

土壌くん蒸剤のマルチ畦内消毒による土壌病害防除

I クロロピクリンくん蒸による土壌消毒の効果と 薬害に関する基礎的調査

福 西 務

The fungicidal effect and chemical injury of chloropicrin applied to mulched row

Tsutomu Fukunishi

まえがき

野菜の生産振興にともない生産団地が各地に形成されてきたが、数年後には主に土壌環境の悪化に基づく連作障害に直面している所が数多い。これらの中には、土壌伝染性の菌類が関与して慢性的な被害を生じているものもかなり多いと考えられる。

現在、本県の鳴門市を中心とする海岸砂質地帯においても砂の老朽化による品質、収量の低下が問題になっているが、ここで発生しているサツマイモかいよう病、ダイコン横縞症などはいずれも土壌伝染性病害が関係しており、これらの典型的な事例である。このような土壌病害に対して土壌くん蒸剤による作付け前のガス消毒は防除の有効な手段として古くから行なわれてきているが、本剤は大部分が高い毒性と強い刺激臭をともなっているため、また防除効果の向上のためにも完全な被覆によって大気中への急速なガス逸散を防止せねばならない。そのため病害の発生が広範囲に及んだ場合、土壌消毒の実施には多量の被覆資材と被覆および取り外しに多くの労力を要し、経費もかさむなどの点からあまり円滑に行なわれていない。サツマイモかいよう病においても種々の防除試験からクロロピクリンのくん蒸処理が最も確かな防除法であることを見出したが、本処理を広域に実施する場合、これらの難点にいかに対処すべ

きかという問題が残された。

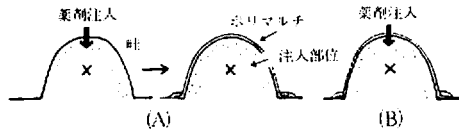
これに対して本県のサツマイモ栽培は、地温の確保を主目的に畦面を慣行的にポリエチレンフィルムでマルチをするので、これをくん蒸処理時の被覆資材の代わりに使用することができると考えられた。そこでこのフィルムでマルチをした畦においてクロロピクリンによる防除試験を行なった結果、注入後一定期間保てばガス抜きしなくても薬害を生じることなく定植でき、優れた防除効果が得られた。また、この方法は砂土のみならず壤土の病害防除にも同様にして適用できることが明らかとなった。本消毒法は未だくん蒸処理時の諸条件について種々検討しなければならない点を残しているが、従来の消毒方法に比べていくつかの利点を有し、現場でも普及技術として実用化が期待されているので、本報ではとりあえずその技術的方法と殺菌効果、薬害に関する基礎的な実験結果および2、3の病害防除の試験結果をとりまとめた。本研究の実施に当り現地試験では当场農業機械科、鳴門市農業センター、徳島地方病害虫防除所、鳴門農業改良普及所、里浦、大津町両農業協同組合の職員の方々にご協力いただいた。ここに記してお礼申し上げる。

I. 試 験 方 法

1. マルチ畦内くん蒸消毒法 (以下、畦内消毒と略記する)

第1図 マルチ畦内くん蒸消毒法

- (A) 注入後マルチ処理
- (B) マルチ後注入処理



第1図のごとく、(A)：畦を作り、その頂上から内部へ注入機でクロルピクリンを注入し（深さ10～15cm）直ちにポリエチレンフィルムで畦面にマルチをする（注入後マルチ）。(B)：畦を作り、マルチをしてからポリエチレンフィルムを突き破って畦内部に注入する。注入穴は開いたままである（マルチ後注入）。(A)、(B)両方法ともマルチフィルムは畦の裾で盛土して押える。注入後は7～15日間そのままの状態に放置する。放置する日数は施薬時期、土壌の種類などによって変わる。この後ガス抜き処理はしないで苗を植付けるか種子を直播する。

2. 殺菌効果および葉害に関する実験

(1) 殺菌効果

特記しない限り次の実験方法によった。供試薬剤はクロルピクリン(99.5%製品)、被覆資材は黒色マルチ用ポリエチレンフィルム（厚さ0.02mm）、供試菌はフスマ培養した *Fusarium* 菌（砂土実験：サツマイモ分離菌 *F. solani*、壤土実験：キュウリ分離菌 *F. oxysporum*）で、これをサラン網に包み土壤中へ埋没。実験畦の上壤は砂（中砂ーやや粗めの川砂、細砂ー細かい海砂の2種を供試）および壤土。実験場所は農試圃場内に作った畦。菌は薬剤注入（以下、注入と略）前に注入2点間の中央の畦頂上から15cm下に埋没（1区2か所）。注入処理はピペットで畦の中央、頂上から深さ10cmの所に1か所当り薬量3ml、間隔40cmで行なった。注入後10日間経ってから埋没したフスマ培養菌の包みを取り出し、このフスマ片から1か所当り5片、1区2か所で合計10片をストマイ加用ローズベンガル酸性PSA培地上に置き、菌の生育の有無を調べ生死を判定した。

