韓應昆誌 27(1) : 1—5 (1988)
Korean J. Appl. Entomol.

太陽熱을 利用한 뿌리혹線虫 (*Meloidogyne* spp.) 防除効果

Effect of Solarization for Control of Root-Knot Nematode (*Meloidogyne* spp.) in Vinyl House

金 知 仁·韓 相 贊
Ji In Kim and Sang Chan Han

ABSTRACT This study was carried out to find out the possibility of suppressing the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) of vegetable crops in vinyl house by soil solarization between crop seasons at Suweon in August, 1986. Soils in vinyl house were sterilized by polyethylene film of 0.03 mm thick with and without inner tunnel within a house(single and double layer solarization), and soil temperatures and nematode densities at 5, 15 and 30cm soil depth were recorded. Root-knot nematodes in soil contained in a vinyl bag were completely killed within 48hr at 40°C in an incubator. With double layer treatment, the highest temperatures were 48.7°C at 15cm and 45.2°C at 30cm soil depth when outdoor temperature was 30°C, and the lethal temperature above 40°C was recorded for 17 days with 7hr per day at 5cm soil depth from Aug 1 to Aug 31. Due to the increased temperature, root-knot nematode densitiy was suprressed 96, 74 and 54% with sigle layer solarization and 100, 99 and 98% with double layer solarization at 5, 15 and 30cm soil depth, respectively. It is concluded that double layer solarization during hot summer will provide a sufficient level of suppresson on root-knot nematodes remnant in the soil of vegetable crops in vinyl house.

KEY WORDS root-knot nematode, solarization, vegetable crops, soil temperature, lethal temperature.

抄 錄 施設園藝 栽培地의 vinyl house에서 問題가 豫見되는 뿌리혹線虫(*Meloidogyne* spp.)을 防除하기 爲하여 太陽熱을 利用한 土壤消毒을 8月 1日부터 8月 31日까지 實施한 結果는 다음과 같다. 뿌리혹線虫은 40°C 定溫器內에서 48時間 以內에 모두 死滅되었다. 外溫 30°C 때 二重으로 비닐被複된 地表下 5cm 깊이에서의 最高地溫은 48.7°C, 15cm 깊이에서는 45.2°C, 30cm 깊이에서는 36.0°C에 達하였다. 地中溫度가 40°C以上 上昇한 日數는 1986年 8月中 5cm 깊이에서 17日, 15cm 깊이에서 14日間 이었다. 비닐 二重被複에 따른 뿌리혹線虫의 防除効果를 보면 地表下 5cm 깊이에서 뿌리혹線虫은 完全 死滅되었으며 15cm 깊이에서 生存 線虫數는 1마리, 30cm 깊이에서는 2마리로써 二重被複에 依한 死滅効果는 大端히 높았다.

檢索語 뿌리혹선충, 태양열이용, 채소작물, 지온(地溫), 치사온도

施設栽培는 栽培技術의 發展과 polyethylene film의 普及으로 因하여 週年栽培를 하면서 農家의 高所得源이 되었다. 施設栽培面積은 1979年 4,971ha에서 1984年 約 4倍인 18,275ha로 增加 되었으며(農水產部 1985), 앞으로도 繼續 늘어날 것으로 展望된다. 우리나라 施設園藝 團地에서 發生하고 있는 寄生線虫은 뿌리혹線虫, 뿌리썩이線虫等 13屬이며 이중 園藝作物에 被害를 많이 줄 것으로 豫想되는 뿌리혹線虫은 崔 等(1985)의 報告에 依하면 오이, 고추에서 發生이 많았으며 圃場檢出率은 고추 70.5%, 오이 58.3%였다. 이들線虫에 依한 國內에서의 作物別 被害는 調査된바 없으나 Anonymous (1971)에 依하면 가장 被害가 甚한 作物은 토마토, 오이, 참외, 당근이며, 作物別 被害率은 오이, 당근, 참외가 20% 고추. 토마토가 15%라고 하였다. 이와같은 寄生線虫을 防除하기 爲하여 化學藥品을 利用하거나 蒸氣利用 및 太陽熱에 依한 消毒等

農業技術研究所 昆虫科(Entomology Division, Institute of Agricultural Science, Suweon, Korea)

