

# 韓國에 있어서 太陽熱을 利用한 土壤消毒의 可能性

奇 韻 桂<sup>1</sup> · 金 基 淸<sup>1</sup>

KYE UN KI AND KI CHUNG KIM: Possibility of Soil Solarization in Korea

*Korean J. Plant Prot.* 24(2) : 107~114(1985)

**ABSTRACT** This experiment was performed to see the possibility if soil-borne disease in green house can be controlled by soil solarization in Korea. Thermal death profiles of propagules of some soil-borne fungi, *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. *niveum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* and *Pythium debaryanum*, were obtained under the conditions in water-suspension and in soil. Except *Pythium debaryanum*, all the fungal units in water-suspension that were colonized on barley grains lost a viability within 7 days in water bath at 45°C. When the soil in test tubes in which barley grains infected with the fungi were also buried all the fungi tested including *Pythium debaryanum* were completely killed within 7 days in water bath at 45°C. From July to August in Korea, soil temperature at depth of 5cm and 15cm within tunnel in plastic house reached 38°C to 57°C and 40°C to 47°C, in 1982 and 1983 respectively. Even at 15cm depth, soil temperature were kept over 43°C for 12 hours a day. Adiabatic material set under ground or under mulching with the transparent polyethylene-film on the soil surface had a boosting effect for higher soil-temperature and longer duration. Fungi buried in adiabatic block of the soil in plastic house were completely killed at 15cm depth 14 days after, and at 20cm depth 21 days after soil solarization. The exposure of the pathogens to fluctuating temperature was much more effective than to constant. From the above results, soil-borne diseases may be effectively controlled by soil solarization in the closed plastic house in hot summer season in Korea.

## 緒 言

施設栽培에 依한 菜蔬作物의 週年生産收入은 農家の 重要한 高所得源이다. 그러나 하우스栽培園地가 造成 되면 여러가지 條件 때문에 移設이 어렵고 栽培作物의 單純化, 單一化 때문에 人爲的으로 土壤病原菌의 集團을 크게 增加시키게 된다.<sup>12)</sup> 따라서 園地造成 4~5年이 經過하면 土壤傳染病으로 말미암아 收量이 急激히 減少하고 마침내 廢園하게 된다.<sup>10)</sup> 이를 克服하기 위해서는 病原菌의 集團을 消滅 내지 그 密度를 낮추기 위한 土壤消毒이 不可避하다.<sup>10,11)</sup>

土壤消毒法에는 여러가지가 있으나<sup>2,3,4,8)</sup> 그 方法이 煩雜을 要하며 費用이 많이 들면서도 效果面에서 크게 期待할 수 없다. 比較的 손쉽고 效果가 높은 方法으로는 燻蒸消毒이 있으나 藥劑가 高價이고 猛毒性이기 때문에 使用時 專門의 技術을 要하며 病原菌이 아닌 微生物까지 無差別 殺滅시키므로 拮抗菌이나 無害菌까지 없애서 病原菌이 再入될 때는 以前보다 훨씬 빨리 病原菌 密度가 增加된다.<sup>2,9)</sup> 뿐만 아니라 藥劑耐性이나 殘留毒性 問題를 惹起시킬 可能性도 크다.<sup>8)</sup> 이러한 問題를 보완할 수 있는 方法으로 太陽熱을 利用한 土壤消毒法이 다른 여러나라에서 서둘러 開發되고 있고 일부 地域에서는 實用化 段階에 들어가고 있는 데 이 消毒

