

太陽熱による密閉ハウスの高温処理が土壌 中の *Fusarium oxysporum* の生存に及ぼす影響¹⁾

西内美武*・森本松男**・中越謙三*・斉藤 正***

* 高知県農業技術課 ** 高知県経済農業協
同組合連合会 *** 高知県農林技術研究所

は じ め に

ビニールハウスの土壌消毒を目的として夏季の太陽熱を利用して密閉ハウスの内部を高温処理する方法については、志賀ら(1970), 弘田(1970)等の報告がある。また、高知県農林技術研究所でも1970年に試験を実施し、その結果、ハウス密閉処理の土壌殺菌効果は必ずしも十分ではないが、ハウス内に残在する諸病害の被害葉などの病原菌の殺滅には有効な手段であることが確認され、この方法は一般農家でもかなり広く応用されるようになった。その後、奈良県において太陽熱の利用に加えて石灰窒素と稲わらを投入する処理方法が開発され、それが、イチゴ萎黄病の防除に極めて高い効果を示すことが小玉ら(1976)によって報告され、新しいハウスの土壌消毒法として注目された。

筆者らはこの方法の高知県下での適用性を検討するとともに、ハウス密閉、湛水、マルチ、石灰窒素および稲わら施用等の組み合わせられた諸条件の中でどの要素が温度上昇、あるいは殺菌効果に大きく影響するものであるかを明らかにするために試験を実施した。本試験では発病が少なく、防除効果は十分検討できなかったが、地温の上昇、土壌中の *Fusarium oxysporum* 菌に及ぼす影響などについては、かなり明らかにすることができ、それによって本処理方法の実用性が高いものと考えられたのでその試験結果を報告することにした。

本試験を実施するに当って高知県農林技術研究所気象研究室長橋本好博氏および病理研究室主任研究員倉田宗良氏にはそれぞれ気象観測および土壌病菌の検出などについて御協力をいただき、また、高知県病害虫および雑草防除改善は協議会関係の方々の御援助をいただいたところが多い。これらの諸氏に対して深謝の意を表する。

試 験 材 料 お よ び 方 法

供試ハウス：高知県経済連施設園芸モデル園のビニールハウスを用いた。高知2号型で間口7.55 m, 奥行37.5 m (面積283 m²)、ビニール一重張りで前作は6月まで白雪メロンを栽培し、その後

1) Effect of solar heating on the survival of *Fusarium oxysporum* in the soil of closed vinyl house. By Yoshitake NISHIUCHI, Matsuo MORIMOTO, Kenzo NAKAGOSHI, and Masashi SAITO.
Proc. Assoc. Pl. Prot. Sikoku. No.12: 19-24 (1977)

放置しておいた。実験開始前にビニールの破損箇所は修理し、出入口、側面なども極力密閉状態を保つようにした。ハウス内土壌で耕土は比較的浅く、下層土は硬い粘土質であった。各区21㎡の2連制とし、つぎの5処理区を設定した。

試験区の構成：各処理区の構成は第1表のとおりである。

第1表 試験区の構成

区名	項目 ハウス 密閉処理	石灰窒素 稲わら施行	湛水マルチ の施行	クロール*2 ピクリン処理
全処理組合せ区	○	○	○	—
密閉湛水マルチ区	○	—	○	—
密閉石灰窒素稲わら区	○	○	—	—
密閉単処理区	○	—	—	—
クロピク処理区	○	—	—	○

(注) *1 ○印は該当項目を実施したことを示す。

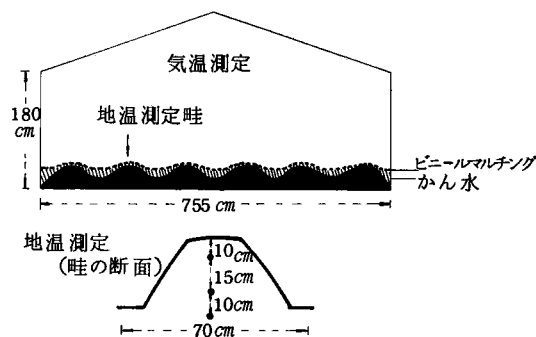
*2 クロピク処理は密閉処理直前に実施した。

石灰窒素および稲わら施用を実施した各区は、密閉処理の前日に10a当り石灰窒素100kg、稲わら1,000kgを施用し、土壌全層に混和した後第1図のように作畦した。湛水およびマルチ施行区は、畦の高さまで畦間に湛水し、その上面全体を古ビニールで被覆した。なお湛水処理は本実験期間中の8月8日にも実施し畦間一杯に湛水した。湛水処理区はビニール畦板で囲い漏水防止を図ったが、処理期間中次第に減水し常時湛水状態には保てなかった。