1) 砂土畦実験

畦の大きさは中砂で巾70cm・高さ35cm、細砂で

巾70cm・高さ40cm。

実験一 1

中砂 1975年8月29日注入。10日後に菌を取り出す。注入間隔30cm、菌の深さ15、30cm。

実験一 2

細砂。鳴門市農業センター圃場。1975年11月20日注入。9日後に菌を取り出す。畦の巾70cm・高さ30cm。

実験一 3

中砂。1975年12月15日注入。10日後に菌を取り出す。昇温区として畦内部に温床線（72m、100V、500W）を上下5cm巾で畦方向に5本張った区を設けた。

実験一 4

中砂、細砂。1976年3月20日注入。10日後に菌を取り出す。

2) 壤土畦実験

実験一 1

1975年8月29日注入。10日後に菌を取り出す。注入間隔30cm、畦の巾75cm・高さ15cm。

実験一 2

1976年2月12日に1、2、3ml各注入区に所定薬量を注入。菌は注入点から10、20、30、40、50、60cmの所に予め埋没。さらに3ml区には地表と地下5、10、20、30、40cmの所に菌を埋没。10日後にこれを取り出す。実験はサイドを開放したビニールハウス内（以下、ハウス内と略）で行なった。畦の巾120cm・高さ20cm。

実験一 3

1976年2月14日注入。試験前から灌水量を調整して乾燥区、普通区、多湿区を設けた。菌は注入後5日めに取り出す。さらに普通区には地表と地下5、10、20、30cmの所に菌を埋没し、10日めに取り出す。ハウス内。畦の巾75cm・高さ15cm。

実験一 4

1976年3月17日注入。8日後に菌を取り出す。ハウス内。畦の巾75cm・高さ15cm。

実験一 5

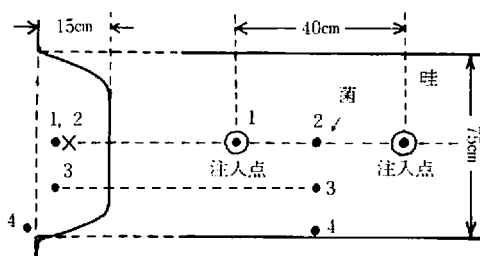
1976年6月9日に手動注入機で注入。10日後に菌を取り出す。菌の埋没位置は第2図に示す。ハウス内。畦の巾75cm・高さ15cm。

実験一 6

1976年9月22日に手動注入機で注入。10日後に

菌を取り出す。注入は2列千鳥状（注入点間隔30cm・列間40cm）。菌は予めP S A培地に培養した*Phytophthora melonis*菌叢をサラン網に包んで埋没。畦の巾100cm・高さ20cm。

第2図 畦内部の菌埋没位置
(第3表の実験-5説明図)



(2) 薬害調査

特記しない限り次の実験方法によった。供試薬剤、被覆資材、実験場所および土壌の種類は前記の殺菌効果実験の場合と同じ。供試作物はハクサイ(ほまれ2号)、キュウリ(久留米落合H型)、エンドウ(白竜)。注入はピペットで畦の中央、頂上から深さ10cm、1か所当り薬量3ml、間隔40cmで処理。注入後所定日数(5~20日間)を経てから注入両点の中間に各作物を次のように置いた。ハクサイは上下の口をサラン網で張った小型のプラスチック製同筒(直径3cm・高さ2cm)内に置いた湿る紙上に種子を約25粒並べ、これを深さ10~15cmの土壤中に埋めた。5~20日後に取り出し根長、発芽率を無処理・マルチ区のそれと対比しクロルピクリンによって抑制された程度を表記した(無処理・マルチ区の生育に比べ、同等○、わずかに抑制△、軽く抑制△、かなり抑制×)。キュウリ、エンドウは1区2~6か所、1か所当り5粒ずつをポリエチレンマルチを四角形(約8×8cm)に切り取っては種し(ハクサイも一部の試験で1か所当り約30粒を直播)、出芽時とその後の生育状況を30日位まで観察し、上記と同様の抑制程度で示した。

1) 砂土畦実験

畦の大きさは中砂で巾70cm・高さ35cm、細砂で巾70cm・高さ40cm。

実験-1

中砂。1975年8月29日注入。間隔30cm。注入後5、10、15日めにハクサイ種子を土壤中に埋め込む。

実験-2

中砂。1975年11月13日注入。注入後4、9、17、23日めにハクサイ種子を土壤中に埋め込む。

実験-3

細砂。鳴門市農業センター圃場。1975年11月20日注入。薬剤はクロルピクリンの他にD-Dを供試。注入後9、15日めにハクサイ種子を土壤中に埋め込む。

実験-4

中砂。1975年12月15日注入。注入後10、20日めにハクサイ種子を土壤中に埋め込む。昇温区の設定は殺菌効果の実験-3の場合と同じ。

実験-5

中砂、細砂。1976年3月17日注入。注入後5、10日めにハクサイ、キュウリ、エンドウを1区2か所には種。

実験-6

中砂、細砂。1976年5月8日注入。中砂は注入後5、7日めに地入点および地入両点の中間に、細砂は5、7、10日めにハクサイ、キュウリ、エンドウを各々1区5か所には種。