法의 長點은<sup>8,10,11,12)</sup> 첫째로 作業이 간편하며 特定한 機具가 必要하지 않고 安定된 價格으로 安全하게 土壤消毒할 수 있고 둘째로 종래의 土壤消毒法에 비해 植物에 無害한 耐熱性菌이 生存하여 2차 汚染에 對한 附加의 被害를 防止할 수 있으며 셋째 殘留毒性의 問題가 全혀 없으며 넷째 하우스密閉期間中 암모니아態 窒素가 發生하지만 開放後 초산態로 變해 窒素 過剩障害의 危險性이 적으며 다섯째로는 有機物資材의 分解 促進과 土壤消毒이 同時에 이루어지므로 作物殘渣에서의 病害虫의 潛伏을 防止할 수 있으며 여섯째로는 부차적인 殺草效果를 얻을 수 있다. 그러나 太陽熱土壤消毒法은 氣候적으로 적절한 地域과 時期에만 可能하며 실시時期에 1個月程度 休作을 要하는 制約도 있다.<sup>12)</sup> 허나 우리나라 氣候條件으로 보아 7~8月の 夏秀高溫期가 있고 이 時期에는 休作하므로 이 期間을 利用한다면 그 可能性이 높다고 보아진다.<sup>17)</sup> 따라서 本 研究은 우리나라 氣候條件下에서 太陽熱을 利用한 消毒法의 可能性과 그 方法을 모색코져 實施하였다.

## 材料 및 方法

**供試 菌株** : 供試菌株로는 代表的인 土壤傳染性 病原菌 6種을 使用하였는 데 *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*(토마토시들음病菌), *Rhizoctonia solani*(배추갈록病菌), *Pythium debaryanum*(벼갈록病菌)은 1982年 4월에 農村振興廳 農業技術研究所에서 分讓받

<sup>1</sup> 全南大學校 農生物學科 (Dept. of Agricultural Biology, College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju, Korea.)

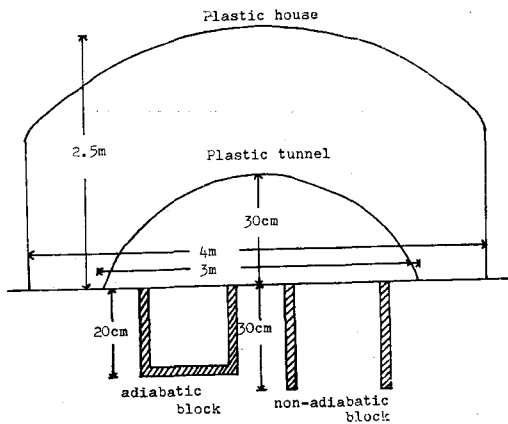


Fig. 1. Schematic representation of experimental block in tunnel and house.

았으며, *Fusarium oxysporum f. niveum*(수박덩굴썩

김病菌), *Sclerotium rolfsii*(목련흰비단病菌), *Sclerotinia sclerotiorum*(茵核病菌)은 本實驗室에 保存하고 있는 菌株이다. 이 菌株들은 大麥培地(大麥 12g에 水 15ml를 加하여 autoclave에서 15分間 滅菌)를 利用하여 25~28°C의 恒溫器에서 20日間 培養시킨 後 供試하였다.

**死滅溫度와 處理時間의 決定:** 病原菌을 물에 浮遊시켜 試驗管(直徑 15mm)에 넣고 各各 40, 45, 50, 55, 90°C에 浸漬處理한 다음 一定 期間마다 꺼내어 各菌의 選擇培地上에서 生存여부를 確認하였다.

**地中 溫度의 調査:** 地中溫度는 地表面과 地下 5cm, 15cm, 20cm의 깊이別로, 日中地中溫度變化는 2時間마다 5日間 調査하여 平均하였고 이 以外的 溫度調査는 午前 6時, 午後 3時와 6時의 3회로 나누어 調査平均하였다.

**土壤溫度 昇溫處理:** 病原菌의 死滅에 必要한 높은 地

Table 1. The relationships between temperature and its treating-period on thermal death of mycelial fragment and conidium mixture suspended in water.