クロールピクリン処理は常法に従って(30cm)²当り4mlずつ深さ約15cmに注入した。

キュウリの耕種概要：密閉処理終了後約50日を経過した10月6日に、キュウリ王金越冬(播種9月10日)を定植し、当モデル園の慣行に従って栽培管理した。但し施肥量は慣行の20%増とした。

調査方法：ハウス密閉処理期間中の気象調査は気温、降雨量、日照時数(高知地方気象台)について実施し平年との比較検討を行った。地温および気温の測定位置は第1図に示した位置について電子管温度計を用いて測定した。土壌中の*Fusarium oxysporum* 菌の検出は駒田(1975)の処方による*Fusarium oxysporum* 選択分離用の合成培地を用い、希釈平板によって土壌懸濁液をペトリ皿の培地表面上に1mlずつ流し込み、うすく広げ菌叢の発生を待って調査した。発病調査は1月28日の生育末期に各区60株について茎基部の導管と根部の褐変の有無を調査した。雑草の生育量調査はキュウリ定植60日後の12月6日に各区の雑草を抜き取りその生体を測定した。



第1図 処理ハウスの状態と温度測定位置

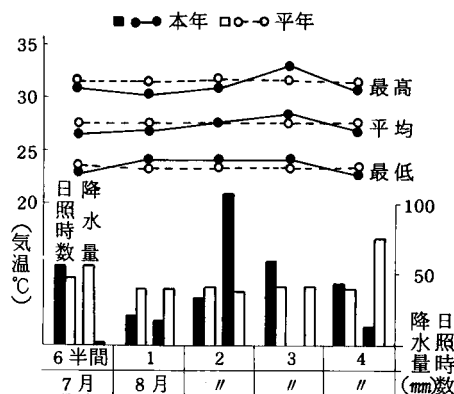
試 験 結 果

各区の温度

1. ハウス密閉処理期間中の外部気象 7 月 28 日から 8 月 18 日までの密閉処理期間中における気温、降水量および日照時数は第 2 図のとおりで、平年値に比較して半旬別では若干の差がみられたが試験期間全体を通じては、おおむね平年並に推移した。すなわち、気温は処理前半期においては、若干低い傾向を示したが、後半は平年並から高目に経過した。降水量は 8 月 2 半旬を除いては平年以下であり、日照時数は 8 月 1 半旬を除けば平年並から多目に経過した。なお期間中における晴天日数は 15 日であった。

2. 各区の地温および気温の日極温

各処理区の日別最高、最低極温の平均値は第 2 表のとおりで、晴天日における地温の最高極温は処理区間にかかなりの差がみられたが、測定位置が深くなるに従って差は縮まった。また、最低極温は大差がみられなかった。



第 2 図 ハウス密閉処理期間中の半旬別気象

第 2 表 処理期間中における地温および気温の日極温平均値

天 候	区 別	ハウス内地温						ハウス内気温	
		最 高 (°C)			最 低 (°C)			最高 (°C)	最低 (°C)
		地下 10cm	地下 25cm	地下 35cm	地下 10cm	地下 25cm	地下 35cm		
晴 天	全 処 理 組 合 せ 区	53.7	44.1	38.6	35.1	35.8	35.1	65.4	25.1
	密 閉 灌 水 マ ル チ 区		42.8	38.9		35.7	35.3		
	密 閉 石 灰 室 素 稲 わ ら 区		39.9	35.3		33.4	32.5		
	密 閉 単 処 理 区	47.5	39.7	35.7	31.8	31.6	32.6		
雨 天	全 処 理 組 合 せ 区	44.1	41.2	36.9	35.9	36.7	35.7	52.8	26.0
	密 閉 灌 水 マ ル チ 区		39.5	36.9		36.0	35.8		
	密 閉 石 灰 室 素 稲 わ ら 区		38.5	33.9		34.1	33.0		
	密 閉 単 処 理 区	39.4	35.9	34.3	32.2	33.2	33.4		

地温が最も高かったのは、全処理組合せ区であり地下10cmの地温は53.7℃で、地温上昇程度の低かったのは密閉単処理区で、両区の温度差は6.2℃であった。また、全処理組合せ区では地下25cmの測定結果が44.1℃の最高を示した。この処理区に次いで、密閉灌水マルチ区の地温が高かった。しかし、密閉石灰室素・稲わら区と密閉単処理区の差は殆んどみられなかった。さらに地下25cmにおける地温は、一般に灌水マルチを実施した各区が高くこの処理を行った区の地温が2.3～3.6℃ほど高かった。また、各区の最低地温も最高地温とはほぼ同様の傾向が認められた。しかし、各処理間の温度差は比較的少なかった。