2) 壤土畦実験

実験-1

1976年2月14日注入。ハクサイ種子は注入後7日めに埋め込む。キュウリ、エンドウは5、10、15日めに1区2か所には種。ハウス内。畦の巾75cm・高さ15cm。

実験-2

1976年3月1日に1、2、3、4ml各注入区に所定薬量を注入。注入後5日めにハクサイ種子を注入点および注入両点の中間に埋め込む。キュウリ、エンドウは5、10日めに1区2か所には種。ハウス内。畦の巾120cm・高さ20cm。

実験-3

1976年3月17日注入。注入後5、10、15日めにハクサイ、キュウリ、エンドウを1区2か所には種。ハウス内。畦の巾75cm・高さ15cm。

実験-4

1976年5月8日注入。注入後5、7日めにハクサイ、キュウリ、エンドウを注入点および注入両

点の中間に各々1区2か所ずつは種。畦の巾75cm・高さ15cm。

実験-5

1976年6月9日に手動注入機で1, 2, 3, 4ml各薬量区に注入。注入後5, 7, 10日めにキュウリ、エンドウを1区6か所、計30粒を各区には種。その後5, 7, 10, 15, 20日めに草丈、葉の大きさを調査。畦の巾75cm・高さ15cm。

実験-6

1976年9月22日に手動注入機で1, 2, 3, 4ml各薬量区に注入。注入後5, 7, 10日めに催芽種子(3~4mm)を1区10粒ずつは種(品種:落合青長節成)。畦の巾100cm・高さ20cm。

(3) 土壌内残存ガスの臭気調査

殺菌効果、薬害の調査時に畦頂上の注入点に鼻を近づけて土壌中に残存しているガスの臭気の程度を調べ(注入後1~30日間)記録した。調査は1975年12月15日の砂土畦、1976年2月12日、14日、5月8日、6月9日、9月22日の壤土畦の各実験で行なった。

3. 病害防除試験

(1) サツマイモかいよう病

鳴門市里浦町の前年多発生した砂質圃場10aで1976年4月26日、クロルピクリンを手動注入機を用いて深さ10cm、1か所当り薬量3ml、間隔50cmで畦内消毒した。畦は巾70cm・高さ30cm。苗の植付けは注入後10, 15, 20日めに行なった。1区60m²、1区制。対照区は畦立て前の同圃場630m²全面に自動注入機で10a当り30l薬量を注入処理し(全面消毒と仮称)、そのうち270m²全面にビニールフィルムで3月30日から4月11日までの12日間被覆し、残りの部分は無被覆の状態に放置した。苗の植付けは4月26日に行なった。9月21日に各区10株を対象に全イモ数、発病イモ数、病斑数を調査した。

(2) キュウリつる割病

農試ビニールハウス内のつる割病菌汚染土壌(壤土)に巾75cm・高さ15cmの畦を作り、1976年6月9日に畦の中央に深さ

10cm、1か所当り薬量3ml、間隔30cmで手動注入機を用いてクロルピクリンによる畦内消毒を行なった。注入後そのまま放置し10日めにキュウリ苗(近成山東、本葉4~5枚、草丈約25cm)を株間30cm(各注入点)で定植した。1区3.5m²(15株、2条植)、2区制。7月23日に各区全株を対象に萎ちよう株数、薬害について調べた。

(3) キュウリ疫病

農試ビニールハウス内に、キュウリ果実に生育させた *Phytophthora melonis* の粉砕液を灌注接種した病土壌で巾80cm・高さ15cmの畦を作り、1976年11月9日に手動注入機を用いて1か所当り薬量3ml、深さ15cm、間隔30cm、畦上に2列千鳥状でクロルピクリンによる畦内消毒を行なった。注入後10日めにキュウリ苗(久留米落合H型、本葉3枚、草丈15~20cm)を株間30cmで注入した位置に定植した。1区2.7m²(20株、2条千鳥植、2区制)。12月24日に各区全株を対象に発病株数、薬害について調査した。

II. 試験結果及び考察

1. 埋没菌に対する殺菌効果ならびに病害防除の効果

第1表に示すように砂土畦の畦内消毒においては、8月、3月両実験の殺菌効果は注入後マルチ処理では完全であったが、マルチ後注入処理では8月実験で地下30cmの菌がわずかに生き残った。これはこの時期の気温が高かった上にマルチフィルムに注入穴が開き、供試土壌が粗めの中砂であったため、ガスの逸散が早かったものと推定された。一方、低温期の試験においては効果がある場合とない場合の2通りの結果を得た。その原因を推察すると、11月実験は降雨2日後の注入処理と