Pathogens	Temp.	Period of treatment													
		15	30 min.	1	2	3	6	12 hr.	1	2	3	4	5	6	7 day
<i>Sclerotium rolfsii</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	-					
	50	-													
	55	-													
	60	-													
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	-					
	50	+	-												
	55	-													
	60	-													
<i>Rhizoctonia solani</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	-					
	55	+	+	+	+	-									
	60	+	-												
<i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-			
	55	+	+	+	+	+	-								
	60	+	+	-											
<i>Fusarium oxysporum f. sp. niveum</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-				
	55	+	+	+	+	-									
	60	+	-												
<i>Pythium debaryanum</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-			
	55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	+	+	-								

\*+ : survival, - : death

中溫度를 얻기 위해 다음과 같은 處理區를 設置하였다 (Fig. 1). 하우스-無斷熱區(1)는 PVCfilm을 씌운 普通하우스이며, 하우스-斷熱區(2)는 地中으로의 放熱을 防止하기 위해 (1)에 斷熱材(스티로폼, 두께 5cm)를 길이 1m, 폭 30cm, 깊이 30cm 地中에 設置하였다. 하우스-턴널區(3)는 (1)에 polyethylene film(두께 0.03mm)으로 폭 3m, 높이 30cm의 턱널을 設置한 것이며, 하우스-턴널-斷熱區(4)는 (2)에 (3)과 같은 턱널을 設置한 것이며, 하우스-멀칭-斷熱區(5)는 (2)에 PEfilm(0.03mm)으로 멀칭한 것이다. 하우스-턴널-斷熱-灌水區(6)는 (4)에 土壤熱傳導率과 保熱을 높이기 위해 約 60%로 灌水한 區이다.

**埋入菌의 死活 調査** : 土壤中에 病原菌을 埋入하여 그 死活을 調査하기 위해 하우스-斷熱區와 하우스-턴널-斷熱區에 大麥培地에서 20日間 培養시킨 菌糸片과 菌核을 같은 量의 滅菌土壤과 섞어 망사주머니(직경 2cm

길이 10cm程度)에 넣어 깊이別로 地表, 地下 5cm, 15cm, 20cm에 各各 埋沒하고 一定期間(7, 14, 21日) 處理한 다음 조심스럽게 채취하여 소경部分을 取하여 選擇培地上에서 生死를 確認하였다. 日交差溫度處理는 恒溫槽를 利用하여 菌浮遊液을 45°C에서 16時間 30°C에서 8時間을 反復해서 處理하였다.

**結果 및 考察**

**1. 病原菌의 死滅溫度와 處理時間과의 關係**

供試 病原菌의 死滅溫度를 把握하기 위하여 供試菌의 菌糸片과 分生孢子 混合 浮遊液, 菌核과 菌糸 및 土壤埋入菌叢의 死滅溫度를 調査하였다(Table 1, 2, 3) 供試 菌株 모두 菌糸片과 分生孢子 混合 浮遊液 狀態에서는 40°C에서 7日까지 處理時間을 延長해도 死滅하지 않았고 45°C 7日間 處理에서 *Pythium debaryanum*을 除外한 모든 菌이 死滅하였는데 *Sclerotium rolfsii*와

**Table 2.** The relationships between temperature and its treating-period on thermal death of mycelial mat of plant soil-borne pathogens.

Pathogens	temp.	Period of treatment													
		15	30 min.	1	2	3	6	12 hr.	1	2	3	4	5	6	7 day
<i>Sclerotium rolfsii</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	-										
	55	-													
	60	-													
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	-										
	55	-													
	60	-													
<i>Rhizoctonia solani</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	+	+	+	-							
	60	+	+	-											
<i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i>	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	+	+	+	+	-						
	60	+	+	+	+	-									
<i>Fusarium oxysporum f. sp. niveum</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	+	-									
	60	+	+	-											
<i>Pythium debaryanum</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

<sup>a</sup> sclerotia <sup>b</sup> + : survival - : death

**Table 3.** The relationships between treating temperature and treating period in thermal death of infested soil with tested pathogens.

