

〔 徳島農研報 No.5 〕
〔 45～51 2008 〕

土壌くん蒸剤のマルチ畦内消毒における 低透過性フィルムを利用したガス透過抑制と サツマイモ立枯病に対する防除効果の向上*

米本謙悟**・田中昭人・坂口謙二

Reduction of soil fumigants emissions using low permeability film by the method of
applying to mulched row and control effect of sweet potato soil rot.

Kengo YONEMOTO**, Akihito TANAKA and Kenji SAKAGUCHI

要

約

米本謙悟・田中昭人・坂口謙二（2007）：土壌くん蒸剤のマルチ畦内消毒における低透過性フィルムを利用したガス透過抑制とサツマイモ立枯病に対する防除効果の向上 徳島農研研報(5)：45～51

マルチ畦内消毒時の被覆資材として、土壌くん蒸剤のガス透過を抑制する低透過性フィルムの利用効果とサツマイモ立枯病に対する防除効果の向上について検討した。

マルチを行った畦表面からガス化したクロルピクリン剤の大気中への透過量は、低透過性フィルム区では黒色ポリエチレンフィルム区の約1/6から最大で約1/40に抑制された。また、サツマイモ挿苗後の地上部、茎部および塊根発病程度は低透過性フィルム区ではクロルピクリン剤の処理量を慣行の1/3に低減しても高い防除効果を示した。

また、ダゾメット粉粒剤の畦内濃度は、処理量に関係なく処理48時間以降、低透過性フィルム区が黒色ポリエチレンフィルム区より高く推移した。挿苗後の地上部の影響、茎部および塊根発病程度は低透過性フィルム区では、ダゾメット粉粒剤30kg/10a処理で対照とほぼ同等の高い防除効果が認められた。

以上の結果から、低透過性フィルムはガス化したクロルピクリン剤のガス透過抑制に優れ、薬量も慣行の1/3量まで下げることが可能であること、またダゾメット粉粒剤の砂地畑における防除効果を向上させることが可能であると考えられた。

キーワード：サツマイモ、立枯病、低透過性フィルム、土壌くん蒸、ガス透過量

はじめに

サツマイモ立枯病(Soil rot)は *Streptomyces ipomoeae* (Person et Martin) Waksman & Henrici に起因する土壌病害で、徳島県のサツマイモ生産において最も重要な

病害である。

本病の防除には、1977年頃からクロルピクリン剤によるマルチ畦内消毒が行われ、現在では機械化一貫体系が確立している。

しかし、近年本県のサツマイモ産地では宅地化の進行

* 本報告の概要については第48回四国植物防疫研究協議会大会で発表した。 ** 現 徳島県立農林水産総合技術支援センター技術支援部

に伴い、ガス化したクロルピクリン剤による刺激臭等が問題となり始めた。その理由として、本剤の処理が3月中、下旬に集中したり、4月以降の地温が上昇する時期に処理すると、被覆した黒色ポリエチレンフィルム表面をガス化した本剤成分が透過し、一時的に大量に放出されるためと考えられた。

そこで筆者らはマルチ畦内消毒時の被覆資材として、臭化メチル剤の大気中への放出を制限するために開発された低透過性フィルムに着目し、クロルピクリン剤のガス透過抑制効果とサツマイモ立枯病に対する防除効果を検討した。同時に、刺激臭等の問題はないが、黒色ポリエチレンフィルム被覆では効果が不十分であるという報告⁷⁾があるダゾメット粉粒剤について、低透過性フィルムを用いることによる本病防除効果の向上を検討した。その結果、一定の知見が得られたので報告する。

試験方法

耕種概要

試験は徳島県名西郡石井町の農業研究所内で、1995年度に造成したサツマイモ立枯病汚染砂地畑圃場で行った。

供試した被覆資材は低透過性フィルム（商品名：オルガロイフィルム、エルフ・アトケム社製、厚さ40 μ m、以下、PA）及び黒色ポリエチレンフィルム（大倉工業社製、厚さ30 μ m、以下、PE）を用いた。PAは臭化メチル剤の大気中への放出抑制を目的としてフランスで開発された半透明のフィルムであり、ポリエチレンフィルムの間にポリアミド・ポリオレフィン系の樹脂（オルガロイ）を挟んだ3層で構成されているフィルムである。