第1表 砂土畦における畦内消毒の殺菌効果

処理方法	菌 の 分 離 数						
	実験-1 (8月, 中砂)		実験-2 (11月, 細砂)	実験-3 (12月, 中砂)		実験-4 (3月)	
	15	30cm*		自然区	昇温区	中砂	細砂
注入後マルチ	0	0	1	0	0	0	0
マルチ後注入	0	1	1	0	0	0	0
注入、無マルチ	9	6	6	3	3	1	0
無処理、マルチ	10	9	10	10	10	10	10

注) 表中の数値は10切片分離中の培地上での *Fusarium* 菌生育切片数(個)。
* 菌の埋没深さ。

なったため土壌水分が15.8%と相当に高かったことと供試土壌が細砂であったのに対して、12月実験ではこの2条件とはむしろ逆であったことによるものと考えられ、注入後9日目の菌取り出し時にはこのような低温下の細かい多湿な砂質土壌内ではまだ十分にガスが拡散していなかったものと思われる。注入後無マルチの場合はある程度の殺菌効果は認められたが、いずれの実験でも十分でなく、後述する壤土畦の場合も同様な結果を示しており、くん蒸処理後のマルチは必須条件と考えられた。

第2表は砂質地帯に発生しているサツマイモか

第2表 サツマイモかいう病に対する畦内消毒の防除効果と薬害*

処理方法	注入から植付けまでの期間(日)	調査イモ数(個)	病イモ率(%)	病斑数(個)	薬害	
						畦内消毒
	〃	15	50	8.0	1.0	—
	〃	20	67	3.0	1.0	—
	マルチ後注入	10	45	13.3	1.3	—
	〃	15	51	11.8	1.3	—
	〃	20	58	8.6	1.2	—
全面消毒	被覆	52	9.6	1.4	—	
	無被覆	36	52.8	1.7	—	

注) *砂土畦試験、1~9月。**病イモ1個当り

第3表 壤土畦における畦内消毒の殺菌効果

処理方法	菌の分離数											
	実験-1(8月)		実験-3(2月)			実験-4(3月)			実験-5(6月)		実験-6(9月)	
	多湿区	普通区	乾燥区*		(1)	(2)	(3)	(4)**	点	間***		
注入後マルチ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
マルチ後注入	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	
注入、無マルチ	4		4		3							
無処理、マルチ	10	10	10	8	10		10		9	7		

注) 表中の数値は10切片分離中のFusarium菌生育切片数(個)、但し実験-6はPhytophthora melonis。実験-2は第4、5表。*土壌水分は多湿区22.4%、普通区17.9%、乾燥区12.4%。**菌の埋没位置別(第2図参照)。***は種の位置別、点:注入点、間:注入两点の中間。

第6表 キュウリつる割病、疫病に対する畦内消毒の防除効果と薬害*

病害名	供試薬剤・処理方法	発病株数(%)			薬害	
		I	II	平均	I	II
キュウリつる割病	クロロピクリン注入後マルチ	6.4	20.0	13.2	—	—
	〃 マルチ後注入	13.3	20.0	16.7	—	—
	ベンレート水和剤1,000倍、灌注無処理	81.0	36.0	58.5	+	+(葉縁黄化)
キュウリ疫病	クロロピクリン注入後マルチ	0	0	0	+	+(生育不良)
	〃 マルチ後注入	0	0	0	+	+(生育不良)
	ダイホルタン水和剤1,000倍、灌注無処理	25.0	25.0	25.0	—	—
		50.0	50.0	50.0		

注) *壤土畦試験、つる割病6月、疫病11月

第4表 薬剤注入点からの距離と殺菌効果*

処理方法	薬量(ml)	菌の分離数					
		10	20	30	40	50	60cm**
注入後マルチ	1	0	0	3	3	2	1
	2	0	0	2	2	2	2
	3	0	0	0	0	0	0
マルチ後注入	1	0	1	3	1	1	5
	2	0	2	3	1	5	2
	3	0	0	0	0	1	0
無処理、マルチ		5		5			

注) 表中の数値は5切片分離中の培地上でのFusarium菌生育切片数(個)。*実験-2(2月)、壤土畦。**注入点からの菌の距離。

第5表 土壌中の菌の深さと殺菌効果

菌の深さ(cm)	菌の分離数			
	実験-2(2月)		実験-3(2月)	
	注入後マルチ	マルチ後注入	注入後マルチ	マルチ後注入
地表	0	0	0	0
5	0	0	0	0
10	0	0	0	0
20	0	0	0	0
30	0	0	0	2
40	0	1		
無処理	5	5	5	5

注) 表中の数値は5切片分離中の培地上でのFusarium菌生育切片数(個)。

いよう病に対する畦内消毒の現地試験の結果である。対照区の全面消毒・無被覆区の52.8%の発病に対して畦内消毒では注入後10日目の植付け区で12~13%、15、20日目の区では10%以下に抑えた。この場合、注入穴が開いた状態のマルチ後注入処