Pathogens	Temp.	Period of treatment													
		15	30 min.	1	2	3	6	12 hr.	1	2	3	4	5	6	7 day
<i>Sclerotium rolfsii</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	-										
	60	+	-												
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+	-												
<i>Rhizoctonia solani</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	-										
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pythium debaryanum</i>	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

° + : survival, -- : death

*Sclerotinia sclerotiorum*은 가장 빠른 2日間에, 그 외의 菌은 4~7日間에 死滅하였고(Table 1) 菌核 및 菌糸片의 死滅은 大體로 菌糸片 및 分生孢子 混合浮遊液에서 보다 더 긴 處理時間을 要했다(Table 2). 한편 土壤中狀態에서의 病原菌死滅에 要하는 溫度 및 處理時間(Table 3)은 45°C와 50°C에서는 浮遊液 狀態의 菌糸 및 菌核과 같거나 짧은 處理時間에 死滅하였으나 55°C와 60°C에서는 반대로 더 長時間을 要하는 傾向이 었다. 以上の 結果는 小玉<sup>13,15)</sup>의 50°C에서 *Sclerotinia sclerotiorum*이 15分에, *Fusarium*菌은 2日에, *Pythium*菌은 3日에 死滅한다는 報告와 一致되고 있으며 한편 45°C의 處理에서도 약간의 差는 있으나 大體로 一致하였다. 또한 浮遊液, 菌叢片, 菌叢埋入土壤 順으로 빨리 死滅하였는데 이의 結果도 小玉<sup>13,15)</sup>의 結果와 一致하였다. 以上の 結果에서 土壤中의 病原菌死滅에 要하는 溫도와 處理時間은 菌種類에 따라 다르지만 大體

로 45°C에서 7日間, 50°C에서는 1~6日間으로 推定되었다.

**2. 各 構造物內의 地溫 上昇 效果**

플라스틱 하우스內의 氣溫은 한 여름 60~70°C까지 上昇하지만 地溫은 이보다 훨씬 못 미쳤다. 따라서 地溫을 殺菌溫度以上으로 可及의 높여야 하므로 여러가지 昇溫處理 한 效果의 測定值 中 1983年 8月 3日의 淸明한 날을 擇하여 比較하였다. 하우스—無斷熱區 地溫의 日中垂直的 分布와 日中經過를 보면(Fig. 2) 地表面에서는 最高 59°C이었고 午前 6時頃의 最低溫度는 29°C로서 45°C 以上の 溫度를 維持하는 時間이 午前 9時頃부터 午後 7時頃까지 約 9時間程度이 었으나 地中 15cm에서는 最高 40°C로 殺菌에는 크게 未洽한 溫度이 었다. 하우스—斷熱區의 地溫(Fig. 3)은 斷熱處理를 하지 않은 플라스틱하우스의 地溫보다 훨씬 溫度上昇效果가 좋았는데 地中 15cm 地溫이 最高 44°C이 었다.

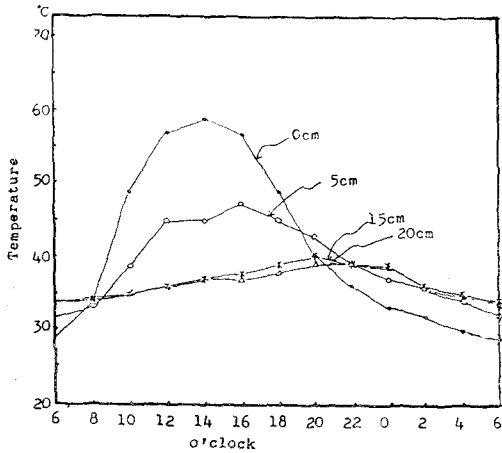


Fig. 2. Effect of soil temperature during a day in non-adiabatic block in plastic house. (1983.8.3).