施肥は2003年4月14日に基肥として「かんしょ有機2号」（N-P-K：4-13-13）100kg/10a量を全面施用後、耕耘を行った。試験は1区4.5 m^2 （畦幅0.75m、畦長6m）、2区制で行った。地温測定はティアンドデイ社製温度センサーを用いて各処理区中央の畦表面から15cm下と30cm下の位置を測定した。薬剤処理は同日に次のように行った。

クロルピクリン剤（99.5%濃度液剤、以下、CP剤）は畦立て、両資材被覆後に手動灌注器（共立社製 HF-4X）で畦上部から約15cmの深さに30cm間隔で灌注後、粘着テープで穴を塞いだ。

ダゾメット粉粒剤（以下、DZ剤）は全面処理後に十分混和後、畦立てを行い、両資材で被覆した。

両薬剤とも処理後のガス抜きは行わなかった。

サツマイモ苗の挿苗は2003年5月14日に行った。供試品種は‘なると金時’（高系14号の選抜系統）を用いた。

栽植密度は約3,300株/10a（畦幅75cm、株間40cm、1条植え）とした。

1 クロルピクリン剤の透過速度抑制効果とサツマイモ立枯病の防除効果

被覆資材としてPAを供試し、CP剤の処理量はそれぞれ1穴当たり1、2、3mLとした（以下、PA+CP 1mL/穴区、PA+CP 2mL/穴区、PA+CP 3mL/穴区）。また、CP剤を処理せずPA被覆のみの区を設けた（以下、PAのみ区）。対照としてPEを用い、CP剤を3mL/穴処理した区（以下、PE+CP 3mL/穴区）と無処理の区（以下、無処理区）を設けた。

畦表面から大気中へのCP剤透過量の測定はPA+CP 3mL/穴区とPE+CP 3mL/穴区で行った。測定は谷・林¹⁹⁾の方法に準じ、開口部をシリコン栓で密封した吸引鐘を畦表面の薬剤注入点の中間へ設置し、上部からガスタイトシリンジを用いて、内部の空気を5mL採取し、バイアル瓶中のヘキサン20mLに溶解させ、ガスクロマトグラフ（ECD検出器）により測定した。また、畦内土壤中拡散量の測定は各処理区の畦中央部において薬剤注入点の中間点へMU式採気採水管を深さ15cmに差し込み、上部シリコンセプタムからガスタイトシリンジを用いて土壤中の空気を5mL採取し、バイアル瓶中のヘキサン20mLに溶解させ、ガスクロマトグラフ（ECD検出器）により測定した。ガス濃度測定は薬剤注入から1、3、5、8、18、24、48、72、96時間後に行った。

調査は2003年7月15日（挿苗62日後）に地上部の影響（以下、地上部発病程度）を程度別に調査し、次式にて発病度を算出した。

発病度＝ Σ （程度別発病株数×指数）×100／（調査株数×4）
 発病程度別指数（0：無発病、1：立枯病による萎れ、2：葉の黄、紫変、生育抑制、3：著しい生育抑制、4：枯死）。

地下部は2003年9月2日（挿苗111日後）に試験区の両端の株を除いた全株について茎部の発病を程度別に調査し、下記の指数にて発病度を算出した。

発病程度別指数（0：健全、1：小さい病斑が1～2個、2：小さな病斑が多い、直径5mm未満の病斑が1個、3：直径5mm以上の病斑が2個以上、茎の一部枯死、4：茎の枯死）。

また、塊根については50g以上の全塊根を対象とし、発病を程度別に調査し、下記の指数にて発病度を算出した。
 発病程度別指数（0：健全、1：わずかな病斑、発病に起因する浅い裂開、2：小さな病斑が多い、浅い裂開が2本、3：大きな病斑（直径1cm以上）も認める、深い裂開、4：大きな病斑が多い、病斑に起因するくびれ