理区は完全なマルチの場合とほぼ同じ結果を現わし、埋没菌の殺菌試験の結果(第1表)からみても、ガスが逸散する前に畦内部に拡散して

いることを示した。

次に壤土畦を対象に行なった結果を第3, 4, 5表に掲げた。第3表にみられるように1か所当り薬量3ml, 深さ10cm, 間隔40cmの注入処理であれば, 注入点および注入両点の中間に置いた*Fusarium* 菌, *Phytophthora* 菌はいずれも滅菌できた(実験-1, 3, 4, 6)。しかし畦の部位によっては菌の生存が認められた(実験-5)。即ち, 6月実験では注入点から最も遠い畦裾の通路に近い部分(第2図, No.4)において殺菌が十分でなかった。第6表のキュウリ苗を定植してつる割病の発病調査を行なった結果においても, 無処理区に比べて顕著な防除効果が得られているけれども, 13~17%の発病株がみられ, 常に完全な殺菌効果が得られるとは限らないことを示した。

第4, 5表の結果は, 注入点からの殺菌効果の及ぶ範囲を示している。注入後マルチ処理では1か所当り3ml注入量で60cm離れた菌を殺滅したが, 2mlでは20cmまでしか殺菌されなかった。マルチ後注入処理においては3mlで40cmまで, 2ml以下では10cmまでの殺菌にとどまり, 前記の処理よりやや効力が低下する結果を示した(第4表)。土壤中に垂直に入れた菌に対する殺菌効力は2実験とも注入後マルチ処理では40cmまで及んだけれども, マルチ後注入処理では20~30cmまでであり, やはり前者に比べてやや劣る傾向を示した(第5表)。

2. 薬 害

畦内消毒法ではガス抜き処理を省略できるのが大きな利点であり, そのためくん蒸処理後どれ位の期間ガスが残り, 何日位経てば薬害を生じることなく定植できるかを明らかにすることが最も重要な点である。土壤中におけるガスの拡散, 収着ならびに分解と土壤環境要因との関係はGoring²⁾によると高い土壤水分, 重粘な土壤, 小さい土壤空隙, 低温などがガス拡散を抑える大きな要因であるとしている。本法における薬害の有無もくん蒸処理環境をとりまくこれらの条件によって大きく左右されるものと考えられるが, 本実験ではそのうちでも影響の大きいと思われる土壤, 作物の種類, 注入の時期, 部位, 薬量および注入から定植までの期間などを変えて検討した。併せて土壤中の残存ガスの有無を臭気によって調べた。

第7表に砂土畦における実験結果を示した。薬害の有無は処理時期別でかなりはっきりと現われ, 11月, 12月の各実験では薬害の発生が目立ち, 8月, 3月, 5月の各実験では初期の軽い抑制にとどまり, 殆んど問題にならない程度であった。11月の2つの実験とも注入後9日目埋め込みのハクサイは明らかに生育が抑制され15~17日めではこれがわずかに抑えられた。12月実験ではさらにその程度が強く, 20日めでもハクサイの生育は悪かった。第8表の調査結果でも, 30日経過後も刺激

第7表 砂土畦における畦内消毒の薬害調査

処理方法	実験-1 (8月, 中砂)		実験-2 (11月, 中砂)				実験-3 (11月, 細砂, ハクサイ)				実験-4 (12月, 中砂, ハクサイ)				実験-5 (3月)												
	ハクサイ		ハクサイ				クロビク		D-D		自然区		昇温区		ハクサイ			キュウリ			エンドウ						
	5	10	15	4	9	17	23	9	15	9	15	10	20	10	20	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
注入後 マルチ	○	○	○	×	△	△	D	△	○	○	○	×	△	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
マルチ後 注入	△	○	○	×	△	○	○	△	○	○	○	×	△	×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

処理方法	実験-6 (5月)									
	(中 砂)				(細 砂)					
	ハクサイ		キュウリ		ハクサイ		キュウリ			
点	間	点	間	点	間	点	間	点	間	
注入後 マルチ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
マルチ後 注入	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

注) 表中の供試作物の生育抑制程度: 無処理・マルチ区の生育に比して, 同等○, わずかに抑制△, 軽く抑制△, かなり抑制×。
* 数字は各作物を注入後から土壤へ搬入またはは種するまでの期間(日)。
** 点は注入点, 間は地人両点の中間に各作物をは種。

第8表 薬剤注入後の臭気調査

注入後の 日 数 (日)	1975年 12月15日 (中 砂)		1976年 2月12日 (壤土, ハウス内)		1976年 2月14日 (壤土, ハウス内)		1976年 5月8日 (壤 土)		1976年 6月9日 (壤 土) A				1976年 9月22日 (壤 土) B		
	A	B	A	B	A	B	A	B**	1	2	3	4	3ml*	A	B
	1							冊	冊						
2							冊	冊	±	+	冊	冊			
3							+	±	-	±~±	+	冊			
4							±	±	-	±	+	冊			
5	冊	冊			±	±	±	-	-	-	±	冊	±	+	±
6							-~±	-	-	-	±	+	±		
7							-	-	-	-	-~±	±	-	±	-~±
8							-	-	-	-	-	±	-		
9							-	-	-	-	-	-~±	-		
10	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	+	-													
30	±	±													