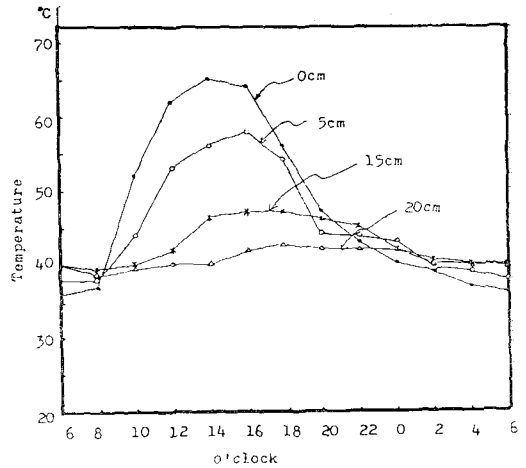


Fig. 5. Effect of soil temperature during a day in adiabatic block with polyethylene film tunnel in plastic house. (1983.8.3).

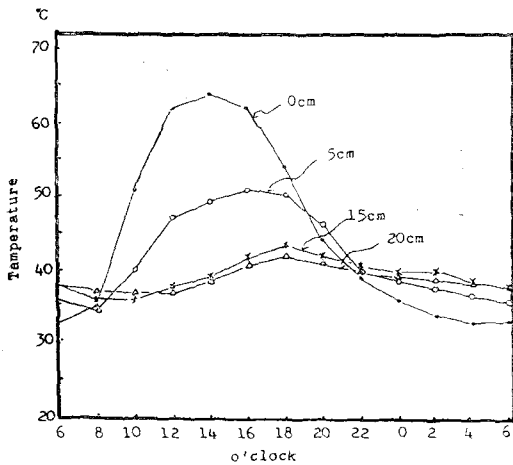


Fig. 3. Changes of soil temperature during a day in adiabatic block in plastic house. (1983.8.3).

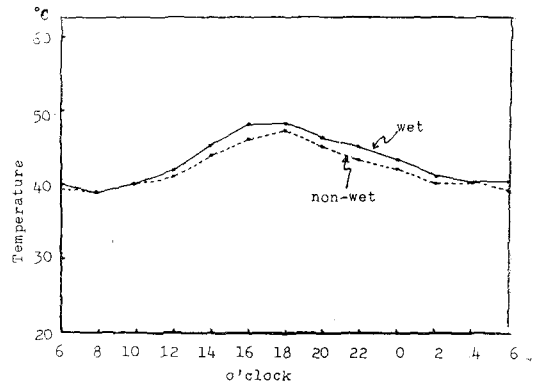


Fig. 6. Effect of polyethylene-mulched wet soil during a day at 15cm depth in adiabatic blocks in plastic house.

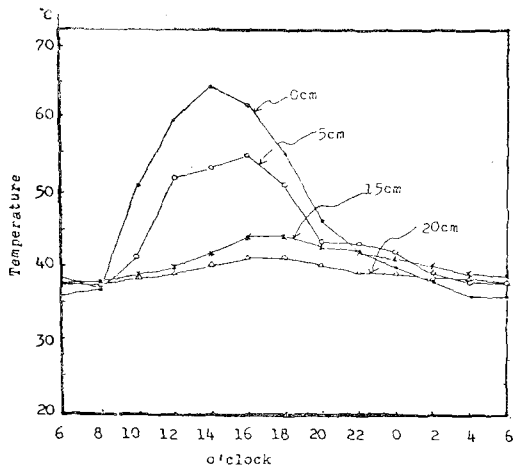


Fig. 4. Changes of soil temperature during a day in non-adiabatic block with polyethylene film tunnel in plastic house. (1983.8.3).

그러나 이러한 溫度の 維持期間은 不過 3~4時間이었다. 하우스-터널은 하우스斷熱과 거의 같은 昇溫效果를 보였으나(Fig. 4) 維持期間이 다소 길었다. 하우스-터널-斷熱區는 相當한 昇溫效果를 보였는데(Fig. 5) 地中 5cm 溫度가 最高 57°C, 最低 38°C이었고 15cm 깊이의 溫度는 最高 47°C, 最低 40°C로 43°C 以上 維持期間이 約 12時間이었다. 여기에 約 60%程度로<sup>8,20)</sup> 灌水한 하우스-터널-斷熱-灌水區에서는 1~3°C의 昇溫效果를 가져왔다(Fig. 6). 以上の 結果에서 보면 土壤中の 日中溫度 分布가 하우스-터널-斷熱區에서 5cm, 15cm, 깊이가 各各 38~57°C, 40~47°C였는데 Katan<sup>11)</sup>의 같은 處理區에서는 5cm, 15cm 깊이가 45~55°C, 39~45°C로 結果가 거의 一致하였다.