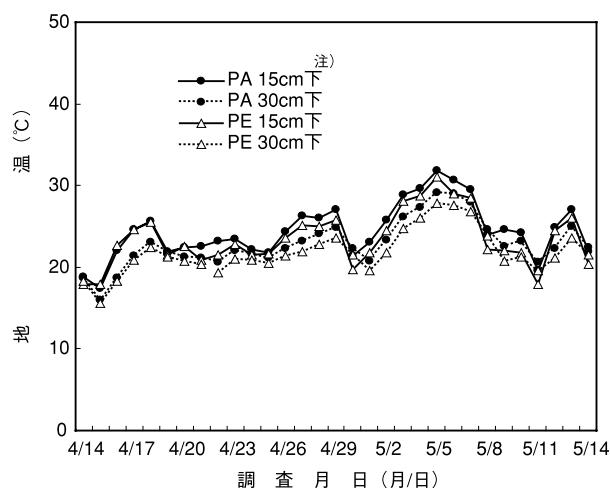
や裂開)。

また各区について総塊根重、健全塊根重及び発病塊根重を調査した。

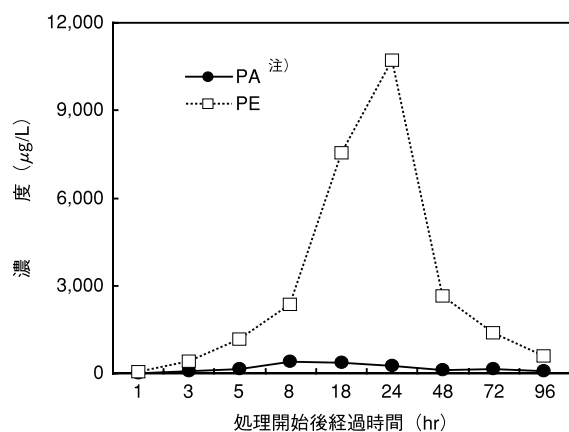
2 ダゾメット粉粒剤処理後のメチルイソチオシアネート畦内濃度の推移とサツマイモ立枯病の防除効果

被覆資材としてPA及びPEを供試した。DZ剤処理前には処理区の土壌に散水し、土壌水分量を約25%に調整した。DZ剤の処理量はそれぞれ20kg/10aと30kg/10aとした(以下、PA+DZ20kg/10a区、PA+DZ30kg/10a区、PE+DZ20kg/10a区、PE+DZ20kg/10a区)。対照として被覆資材にPEを用い、CP剤を3mL/穴処理した区(以下、PE+CP3mL/穴区)と無処理の区(以下、無処理区)を設けた。

DZ剤は土壌中で分解した本剤の有効成分であるメチルイソチオシアネート(以下、MITC)を測定した。畦内土壌中拡散量の測定は各処理区の畦中央部において薬



第1図 被覆フィルムおよび深さ別による畦内地温の推移
注)PA：低透過性フィルム,PE：黒色ポリエチレンフィルム



第2図 被覆フィルム別によるクロルピクリンマルチ畦内消毒におけるクロルピクリン剤の畦表面透過量の推移
注)PA：低透過性フィルム,PE：黒色ポリエチレンフィルム

剤注入点の中間点へMU式採気採水管を深さ15cmに差し込み、上部シリコンセプタムからガスタイトシリンジを用いて土壌中の空気を5mL採取し、バイアル瓶中の酢酸エチル10mLに溶解させ、ガスクロマトグラフ(FTD検出器)により測定した。ガス濃度測定は薬剤注入から1, 3, 5, 8, 18, 24, 48, 72, 96時間後に行った。サツマイモ苗の挿苗日及び調査日、方法については上記1.と同様とした。