注) 表中の臭気の程度は, 冊強い, 冊かなり強い, 冊やや強い, 十弱い, ±わずか, -なし。
* 1か所当り注入量, ** A: 注入後マルチ, B: マルチ後注入

第9表 壤土畦における畦内消毒の薬害調査

処理方法	実験 - 1 (2月)						実験 - 2 ハクサイ (3月)						実験 - 3 (3月)						
	ハクサイ		キュウリ		エンドウ		5		キュウリ		エンドウ		ハクサイ		キュウリ		エンドウ		
	7	5 10 15	5 10 15	5 10 15	5 10 15	5 10 15	薬量 (ml)	点	間**	5	10	5	10	5	10	5	10	15*	
注入後 マルチ	○	○	○	○	○	○	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
マルチ後 注入	○	○	○	○	○	○	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

処理方法	実験 - 4 (5月)						実験 - 6 (9月)					
	ハクサイ		キュウリ		エンドウ		5		キュウリ		エンドウ	
	点	間	点	間	点	間	点	間	点	間	点	間
注入後 マルチ	○	○	○	○	○	○	1	○	○	○	○	○
マルチ後 注入	○	○	○	○	○	○	1	○	○	○	○	○

注) 表中の生育抑制程度および*, **は第7表と同じ。実験-5は第10表。

第10表 壤土畦における畦内消毒の薬害調査

注入からは 種までの期 間 (日)	供試作物	実験 - 5 (6月)																								
		5 日					7 日					10 日					15 日					20 日*				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4ml**
5	キュウリ	(cm) 19.3 21.8 18.8 18.2 12.2					-					(cm) 85.9 80.7 75.6 80.8 41.6					(cm) 15.2 14.9 14.8 15.5 8.1					(cm) 長さ12.6 13.7 13.9 11.0 11.3				
7	キュウリ	-					(cm) 32.9 32.8 28.1 29.5 28.5					-					(cm) 14.8 13.7 13.6 13.9 12.9					-				
	エンドウ	-					(cm) 41.5 46.8 40.5 43.5 32.5					-					(cm) 14.2 18.0 15.6 16.4 12.3					-				
10	キュウリ	(mm) 25.3 25.0 24.6 24.0 24.4					-					(cm) 長さ 7.6 8.0 7.9 8.1 7.7					(cm) 巾 12.9 12.9 14.0 18.5 13.4					-				
	エンドウ	(mm) 19.3 20.4 19.7 18.9 16.5					-					(cm) 6.5 7.2 7.0 7.2 6.4					(cm) 16.0 17.1 17.3 16.5 15.2					(cm) 21.2 24.5 22.8 23.6 18.2				

注) 表中の数値は草丈を示す。但し長さ・巾の値はキュウリの葉の大きさを表す。*は種後調査までの日数。** 1か所当り注入量別。

臭が認められた。

これに対して3月実験では注入後5日めでハクサイがわずかに抑制された他はキュウリ、エンドウともに生育には殆んど影響されなかった。10日めでは3作物とも無処理区と同等に生育した。5月実験ではこれよりもさらに軽微であった。

以上のように低温期においては畦内のガス滞留は長期化するようであり、11月では10日間位、12月では20日以上ハクサイの生育を阻害する程度のガスが土壤中に残存していたものと考えられた。3月以降では注入後5日めにハクサイにのみ生育を抑制する程度のガス残存が認められ、供試作物間でクロルピクリンに対する感受性に差異がうかがわれた。注入点および注入両点中間の埋没地点間においては薬害程度の差は殆んどなかった。

第2表の砂土畦の現地試験では注入後10、15、20日めに苗を植付けたが、順調に活着し、茎、葉の生育も良く、イモの品質、収量は対照区より優れていた。

壤土畦における調査結果を第9、10表に示した。2月、3月各実験（実験-1、2、3、ともにハウス内）においてはハクサイが薬剤に敏感に反応し、注入後5日めに埋め込んだ区ではいずれもわずかに初期生育が抑えられ、実験-2の4ml区ではこれがやや強かった。7日間以上経過すれば殆んど抑制されなかった。キュウリ、エンドウは5日後にやや生育遅延が見られたが間もなく回復し、10、15日めでは正常に生育した。