曇雨天日における各処理区間の地温の極温は晴天日と同様の傾向を示したが、各区とも最高極温

は晴天日より低く、最低極温はやや高い傾向がみられた。また、ハウス内の最高気温は、晴天日と曇天日では10℃以上の差がみられ晴天日の平均最高気温は65.4℃を示したのに対し、曇雨天日のそれは52.8℃であった。また、最低気温は晴天日には25.1℃を示し、曇雨天日は26.0℃で両者間には大差がなかった。

3. 各区の地温40℃以上の時間と日数

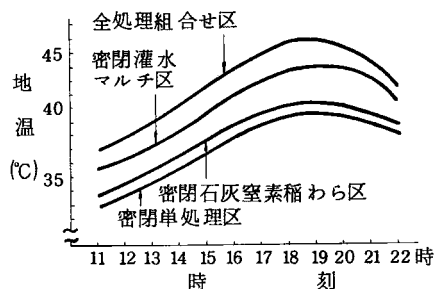
地下25cmの地点における40℃以上の地温を示した時間と日数を調査した結果は第3表のとおりである。すなわち、各処理期間中の地温40℃以上を示した1日平均時間数と日数の最も多い区は、全処理組合せ区でそれぞれ11.27時間と18日間であり、次いで密閉湛水マルチ区の9.30時間と15日間であった。密閉石灰窒素・稲わら区と密閉単処理区は40℃以上の時間および日数がともに少なく、両区間に差はほとんどみられなかった。このような処理間の地温の調査結果は先に示した日極温の調査結果とはほぼ同様の傾向である。

第3表 地温40℃以上の時間および日数

項目 \ 区別	全組合せ区	密閉湛水マルチ区	密閉石灰窒素・稲わら区	密閉単処理区
時間 (1日平均値)	11.27	9.30	1.73	1.94
日数	18	15	8	6

(注) 測定位置は地下25cm

さらに処理間別に地温の時刻別変化について調査した結果は第3図に示したとおりである。すなわち、前述した40℃以上を示した日数と時間数の調査結果とはほぼ同様の傾向がみられ、最も高い地温経過を示した区は全処理組合せ区で、最も低かったのは密閉単処理区であり、両区の地温差は約5℃であった。また、密閉湛水マルチ区は前2区の間よりやや高い地温で経過し密閉石灰窒素・稲わら区は密閉単処理区に近い程度の低い地温経過を示した。



第3図 処理区間地温の時刻別の比較

土壌殺菌効果

各処理開始前の各ハウス内3か所の両側および中央の土壌中における *Fusarium oxysporum* の菌密度は第4表に示したとおりで、各地点の耕土の100倍希釈水1ml中に約90～140箇、また、下層35cmの心土中でも30～50箇程度の菌叢が検出された。また、密閉処理終了後では、各区の表層10cm以内の耕土からはいずれも *Fusarium oxysporum* の菌叢は検出されなかった。しかし、中層土（深さ25cm）中には密閉石灰窒素・稲わら区および密閉単処理においては、100倍希釈水1ml中に100箇余りの菌叢が検出された。さらに、下層土（深さ35cm）では、密閉石灰窒素・稲わら区、密閉単処理区のほか密閉湛水マルチ区、クロールピクリン処理区にも僅かながら検出された。

第4表 各処理区内土壤中における *Fusarium oxysporum* の検出数

調査時期	調査地点(地下, cm) 土壌液の 浸出 稀倍数	全処理組合せ区			密閉灌水マルチ区			密閉石灰窒素 稲わら区			密閉単処理区			密閉クロピク区		
		10	25	35	10	25	35	10	25	35	10	25	35	10	25	35
処理前	10^{-2}	1397		393				1257		333				937		500
	10^{-3}	117		03				183		57				60		70
	10^{-4}	20		07				117		13				43		13
処理後	10^{-2}	0	0	0	0	0	17	0	1170	180	0	1120	87	0	0	07
	10^{-3}	0	0	0	0	0	0	0	117	30	0	67	07	0	0	0
	10^{-4}	0	0	0	0	0	0	0	20	03	0	17	0	0	0	0

キュウリの発病調査

各処理を終った跡に定植したキュウリについて、つる割病の発生程度を調査したが立毛中に明瞭な発病を認めた株は各区とも見当らなかった。栽培末期に茎の地際部の導管褐変状況を調査した結果は第5表のとおりで、茎基部の導管褐変を生じた株は極めて少なく、ことに、密閉石灰窒素・稲わら区は全く異状が認められず、全処理組合せ区および密閉単処理区には軽微な褐変を示した株が数パーセントみられたのみであった。また、根部の褐変も全体的に極めて少なかったが、クロールピクリン処理区に比較すると他の諸区はやや細根の褐変度が進行していた。