여러가지 方法이 報告되어 있다(Elad 1980, 林勇 1978, Katan 1979, 小玉 1979). 藥劑에 依한 線虫防除가 가장 效果的이나 그 方法이 煩雜하고 經費가 많이 들며 잘못 使用하면 生育障害를 나타내기도 한다 (Elad 1980, Katan 1979). 그러므로 線虫密度가 大端히 높은 곳을 除外하고는 輪作等 耕種的 防除가 바람직하며 우리나라처럼 快晴한 날이 많은 곳에서는 太陽熱을 利用한 防除가 可能하리라 보며 太陽熱을 利用한 消毒法은 作業이 簡便하여 特定 器具가 必要하지 않고 vinyl house를 密閉하였다가 開放함으로 窒素過剩障害 危險性이 적으며 有機物 資料의 分解促進과 土壤消毒이 同時에 이루어짐으로 作物 殘骸에서 潛伏하는 病害虫을 除去할 수 있으며 아울러 vinyl house內 雜草에 對한 除草效果도 있고(Katan 1976, 小玉 1979), 또한 太陽熱處理後 作物을 栽培하였을 때 生育이 促進되거나 收量이 增加 되었다는 報告도 많이 있다 (Elad 1980, Katan 1980, 淸水 等 1983). 그러나 太陽熱消毒法은 氣候的으로 適切한 地域과 時期에만 可能한 것으로 處理期間이 1個月程度 所要됨으로 作物을 栽培할 수 없는 制約이 따른다(小玉 1979). 그렇지만 우리나라 氣候條件으로 보아 7~8月에는 夏季 高溫期가 있고 이 時期에는 house 內에 作物栽培가 困難함으로 이 時期를 利用하면 可能性이 높을 것으로 보여진다. 太陽熱利用 土壤消毒에 關한 硏究는 이스라엘이나 美國等에서는 露地를 對象으로 實驗하였고 (Elad 1980, Katan 1976), 日本에서는 主로 vinyl house에서 栽培하는 토마토, 딸기, 오이等에 發生되는 植物病을 對象으로 硏究하였다 (小玉 1979, 小玉 等 1976, 淸水 等 1983). 우리나라에서는 奇 等(1985), 林 等(1982), 朴 (1984) 等이 病을 對象으로 太陽熱 消毒效果 및 可能性에 關하여 報告 하였을 뿐 寄生線虫에 對한 硏究는 아직 이루어 지지 않았다. 本 試驗은 施設園藝用 vinyl house에서 問題가 豫想되는 뿌리혹線虫을 太陽熱을 利用한 防除可能性을 確認하고자 實施하였다.

材料 및 方法

夏季 高溫期인 1986年 7月 下旬에 農業技術硏究所內 vinyl house에서 割竹과 polyethylene film(0.03mm)을 利用한 二重被覆(vinyl tunnel)區와 單一被覆區를 設置하였다(그림 1). 二重被覆은 house(960×480×210cm)內에 小型 tunnel (45×120cm)을 만들고 單一被覆은 house만을 P.E. film으로 密封하였다. 供試된 뿌리혹線虫은 線虫 發生密度가 높은 麗州의 땅콩圃場에서 土壤을 採取하여 이 土壤을 均一하게 混合 供試土壤으로 使用하였으며 處理前 線虫密度 135마리/300ml 土壤) 處理方法은 供試土壤을 300ml씩 망사봉투에 담아 處理別로 5反復씩 5, 15, 및 30cm 깊이에 묻고 깊이別로 磁氣地中溫度計를 設置하여 每日 地溫變化를 調査하였으며 寄生線虫은 8月 31日 vinyl house開放後 供試 土壤材料를 캐내어 applied Baerman's funnel tec-

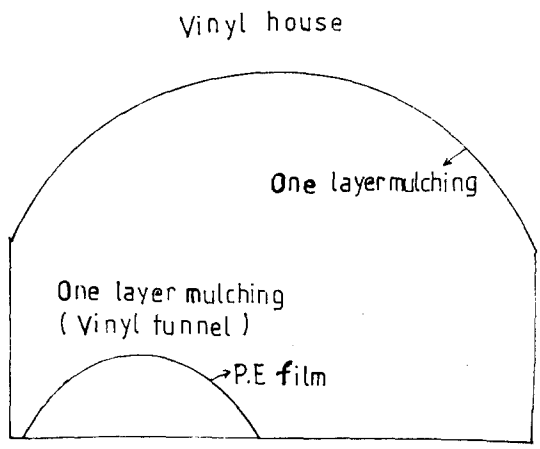

Fig. 1. Double and single layer mulching in vinyl house. *Single layer treatment: one upper layer of* mulching. Double layer treatment: upper one layer of mulching plus lower one layer of tunnel.