第10表は草丈を経時的に測定した結果である。これによるとキュウリは注入後5日めには種した場合、1か所当り1~3ml注入区でわずかに草丈が低くなり、4ml区ではこれが明瞭であった。7日めでは4ml区の影響がかなり少なくなり、10日めは種では無処理区との間に殆んど差がなくなった。エンドウでは注入後7日播きで4ml区にのみ影響がみられ、10日めではこれがわずかであった。実験-4（5月実験）では注入後5日めに注入点に直播されたハクサイに軽い抑制がみられた他は正常であった。9月実験では注入後5日めは種のキュウリが3ml区でわずかに、4ml区でこれよりやや強く抑制された（第9表）。後者の実験は今までの実験圃場と異なりかなり粘質な土壤であったことと催芽種子を使ったことによって薬害を生じ

たものと考えられた。しかし、7、10日めは種区は影響を受けなかった。土壤中の残存ガスの刺激臭の程度も作物の生育抑制程度と同じ傾向がみられ、12月を除き注入後5日めで軽く臭い、7日めではわずかとなり、10日めでは殆んど感じない程度にまでなっていた（第8表）。

第6表に示すとおり、キュウリ病害の防除試験では薬害を生じた場合と生じなかった場合との結果が得られた。これは6月実験では深さ10cm、間隔30cmで畦中央に1列に1か所当り薬量3mlで注入したのに対して、11月実験では従来の全面消毒の薬量（30cm平方、1穴3ml）に近づけるための同型の畦に深さ15cm、間隔30cmで3mlを2列で千鳥状に注入したため薬量が2倍になった上に実験時の低温が重なり、さらに圃場の耕起が不十分で下層が固かったこと、土壤水分が高かったことなども加味され、ガスの滞留が長びき薬害を生じたものと推察された。このような土壤環境においての畦内消毒は薬害発生の危険があり、避けるべきであることを示唆しているものと思われる。

Ⅲ. 総合考察

従来のクロルピクリン剤のくん蒸は10a当り約30l薬量の割合で30cm間隔に注入し、数日間地表面を被覆してからこれを取り除き、ガスの抜けるのを待って畦を作り定植する方法であり、本県のサツマイモ栽培でもこの方法によってイモ表皮の着色をよくすることを主目的に行なわれてきたが、被覆作業を省略して消毒してきたため薬剤の刺激臭によって圃場周辺の人畜に対して被害が生ずる事例が多く問題となっていた。刺激臭のみならず防除効果の面からも被覆は必須であったのであるが、広域にわたるため、経済的、労力的な困難さから実施されなかった。本報において記述したマルチ畦内くん蒸消毒法（畦内消毒）は畦だけの処理であるため、薬量は10a当り10~12lと少なく栽培のために使用するマルチをそのまま利用できるので経済的であり、上述のような大気中への急激なガス逸散を防ぎ、いったん注入された薬剤のガスは付近に人がいても臭いを感じない程度で徐々に時間をかけて減少し、そのため数日間置けばガス抜きしないで定植できることを明確にした。こ

れを可能にしたのは畦形態のくん蒸処理と被覆資材に用いたポリエチレンフィルムの特性（ガス透過性）によるものと思われる。従来のように平坦にくん蒸した時よりも凸型にして行なった方が、マルチ畦の裾や畦間を通してガスが逸散しやすいと考えられる。一方、フィルムのガス透過性については、著者の実験では空間 1m^3 当りクロロピクリン 0.27ml 薬量で、厚さ 0.02mm , 0.03mm の黒色マルチ用ポリエチレンフィルムで片側の口を張ったプラスチックボックス内のハクサイ種子の発芽を著しく阻害し、供試フィルムが多くのガスを透過していることを示した（未発表）。また山本¹⁷は臭化メチルでフィルムのガス透過性比較試験を行ない、ポリエチレンフィルムを用いた時のガス濃度はビニールフィルムの場合の約85%と減少し、72時間以内にこれらのフィルムを通して急速にガスが失われることを示した。野口¹⁸は 10a 当りクロロピクリン 20l を処理した圃場にビニールフィルムで全面被覆しその上にダイコン種子を置いて円筒容器で密閉してフィルムを通過したガスによって発芽阻害の生ずるのを観察した。以上の実験結果から考えると、畦内に注入されたクロロピクリンはマルチフィルムを通して比較的すみやかに逸散消失していくものと推定される。今後はフィルムの種類や厚さが変わった場合のガス濃度の推移を検討する必要がある。

定植された作物に被害を生じない程度にまでガスが減少する日数については、すでにいくつかの実験結果を示したが、この期間は固定的なものではなく、くん蒸の時期、土性、対象作物によって変わるものであるからその時の環境要因を勘案し、十分に安全な期間を保つべきであろう。これを決める簡便な一方法として鼻による臭気の事前調査は案外敏感にして確かである。

畦内消毒において注入薬剤の有効薬量が畦内に十分拡散していることは、供試した *Fusarium* 菌、*Phytophthora* 菌が死滅していることから明らかであり、くん蒸後は土壌を動かすことがないので外からの汚染がなく防除試験でも高い効果を示している。ただ、菌の種類、薬量にもよるであろうが、畦の部位によっては生き残る場合があり、また、低温時期の処理では殺菌効力が低下することも留意しておかなければならない。これに対し