### 3. 埋入菌의 生死

露地區 하우스-斷熱區, 하우스-터널-斷熱區에서

土壤깊이 別로 病原菌을 埋沒한 後 7日, 14日 및 21日에 이를 掘取하여 生死를 調査한 結果 Table 4, 5 및 6과 같다. 露地(Table 4)에서는 埋沒 21日後까지 *Sclerotium rolfsii*와 *Sclerotinia sclerotiorum*을 除外한 供試全菌이 埋沒깊이에 關係없이 全區에서 生存해 있었다. 이에 反해 하우스-斷熱區와 하우스-터널-斷熱區(Table 5, 6)는 14日 處理에서 供試菌 모두 地表面으로부터 15cm깊이까지는 完全히 死滅하였으나 20cm 깊이에서는 *Fusarium* spp. *Pythium debaryanum*이 如前히 生存해 있었다. 그러나 21日間 處理에서는 이들 菌도 모두 死滅하였다. 이는 昇溫處理에 依해 11~14°C의 地溫上昇이 있었는데 이로 因한 殺菌效果가 있었을 것으로 생각된다. 그런데 小玉<sup>10,12)</sup>의 結果를 보면 5日處理에서 15cm까지의 *Sclerotinia sclerotiorum*이, 20cm까지의 *Sclerotium rolfsii*이 死滅한 것으로 나타났으며 12日處理에서는 20cm까지 完全히 死滅한 것으로 나타나 本 實驗과는 상반되는 結果를 보였는데 이는 土壤의 構成과 그 土壤의 複合的인 無機有機環境 要因이 關與하기 때문에 추측된다.

4. 日交差 溫度가 土壤病原菌의 死滅에 미치는 影響

地中溫度는 恒溫으로 維持되는 것이 아니라 14~15時에 最高에 達했다가 서서히 下降하여 午前 6時頃에 最低에 이르고 다시 上昇하는 反復的인 波動을 하고 있음은 前實驗에서도 立證되었다. 따라서 土壤病原菌은 이와같은 反復的인 溫度波動에 暴露되어야 하므로 死滅에 미치는 影響을 檢討하였다(Table 7). *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*와 *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*은 45°C 16時間, 30°C에서 8時間 處理의 反復으로 3~4日에 死滅하였는데 40°C나 45°C의 長期間 恒溫 處理보다는 훨씬 短時間에 死滅하였다. 이는 病原菌의 死滅이 恒溫보다는 高溫과 低溫의 波動에 依해 빨리 이루어지는 것으로 생각된다.

따라서 本 實驗의 結果를 미루어 보아 우리나라에서도 夏季高溫期에 太陽熱土壤消毒이 充分히 可能하며 方法은 既存하우스를 잘 密閉한 하우스 周邊을 5cm 두께의 스트로폴로 外部와의 水平的斷熱을 實施하여 14~20日間 處理하므로써 크게 效果를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 보다 安全을 期할려면 하우스 地表面을 투명한 vinyl로 mulching하는 것이 좋을 것이다.

Table 4. Thermal death of pathogens which were buried at given depths in field.