Table 1. The number of nematode killed after treatment of 40°C, 45°C and 50°C in incubater

Incubation temp(°C)	No. of nematodes			
	12hrs	24hrs	36hrs	48hrs
50	0	0	—	—
45	1.3	0	—	—
40	132.7	15.6	2.5	0

* Expected number of root-knot nematode (J_2) before the treatment: 135/300ml soil

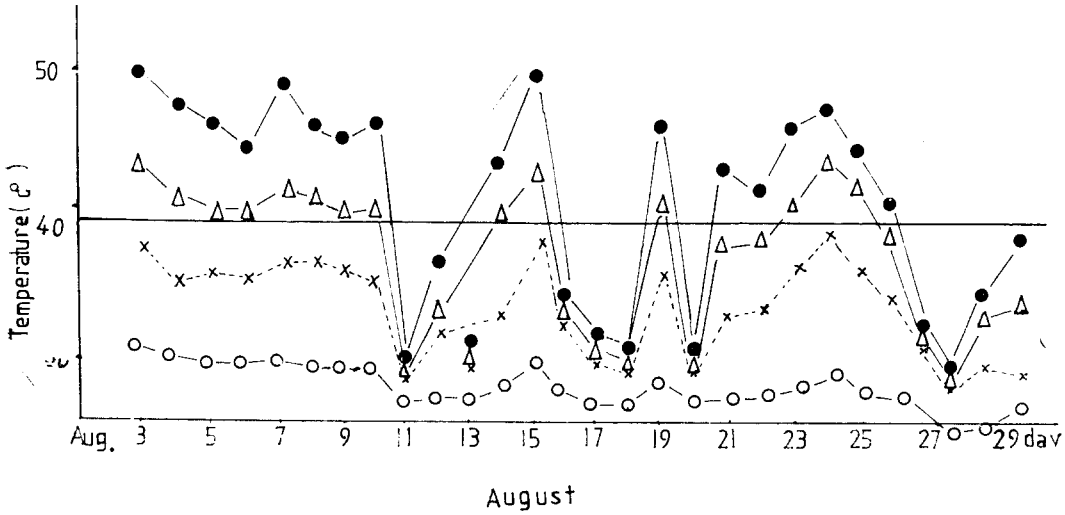

Fig. 2. Soil temperature at 5cm from the soil surface 5cm under the single and double layer mulching. ○—○ Max. temp. of outside. ×—× Single layer mulching. ●—● Double layer mulching.

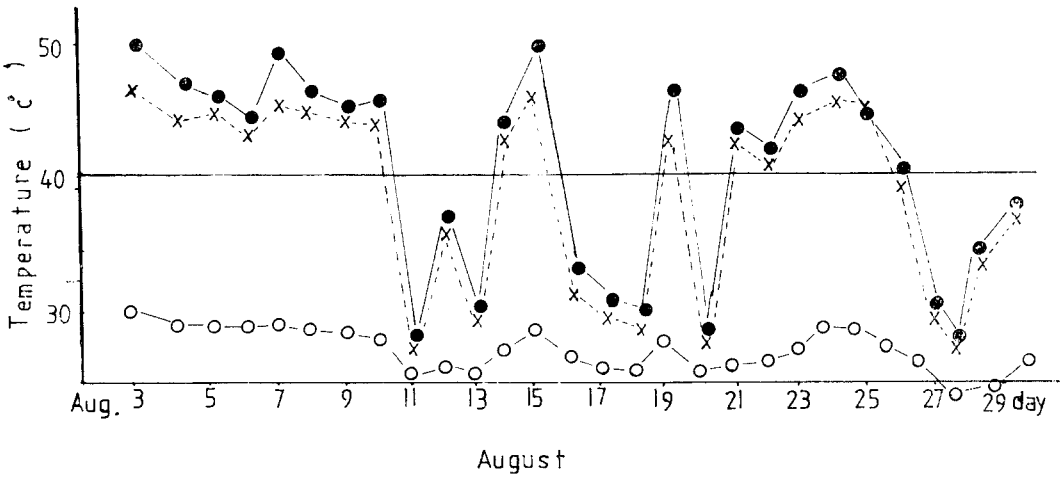

Fig. 3. Soil temperature at different soil depths under the double layer vinyl house. ●—● Tem. of 5cm soil depth. △—△ Tem. of 15cm soil depth. ×—× Tem. of 30cm soil depth. ○—○ Tem. of outside.

hnique에 依하여 24時間 分離調査 하였으며 한편 뿌리혹線虫의 死滅溫度를 찾아내기 爲하여 40°C, 45°C, 50°C의 定溫期에 뿌리혹線虫이 含有된 土壤을 300ml씩 넣은후 12時間 間隔으로 密度變動을 調査하였다.