て、投下薬量を増加すれば発病を完全に抑えることができるかもしれないが、これについては土壌微生物相、とくに肥効に関与する一連の細菌群の役割を考慮し慎重でなければならぬだろう。病原菌は殺滅し、このような有用微生物群を残せる薬量レベルを見出すことが肝要であり、今後の課題である。

畦内消毒を行なう時期は一般的に言って3~10月の間がよく、この範囲では10日間位置けば定植できると思われる。3月以前、10月以降を余儀なくされた場合は固い下層を避け、耕起された作土層内で注入処理するようにし、温度、土壌水分をとくに考慮し定植までの日数を多くせねばならない。

野田¹⁹が報告した消石灰施用後のクロロピクリン消毒による作物の生育障害については、壤土でサツマイモに対して調査したがこのような徴候はみられなかった¹⁹。しかし、実際にはこれに近い農作業順序で行なわれる場合が多くなると思われるので、さらに検討せねばならない。

畦内消毒用の注入機の開発については、當場農業機械科において砂質畑のサツマイモ栽培に使用されているマルチャー付ティラーに自動注入装置を取り付けた改良機を試作し注入とホリマルチを同時に行なう試験を進めている。また、従来の手押式の手動注入機とは別に、軽量で簡便な背負式薬液タンクと連結したガン式注入機も現地の農家が試作している。近い将来、これらの注入機が完成され実用化されるものと期待されている。

以上、これまで述べてきた畦内消毒技術の概要はすでに福西¹¹、野田¹⁹らによって報告されたが、本報ではさらに詳細な実験結果を提示してその実用の可能性を示してきた。しかし、完全な技術の確立までにはまだいくつかの残された問題点があり、これらを指摘してきた。

今後さらにこれらの諸点に検討を加えて、技術改善してゆかなければならない。特に土壌くん蒸剤は毒性の高い薬剤であるので、くん蒸後のガス化、拡散、消失の過程を追求し、人畜に及ぼす影響についても明らかにしなければならない。

IV. 摘 要

1. クロロピクリンによるマルチ畦内くん蒸消毒

法（畦内消毒と略）について、土壤中に埋没した *Fusarium* 菌、*Phytophthora* 菌に対する殺菌効果を調べ、注入後薬害を生じることなく定植できるまでの期間をハクサイ、キュウリ、エンドウの生育抑制程度によって検討し、サツマイモかいよう病、キュウリつる割病、疫病に対する防除効果も調査した。

2. 畦内消毒の殺菌効果と薬害は次のとおりであった。

(1) 砂土畦実験

1) 低温期の多湿土壌のくん蒸処理では菌の生存がみられ、この条件が除かれた土壌では高い殺菌効果を示した。現地試験でもかいよう病に対する防除効果は優れていた。

2) 3月、5月の各実験では注入後5日めでわずかに生育遅延がみられ、後には回復した。7日め以降は殆んど問題にならなかった。低温期の11月、12月の各実験ではガス滞留が長びき薬害を生じた。

現地試験のサツマイモには注入後10日めからの植付けで薬害はみられず生育は良好であった。

(2) 壤土畦実験

1) 2月～9月の各実験においては殺菌効果は高かったが、畦内部の部位別効果試験では畦裾付近で生き残る菌が認められた。注入点からの水平、深さの距離別殺菌効果ではマルチ後注入処理は注入後マルチ処理に比べやや劣った。キュウリつる割病、疫病に対する防除効果は高かった。

2) 1か所当り1～3ml注入量においてハク

サイに初期に軽い生育抑制がみられたが、キュウリ、エンドウでは殆んど問題にならなかった。4ml注入区ではいずれも生育抑制が認められた。投下薬量が多くなった畦内処理および重粘な畦土壌にくん蒸し催芽種子を播いた場合に、キュウリで薬害を生じた。

3. 薬剤注入後の土壌内残存ガスの刺激臭は、12月では注入後30日めでも認められた。2月～9月では5～7日めでわずかに認められ、10日めでは感じられなかった。

4. 総合的に見て砂土、壤土いずれの場合の畦内消毒でも普及技術として実用化できる見通しがついた。

V. 引用文献

- 1) 福西務・生越明・黒高忠司・美馬克美・山本英記(1976)：日植病報 42, 339
- 2) Goring, C. A. I (農林省振興局植物防疫課訳編, 1960)：土壌くん蒸の理論, 26～34
- 3) 野田弘之・上原等(1960)：香川農試研究報告 17, 1～24
- 4) 野田弘之・都崎芳久・十河和博・村山昌資・若林康彦(1977)：日植病報 43, 103
- 5) 野口義弘(1974)：現地技術確定事業報告書(徳島専技室資料, 徳島県), 1～4
- 6) 徳島県農業改良課(1974)：れんこんおよびかんしょの生産改善に関する調査研究報告書, 18
- 7) 山本勉(1975)：徳島農試特別報告 5, 45～46