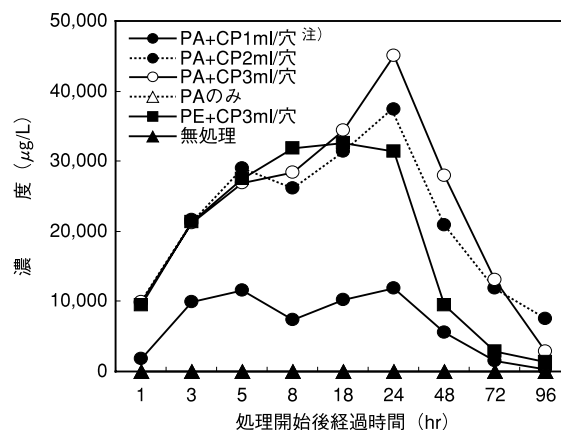
結 果

1 クロルピクリン剤の透過速度抑制効果とサツマイモ立枯病の防除効果

土壌くん蒸期間中の地温はPA区が畦表面下15cmと30cmともPE区より高く推移した(第1図)。

畦表面から大気中へのCP剤透過量は、PA+CP3mL/穴区では処理8時間後に393μg/Lと最も多くなった。一方、PE+CP3mL/穴区では処理24時間後に、10,704μg/Lと最も多くなった。調査時点ごとのPE+CP3mL/穴区に対するPA+CP3mL/穴区の大気中へのCP剤透過量は約1/6から最大で約1/40に抑制され、平均約1/18の抑制効果があった(第2図)。

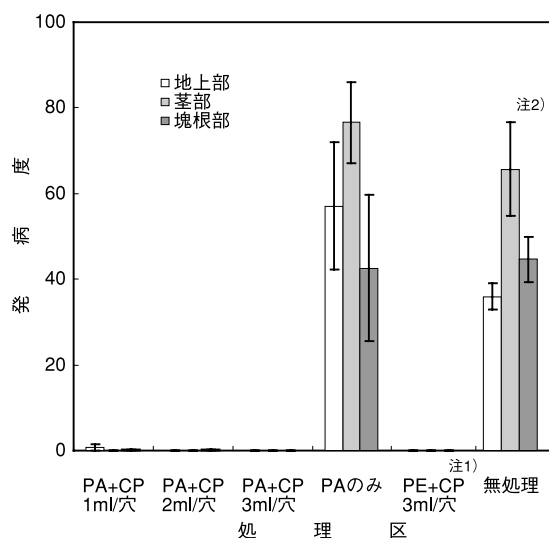
PA+CP2mL/穴区とPA+CP3mL/穴区の畦内濃度は処理18時間後までPE+CP3mL/穴区とほぼ同等であった。畦内濃度が最大となったのはPA+CP2mL/穴区とPA+CP3mL/穴区では処理24時間後にそれぞれ37,330μg/L、54,114μg/L、PE+CP3mL/穴区では処理18時間後に32,518μg/L検出された。一方、PA+CP1mL/穴区の畦内濃度は調査期間を通してPE+CP3mL/穴区よりも低く推移し、処理3～24時間後まではほぼ横ばいで、その後低下した(第3図)。



第3図 被覆フィルム別によるクロルピクリンマルチ畦内消毒におけるクロルピクリン剤の畦内濃度の推移
注)PA：低透過性フィルム,PE：黒色ポリエチレンフィルム
CP：クロルピクリン剤(99.5%液剤)

挿苗62日後の地上部発病度は、CP 剤処理を行った3つのPA 区では処理量に関係なく PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等に高い効果が認められた。しかし、PA のみ区では無処理区よりも発病度が高かった。また、挿苗111日後の茎部発病度および塊根発病度は地上部発病度と同様に CP 剤処理を行った3つのPA 区では処理量に関係なく PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められた。一方、PA のみ区では無処理区よりも茎部、塊根部とも地上部と同様に発病度が高かった (第4図)。