結果 및 考察

뿌리혹線虫 死滅溫度

恒溫器를 利用한 溫度別 處理時間에 따른 뿌리혹線虫 死滅效果를 보면 (表 1) 40°C에서 뿌리혹線虫은 24時間부터 急激히 줄어들기 始作하여 時間이 길어짐에 따라 漸次的으로 줄었으며 48時間後에는 寄生線虫이 完全히 死滅되어 檢出되지 않았고 45°C에서는 24時間 以內에 全部가 死滅되였다. 50°C에서는 處理 12時間 以內에 完全히 死滅되여 뿌리혹線虫이 檢出되지 않았다. 高橋(1986)의 恒溫水槽內 溫度別 뿌리썩이線虫 死滅效果 試驗에서는 40°C에서 6時間後부터 뿌리

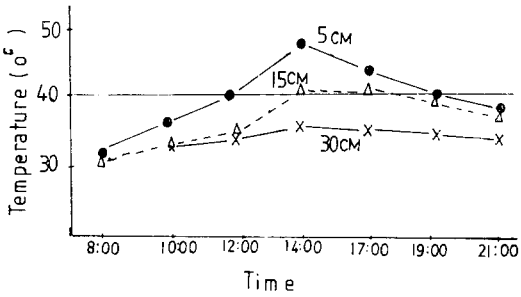

Fig. 4. Soil temperature within a day at different soil depths under the double layer mulching.

썩이線虫이 檢出되지 않았다고 報告하였으나 本 試驗에서는 40°C에서 處理 36時間 까지도 小數의 뿌리혹線虫이 生存한바 이는 處理方法의 差異 即 高橋은 *Pratylenchus* spp.를 恒溫水槽에서 試驗하였고 本 試驗에서는 *Meloidogyne* spp.를 供試線虫으로 恒溫器에서 處理함으로써 線虫의 種 및 使用한 器機의 差異에서 얻어진 結果로 思料된다.

被覆方法에 따른 地溫變化

被覆方法에 따른 地溫 上昇效果를 보면 그림 2와 같다. 高溫期인 한여름철 淸明한날 最高外溫이 30°C인 境遇 地表下 5cm의 地溫은 48.7°C로 外溫보다 18°C 以上 높았으며 單一被覆에서는 같은 깊이에서 45.2°C로 15°C 以上 높았다. 이는 朴(1984)의 地溫上昇效果와 비슷한 結果를 얻었지만 小玉 等(1976) 淸水 等(1983)은 vinyl house를 密閉 處理하거나 턴넬二重 mulching함으로서 5cm 깊이는 70°C까지 上昇하였다고 報告하였고 林 等(1982)은 60°C까지 높일 수 있다고 하였는데 本 試驗結果 比較하여 10—20°C씩이나 높았다. 이는 氣候條件, 地型, 土性 處理方法等의 差異에서 온 것으로 小玉 等(1979)은 密閉 處理方法에서 볏짚等 有機資料와 石灰窒素를 施用하여 深耕後 全層을 混合한뒤 小畦를 만들고 湛水한後 P.E. film으로 mulching하였으며 本 試驗에서 house內에 비닐로 二重被覆만을 하는等 處理方法의 差異에서 온 것으로 생각된다.

Vinyl house에 二重被覆을 하였을 때 地溫의 上昇效果를 보면 (그림 3) 地表下 5cm에서 地溫은 48.7°C까지의 上昇效果를 나타내었다. 試驗期間中 40°C 以上 地溫上昇을 보인 日數는 17日이었으며 15cm 깊이에서는 14日이었다. 한편 30cm 깊이에서는 40°C까지 미치지 못하였다.

