2 : 927-930. (In Japanese).
15. Inagiki, H. 1981. On the racial status of the soybean-cyst nematode, *Heterodera glycinis* occurring in Japan. (in Japanese) *Shokubutsu Boeki* 35(2) : 53-56.
16. Inagaki, H. and Tsutsumi, M. 1971. Survival of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycinis* Ichinohe(Tylenchida: Heteroderidae) under certain storing conditions. *Appl. Ent. Zool.* 6(4) : 156-165.
17. Ishikawa, M., 1961. Selection and Breeding of soybean varieties resistant to cyst nematode. (Abstr., in Japanese) *Jap. J. Breeding* 11 : 231-232.
18. Lehman, P.S., D. Huisingh, and K.R. Barker. 1971. The influence of races of *Heterodera glycinis* on nodulation and nitrogen-fixing capacity of soybear, *Phytopathology* 61(10) : 1239-1244.

19. MacDonald, D.H., G.R. Noel, and W.E. Lueschen. 1980. Soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*, in Minnesota. Plant Disease 64 : 319-321.
20. Miller, L.I. 1971. Physiologic variation within the Virginia-2 population of *Heterodera glycines* J. Nematol. 3 : 318.
21. Nakata, K., and H. Asuyana. 1938. Survey of the principal diseases of crops in Manchuria. Bull. Indus. Rep. 32 : 166.
22. Park, J.S., S.C. Han and C.L. Han, 1967. Survey on the plant parasitic nematodes in Korea. Res. Rep. ORD. 10(3) : 71-80.
23. Park, J.S., S.C. Han, and Y.B. Lee, 1969. Studies on the varietal resistance to soybean cyst nematode, and its damage. Korean J. Plant Prot. 7 : 21-25.
24. Price M.C., E. Caviness, and R.D. Riggs, 1978. Hybridization of races of *Heterodera glycines* J. Nematol. 10 : 114-118.
25. Riggs, R.D., 1977. Worldwide distribution of soybean cyst nematode and its economic importance. J. Nematol. 9 : 34-39.
26. Riggs, R.D., M.L. Hamblen, and L. Rakes, 1977. Development of *Heterodera glycines* Pathotypes as affected by soybean cultivars. J. Nematol. 9 : 312-318.
27. Riggs, R.D., M.L. Hamblen, and L. Rakes. 1981. Infra-species variation in reactions to hosts in *Heterodera glycines* populations. J. Nematol. 13 : 171-179.
28. Ross, J.P., 1962. Crop rotation effects on the soybean cyst nematode population and soybean yields. Phytopathology 52 : 815-818.
29. Ross, J.P. 1969. Effect of *Heterodera glycines* on yields of nonnodulating soybean grown at various nitrogen levels. J. of Nematol. 1: 40-43.
30. Ross, J.P. 1965. Predisposition of soybeans to Fusarium wilt by *Heterodera glycines* and *Meloidogyne incognita*. Phytopathology 55 : 361-364.
31. Ross, J.P. and C.A. Brim. 1957. Resistance of soybeans to the soybean cyst nematode as determined by a double-row method. Plant Dis. Rep. 41 : 923-924.
32. Saito, M.K., Sunada, and S. Sakai. 1973. Breeding of soybean varieties resistant to the soybean cyst nematodes in Hokkaido. (in Japanese) Nogyo oyobi 48 : 1337-1342.
33. Sugiyama, S.K., Hiroma, 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. (in Japanese with English summary and tables) Jap. J. Breeding 18 : 206-212.
34. Thomas, J.D. 1974. Genetics of resistance to races of the soybean cyst nematode. M. S. Thesis. University of Arkansas. 1-77.
35. Thomas, J.D., C.E. Caviness, R.D. Riggs and E.E. Hartwig. 1975. Inheritance of reaction to race 4 of soybean-cyst nematode. Crop Sci. 15 : 208-210.
36. Tohoku Nat. Agr. Exp. Sta., Lab. of Soybean Breeding. 1970. The new soybean varieties "Raiden" and "Raiko" induced by gamma-ray irradiation. (in Japanese with English summary) Bull. Tohoku Nat. Agr. Exp. Stn. 40 : 65-105.
37. Triantaphyllou, A.C. 1975. Genetic structure of races of *Heterodera glycines* and inheritance of ability to reproduce on resistant soybeans. J. Nematol. 7 : 356-364.
38. Winstead, N.N., C.B. Skotland, and J.N. Sasser. 1955. Soybean-cyst nematode in North Carolina. Plant. Dis. Rep. 39 : 9-11.
39. Yokoo, T. 1936. Host plants of *Heterodera schachtii* schmidt and some instructions. Korea Agric. Exp. Stn. Bull. 8(43) : 47-174.