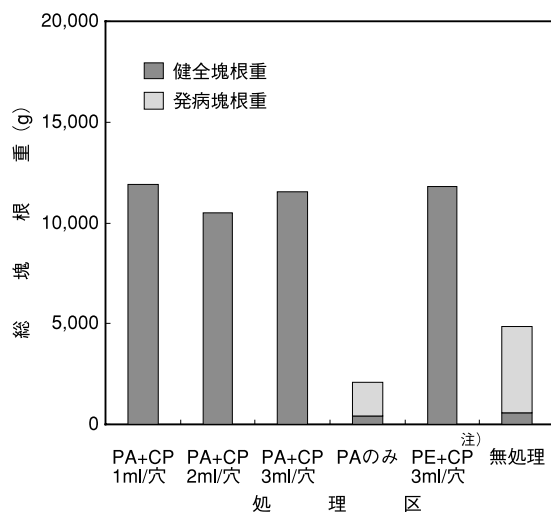
総塊根重は CP 処理を行った3つのPA 区では処理量



第4図 低透過性フィルムとクロルピクリン剤を併用したサツマイモ立枯病に対する防除効果

注1) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
CP: クロルピクリン剤 (99.5%液剤)

注2) バーは標準誤差 (SE)



第5図 低透過性フィルムとクロルピクリン剤を併用したサツマイモ立枯病の防除効果 (総塊根重)

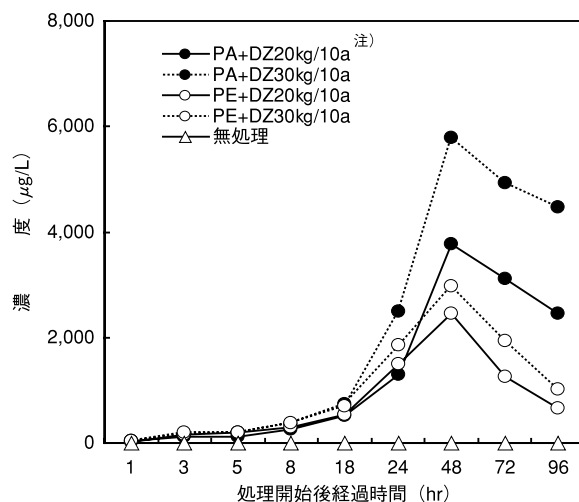
注) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
CP: クロルピクリン剤 (99.5%液剤)

に関係なく、PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等であった (第5図)。

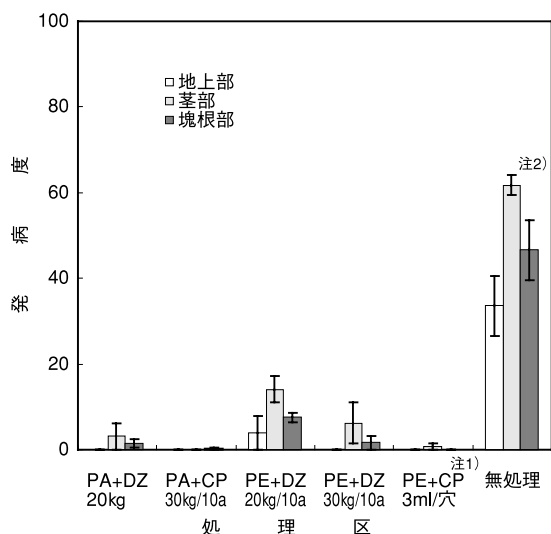
2 ダゾメット粉粒剤処理後のメチルイソチオシアネート畦内濃度の推移とサツマイモ立枯病の防除効果

DZ 剤の MITC 畦内濃度はいずれの処理区も48時間後に最大となった。被覆資材別の濃度は48時間後 PA+DZ 20kg/10a 区で3,777 μ g/L となり PE+DZ20kg/10a 区の約1.5倍、PA+DZ30kg/10a 区で5,787 μ g/L となり PE+DZ30kg/10a 区の約1.9倍であった。その後、各処理区とも MITC 畦内濃度は下がっていったが、処理96時間後には PA+DZ20kg/10a 区の方が PE+DZ20kg/10a 区の約3.7倍、PA+DZ30kg/10a 区が PE+DZ30kg/10a 区の約4.4倍検出された (第6図)。