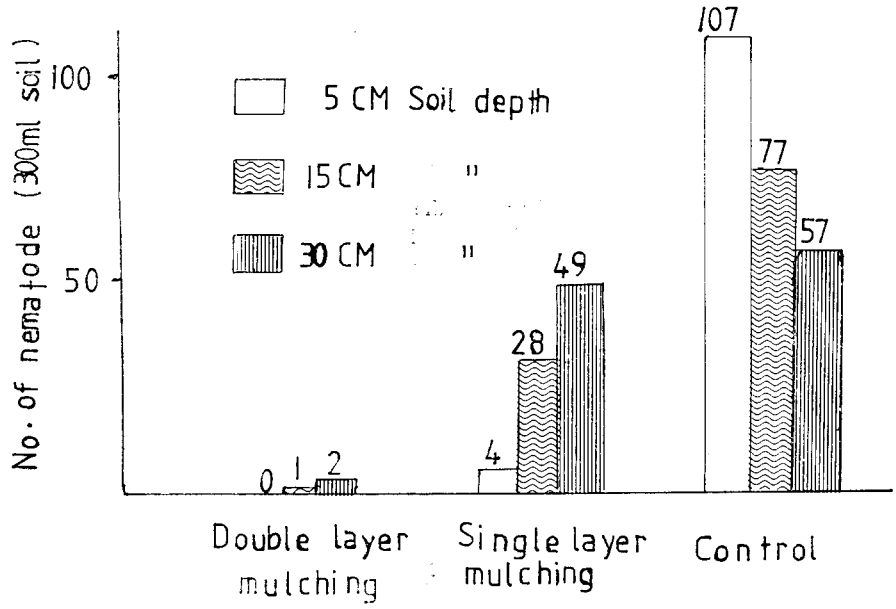

Fig. 5. Density of the Root-knot nematode (J_2) in soil after the treatment with vinyl mulching for a month.

5cm 깊이에서 40°C以上 地溫이 維持되는 期間이 7時間/日이며, 15cm 깊이에서는 5時間/日이였다 (그림 4). 이는 林 等 (1982)이 消毒効果가 期待되는 40°C以上으로 持續되는 時間이 10 cm 깊이에서 9時間 20cm 깊이에서 3時間과 비슷한 傾向이였다.

被覆方法과 線虫密度

被覆方法에 따른 線虫密度를 보면 (그림 5) 二重被覆時 30cm 깊이에서도 土壤 300ml當 線虫密度는 2마리로 높은 防除効果를 보였으며 5 cm 깊이에서는 完全死滅되어 뿌리혹線虫이 檢出되지 않았다. 單一被覆의 防除効果는 二重被覆에 미치지 못하였다. 이러한 結果로 보아 우리나라에서도 夏季 高溫期에 二重비닐被覆方法으로 太陽熱을 利用한 土壤消毒을 實施함으로써 菜蔬類에 被害가 豫想되는 뿌리혹線虫의 効果的인 防除方法으로 생각된다.

引 用 文 獻

Anonymous. 1971. Estimated crop losses due to plant parasitic nematodes in the United States. Suppl. J. of nematology. Special publication. No. 1.

崔東魯, 韓相贊. 1985. 施設園藝團地의 寄生線虫 分類 및 被害調査, 農技研報(生物部) 449—456.

Elad Y., J. Katan & I. Chet. 1980. Physical biological and chemical control intergrated for soilborne diseases in potatoes Phytopathology. 70 : 418—422.

林勇. 1978. 施設園藝における溫湯土壤消毒法の開發試驗 (第一報) 溫室バラ改植時における溫湯土陽消毒後の實用性調査, 農業および園藝. 53 : 1051—1052.

林勇. 1978. 施設園藝における溫湯土壤消毒法の開發試驗 農業および園藝. 53 : 1167—1168.

Katan, J., A. Greenbeergen., H. Alon & A. Grinstein. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. Phytopathology 66 : 683—688.

Katan, J. 1980. Solar Pasteurization of soils for disease control status and prospects plant disease. 64 : 450—454.

Katan, J. 1981. Solar heating(Solarization) of soil for control of soil-borne pests. Ann. Rev. Phytopath 19 : 211—236.

奇韻桂, 金基淸. 1985. 韓國에 있어서 太陽熱을 利用한 土壤消毒의 可能性, 韓植保, 24 : 107—114.

小玉孝司. 1979. 太陽熱利用によるハウス土壤消毒〔1〕. 農業および園藝. 54 : 193—196.

小玉孝司, 1981. 太陽熱利用による土壤病害の防除—溫室內の土壤消毒後存どに種種の利點 化學と農業 19 : 436—437.

小玉孝司, 宮本重信, 富川逸平, 志賀陽一. 1976. 夏季溫室密閉による土壤消毒法〔2〕. 農業および園藝 51 : 889—894.

林相喆, 朴漢永. 1982. 土壤消毒에 關한 硏究. 園試研報 443—455.

農水產部. 1985. 農林水產統計年報.

淸水實三, 川田和. 1983. 太陽熱利用による露地野藥의 土壤病害防除 今月の農藥 27卷 : 94—99.

朴昌錫. 1984. 太陽熱消毒에 依한 오이덩굴쪼김病防除—病原菌 生長抑制 및 오이生育促進에 미치는 비닐被複効果, 韓植保. 23 : 22—28.

高橋兼一. 1986. 太陽熱利用と藥劑併用によるワルミネワサレセンチユウの防除. 日本線虫研究誌. Vol. 16 : 68—70.

(1988년 3월 27일 접수)