Pathogens	buried for 7 days <sup>a</sup>			buried for 14 days <sup>a</sup>			buried for 21 days <sup>b</sup>		
	5	15	20cm	5	15	20cm	5	15	20cm
<i>Sclerotium rolfsii</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Rhizoctonia solani</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pythium debaryanum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+

<sup>a</sup>: 1982. 7. 28~1982. 8. 11      <sup>b</sup>: 1983. 7. 28~1983. 8. 18  
 Maximum temperature during the period(15cm): 28~36°C  
 Average temperature during the period(15cm): 32.2°C

Table 5. Thermal death of pathogens which were buried at given depths into adiabatic blocks in plastic house.

Pathogens	buried for 7 days <sup>a</sup>			buried for 41 days <sup>a</sup>			buried for 21 days <sup>b</sup>		
	5	15	20cm	5	15	20cm	5	15	20cm
<i>Sclerotium rolfsii</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizoctonia solani</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	-	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	-	+	+	-	-	+	-	-	-
<i>Pythium debaryanum</i>	-	+	+	-	-	+	-	-	-

<sup>a</sup>: 1982. 7. 28~1982. 8. 11      <sup>b</sup>: 1983. 7. 28~1983. 3. 18  
 Maximum temperature during the period(15cm): 37~47°C  
 Average temperature during the period(15cm): 43.2°C

**Table 6.** Thermal death of pathogens which were buried at given depths into adiabatic blocks in tunnel in plastic house.

Pathogens	buried for 7 days <sup>a</sup>			buried for 14 days <sup>a</sup>			buried for 21 days <sup>b</sup>		
	5	15	20cm	5	15	20cm	5	15	20cm
<i>Sclerotium rolfsii</i>	--	--	+	--	--	--	--	--	--
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	--	--	+	--	--	--	--	--	--
<i>Rhizoctonia solani</i>	--	--	+	--	--	--	--	--	--
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	--	--	+	--	--	+	--	--	--
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	--	--	+	--	--	+	--	--	--
<i>Pythium debaryanum</i>	--	--	+	--	--	+	--	--	--

<sup>a</sup> : 1982. 7. 28~1982. 8. 11      <sup>b</sup> : 1983. 7. 28~1983. 8. 18  
 Maximum temperature during the period(15cm) : 39~50°C  
 Average temperature during the period(15cm) : 46.0°C

**Table 7.** Effect of daily fluctuation of temperature, for 16 hours at 45°C and for 8 hours at 30°C, on the thermal death of soil-borne pathogens.

Pathogens	Days of exposure						
	1	2	3	4	5	6	7 day
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	+	+	+	--	--	--	--
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	+	+	+	+	--	--	--

**摘 要**

1. 施設하우스 내에서被害가 큰土壤傳染性病病原菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *Pythium debaryanum* 6種에 對한 殺菌에 要하는 處理時間은 45°C에서 2~10日間, 50°C에서는 4日以內이었고 이 중 가장 耐性이 강한 것은 *Fusarium*菌과 *Pythium*菌이었다.

2. 7月 28日~8月 18日까지 21日間 house內 日中 溫度變化는 5cm, 15cm깊이에서 각각 最高 57°C, 47°C 最低 38°C, 40°C이었고 15cm깊이에서의 43°C以上 지속기간은 12時間程度였다.

3. 터널은 하우스보다 蓄熱效果가 더 좋았으며 멀칭은 멀칭하지 않은 것보다 3~7°C程度의 昇溫效果가 있었고 斷熱區가 無斷熱區보다 5~9°C程度 昇溫效果가 좋았다.

4. 約 60%程度의 灌水를 하여준 區에서는 1~3°C程度가 높았다.

5. 埋沒病原菌의 殺菌效果는 하우스-터널-斷熱區에서 15cm깊이까지는 處理 7日間に 死滅했고 20cm깊이에서는 *Pythium*菌과 *Fusarium*菌을 除外하고 모두 14日間に 死滅하였다.

6. 最高에 達했다가 最低에 이르는 溫度의 反復的인 波動이 있는 것에서 없는 것보다 短時間에 死滅하였다.

以上の 結果에서 볼 때 夏期高溫期의 栽培 休閑期에 PVC film을 使用하여 하우스를 密閉하거나 터널을 만들어서 太陽熱을 利用한 土壤消毒의 可能性이 充分히 있는 것으로 생각된다.