第5表 キュウリの生育末期における茎基部の
導管および根部の褐変程度

区 別	調査株数	茎 基 部		根部の褐変度
		導管褐変株数	導管褐変株率	
全 処 理 組 合 せ 区	60	3	5.0 %	14.2
密 閉 灌 水 マ ル チ 区	60	1	1.7	11.7
密 閉 石 灰 窒 素 稲 わ ら 区	60	0	0	15.4
密 閉 単 処 理 区	60	4	6.7	17.1
密 閉 ク ロ ピ ク 区	60	1	1.7	5.0

除草効果

各処理区のキュウリ栽培中における雑草の発生量は第6表に示したとおりで、処理区間に大きな差がみられ全処理組合せ区、密閉灌水マルチ区およびクロールピクリン処理区は発生量が著しく少なく、密閉石灰窒素・稲わら区および密閉単処理区の両区は前3者に比較して数倍以上の発生量がみられた。

第6表 処理区間の雑草発生量

	全 処 理 組 合 せ 区	密 閉 灌 水 マ ル チ 区	密 閉 石 灰 窒 素 稲 わ ら 区	密 閉 単 処 理 区	密 ク ロ ピ ク 区
生体重 (g)	120	240	1,220	1,100	210

(注) 生体重は1区2㎡の2区合計

考 察

KATAN ら (1976) はイスラエルで7, 8月の暑い季節に灌水した土壌を透明なポリエチレンコートで被覆し、土壌温度を上昇させることによって土壌病害を防除できたことを報告した。

我国では、野菜類の栽培が終ったビニールハウスに対して、夏の日照量の多い季節に密閉処理し、内部の土壌に石灰窒素と稲わらを施用して畦を作り、湛水した後ビニールマルチングを行い、それによって地温の上昇をはかり、土壌中に生存する病原菌および雑草を殺滅する方法が奈良県天理農業改良普及所などで実験され、その実用性の高いことが紹介された。また、小玉ら (1976) は、その方法がイチゴ萎黄病の汚染土壌に対して優れた防除効果を示すことを報告した。

筆者らの試験は7月下旬から20日間処理を行ったが、その間、処理ハウス内は65℃以上の日平均最高気温を記録し、各区の地温も上昇し、地表下10cmの地点では50℃以上に達した区もあり、さらに深部の地温もかなり上昇し、本処理による温度上昇効果の高いことが確認された。

密閉ハウス内において、土壌に対する処理方法を変えた各区間の地温上昇程度には明らかな差が認められ、各処理を全部組み合わせた全処理組合せ区が最も高くなった。本試験の各処理区における地温上昇の状態を検討すると、温度上昇に最も大きく影響した要因として、湛水とビニールマルチングを実施したことがあげられ、石灰窒素と稲わらを施用したことの効果は顕著には認められないことが指摘される。

一方、土壌中の *Fusarium oxysporum* に対する殺菌効果および除草効果は、各区の地温上昇程度とはほぼ一致した傾向がみられ、各区とも地表下10cmまでの範囲は完全に殺菌されていた。しかし、地中25cm以下の深部では湛水、ビニールマルチングを実施しない各区に生存菌が検出された。また、処理後各区に生じた雑草量を測定した結果、除草効果も殺菌効果と同一の傾向を示し、湛水、ビニールマルチング処理を行った各区は雑草の発生量が少なく、各処理区の地温上昇程度の差が、殺菌あるいは除草効果の差として現われたものと考えられた。各処理区に栽培したキュウリは生育末期まで外観的には黄化、萎凋などを示す株が認められず、さらに、栽培終了時における茎基部の維管束および根部の褐変程度の調査でも、それらの症状はともに極めて軽微で、各処理区間に発病差を認めることは困難であった。しかし、茎の導管では密閉石灰窒素・稲わら区が、また根部ではクロールピクリン処理が、それぞれの褐変が認められないか著しく少なかったことについては、発病の激しい跡地において検討が必要かと思われる。

引 用 文 献

弘田憲一 (1970) : 病虫害防除を目的としたハウス蒸込みによるハウス内気温及び地中温度の測定結果, 楠農報 24 (10) : 7 ~ 12.

KATAN J., A. GREENBERGER, H. ALON, and A. GRINSTEIN (1976) Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens, Phytophology 66 (5) : 683 ~ 688.

小玉孝司, 宮本重信, 宮川逸平, 志賀陽一 (1976) : 夏期の温室密閉による土壌消毒法, 農業および園芸 51 (7) : 889 ~ 894.

志賀陽一, 宮川逸平 (1970) : 温室の夏期の保温性にもとづく土壌消毒法について, 日植病, 36 (3) : 194.

(1977年4月15日受領)