挿苗62日後の地上部発病度は、PA+DZ20kg/10a 区と PA+DZ30kg/10a 区では DZ 剤の処理量に関係なく PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められた。一方、PE+DZ20kg/10a 区ではサツマイモ立枯病の影響と見られる萎れが認められた。また、挿苗111日後の茎部発病度は PA+DZ20kg/10a 区と PA+DZ30kg/10a 区で DZ 剤の処理量に関係なく PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められたが、PE+DZ20kg/10a 区と PE+DZ30kg/10a 区では PE+CP 3 mL/穴区と比較してやや劣った。塊根発病度では PA+DZ30kg/10a 区で PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められた。また、PA+DZ20kg/10a 区及び PE+DZ30kg/10a 区では、PE+CP 3 mL/穴区よりわずかに塊根への発病が多かった。一方、PE+DZ20kg/10a 区では防除効



第6図 被覆フィルム別によるクロルピクリンマルチ畦内消毒におけるダゾメット粉粒剤の MITC 畦内濃度の推移
注) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
DZ: ダゾメット粉粒剤 (98.0%)



第7図 低透過性フィルムとダゾメット粉粒剤を併用したサツマイモ立枯病に対する防除効果

注1) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
CP: クロルピクリン剤 (99.5%液剤)
注2) バーは標準誤差 (SE)

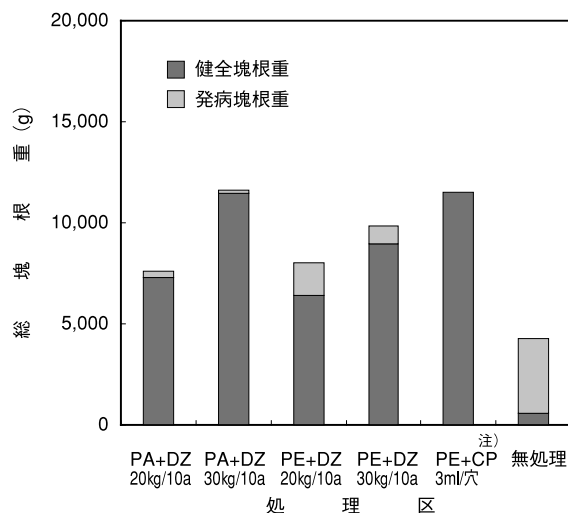
果は認められるものの他の試験区や対照区と比較してやや劣った (第7図)。

総塊根重では被覆資材に関係なく, PA+DZ20kg/10a区と PE+DZ20kg/10a 区がやや低かった。健全塊根重では, PA+DZ30kg/10a 区が PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等であり, 次いで PE+DZ30kg/10a 区であった (第8図)。また, 達観調査ではあるが, DZ 剤を処理した4つの試験区では被覆資材及び処理量に関係なく, 塊根が紡錘形よりもやや長くなる傾向が認められた。

考 察

サツマイモ立枯病は1940年にアメリカで Person and Martin¹⁰⁾により分離, 同定の結果, *Streptomyces ipomoeae* (Person et Martin) Waksman & Henrici が病原菌であることを証明した。それまでは, 病原菌が不明であったため, 日本各地では本病と思われる症状は, 根腐黒斑症⁸⁾, 根腐れ立枯れ及び塊根かいよう症状²¹⁾, かいよう病⁹⁾等と呼ばれていた。その後, 鈴井^{15), 16)}により病原菌が明らかにされ, サツマイモ立枯病と提案された。本県では1991年に貞野¹¹⁾が塊根の黒斑症状部分から本病原菌である放線菌を分離し, 病原性を確認することで, 本病が発生していることを明らかにした。現在, 本県で発生している症状の多くは茎部, 塊根部とも病斑が認められることから, 本菌による立枯病が主な原因であると判断されている。

徳島県では福西^{4), 5)}が本病の病原菌が特定される以前



第8図 低透過性フィルムとダゾメット粉粒剤を併用したサツマイモ立枯病の防除効果 (総塊根重)

注) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
DZ: ダゾメット粉粒剤 (98.0%)

から本症状に対してクロルピクリン剤 (以下, CP 剤) でのくん蒸処理が最も有効であることを見だし, 畦立て, CP 剤注入及び被覆作業を同時に行うマルチ畦内消毒法を確立した。一方では, CP 剤の微生物に対する影響についてはいくつかの報告^{1), 2), 3)}があり, 特に硝化菌, 放線菌, 糸状菌に対して強い抑制効果を示すことが報告されている。このため, 本消毒法が安定的な効果を発現した背景には, CP 剤が本病の病原菌である放線菌に対し, 高い抑制効果を示し, 処理後も放線菌の回復が著しく遅れるためであると推察される。