**引 用 文 獻**

1. Ashworth, L.J., and S.A. Gaona, 1982. Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling Verticillium wilt in established pistachio nut groves. *Phytopathology* 72 : 243~246.
2. Elad, Y., J. Katan and I. Chet, 1980. Physical, Biological and Chemical Control Integrated for Soilborne Diseases in Potatoes. *Phytopathology* 70(5) : 418~422.
3. 林 勇, 1978. 施設園藝における 溫湯土壤消毒法の 開發試驗(第1報)一溫室バラ改植時における 溫湯土壤消毒法の 實用性 調査, 農業および 園藝 53(8) : 1051~1052.
4. 林 勇, 1978. 施設園藝における 溫湯土壤消毒法の 開發試驗(第2報)一消毒用送湯體の太を埋設方法ならびに被覆資料, 農業および園藝 53(9) : 1167~1168.
5. 板木利隆, 1979. 太陽熱利用による蓄熱ハウス. 農業および園藝. 54(1) : 181~187.
6. 神納淨 山田憲一, 吉倉悼一郎, 桐村義孝松尾綾男, 1982. トマト根腐疫病の發生生態と防除に關する研究(4)現地ほ場での太陽熱利用による土壤消毒效果. *Ann. Phytopath. Soc. Japan.* 48(1) : 103.
7. 金指信夫, 河森武, 1970. そ采栽培における土壤蒸氣消毒法とその效果. 農業および園藝 45(3) : 517

- ~524.
8. Katan, J., A. Greenberger, H. Alon & A. Grinstein, 1976. Solar Heating by polyethylene mulching for the control of Diseases caused by soil-borne Pathogens. *Phytopathology* 66 : 683~688.
  9. Katan, J., 1979. Solar Heating at the soil and other economical environmentally safe methods of controlling soilborne. pathogens, weeds and pests. *phytopathology* 69(9) : 1033.
  10. Katan, J., 1980. Solar Pasteurization of soils for disease control: Status and Prospects. *Plant disease* 64(5) : 450~454.
  11. Katan, J., 1981. Solar Heating(Solarization) of soil for control of soilborn pests. *Ann. Rev. Phytopath.* 19 : 211~236.
  12. 小玉孝司, 1981. 太陽熱利用による土壤病害の防除—溫室内の土壤消毒法などに種々の利點. *化學と生物*, 19(7) : 436~437.
  13. 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(1) : 193~186.
  14. 小玉孝司, 1979. 太陽熱利用によるハウス土壤消毒(2), *農業および園藝* 54(2) : 277~281.
  15. 小玉孝司, 宮本重信川, 宮川逸平, 志賀陽一, 1976. 夏季の溫室密閉による土壤消毒法. *農業および園藝* 51(7) : 889~894.
  16. 大久保 隆弘, 1979. 太陽エネルギーマルチ栽培 農業および 園藝 54(1) : 169~173.
  17. Park, C.S., 1984. 太陽熱 消毒에 의한 오이덩굴쫓김병 防除—病原菌 生長抑制 및 오이生育促進에 미치는 비닐 被覆效果 *한국식물보호학회지* 22(1) : 22~27.
  18. Pullman, G.S., J.E. Devay, G.H. Garber and A. R. Weinbold, 1981. Soil solarization: Effects on Verticillium wilt of cotton and Soilborne Populations of *V. dahliae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* and *Thielaviopsis basicola*. *Phytopathology* 71(9) : 954~959.
  19. Stapleton, J.J., and Devay, J.E., 1982. Effect of soil solarization on populations of selected soilborne microorganisms and growth of deciduous fruit tree seedlings *Phytopathology* 72 : 323~326.
  20. 山田憲一, 神納 淨, 1982. 토마토根腐疫病의發生生態と防除に關する研究(3) 太陽熱處理による防除效果 *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 48(1) : 103.