本消毒法は CP 剤処理と同時にポリエチレンフィルム (以下, PE) での被覆を行うため, ガス化した CP 剤の放出が少ない技術である。しかし, 近年は本消毒法が一時に集中的に行われたり, 4月以降の地温が上昇する時期に行われることがあるため, CP 剤の刺激臭等による周辺への悪影響が懸念され, 住宅地近辺での防除体系の見直しが必要となった。そのため, 谷・林¹⁹⁾は生産現場で慣行的に使用されている厚さ20 μ m の PE を30 μ m にすることにより, CP 剤注入150分後までは透過量を50~60%に抑制できると報告した。しかし, 処理後の被覆資材表面からの CP 剤総透過量については不明であること, CP 剤の被覆資材透過性は温度に強く影響されることから, ガス化した CP 剤の畦表面透過を被覆資材の厚さを変更するだけで抑制することは困難であると考えられる。一方, 処理後の CP 剤は畦間からはほとんど検出されない²⁰⁾ことから, 畦表面からの透過を効率よく抑制する被覆資材が必要であると考えられた。

そこで, 臭化メチル剤の大気中への放出を制限するた

めに開発された低透過性フィルム（以下、PA）に着目し、本県砂地畑におけるCP剤のガス透過抑制効果とサツマイモ立枯病に対する防除効果を検討した。

その結果、畦表面からのCP剤透過量の平均値は、PA被覆時でPE被覆時の約1/18量であり、計測時最大約1/40量まで抑制された。このことは田中ら^{17),18)}の臭化メチル剤を用いた同様の試験結果と一致した。一方、島本ら¹²⁾はフィルム内最高温度が68.0℃に達する高温条件下ではPA被覆時の臭化メチルガス透過量はPE被覆時の約1/10量になる場合があると指摘しているが、今回の試験では畦表面から15cm下の温度はPA区で最高41.6℃であったため、PAのガス透過抑制条件としては適当地温であったと推察される。このことより、PA被覆はCP剤の畦表面透過量を抑制する技術として極めて有効であると考えられた。

また、畦内のCP剤濃度は、PA+CP 2 mL/穴区とPA+CP 3 mL/穴区で、処理24時間後に最大量を検出したが、PE+CP 3 mL/穴区では処理8時間後から畦内濃度の上昇がほぼ横ばいになっていた。今回の試験ではCP剤の畦表面からのガス透過量はPE+CP 3 mL/穴区で処理24時間後、PA+CP 2 mL/穴区とPA+CP 3 mL/穴区で処理8時間後が最大になることから、砂地畑圃場でPE被覆の場合、処理8時間後以降にガス化したCP剤は畦内でガス濃度が飽和状態になり、フィルム表面を透過、放出されていくものと推察された。一方、PA被覆の場合は、処理8時間後以降でも畦表面からガス化したCP剤がほとんど放出されず、畦内に残存し続け、処理24時間後に最大量になるものと推察された。また、PA+CP 1 mL/穴区ではCP剤の畦内濃度が処理3時間後以降ほぼ横ばいで、最大でも他区より約1/3程度の濃度で推移し、処理48時間後以降、他区と同様に減少した。

PA被覆による本病に対する防除効果はCP剤の処理量に関係なく、対照としたPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果を示した。砂地畑での本病に対する防除効果はPEで被覆した場合、CP剤の1 mL/穴処理ではCP剤の2 mL/穴や3 mL/穴処理よりも効果が劣るとの報告⁶⁾があるが、PAで被覆することにより、CP剤の1 mL/穴処理でも畦表面から透過するCP剤の量が少なく、本病防除に十分な濃度で畦内に拡散し、防除効果を向上させることができるものと推察された。このことは砂地畑でのメロンに対するネコブセンチュウの防除にPAを用いた場合、クロルピクリンテープ剤の薬量を1/3程度に削減できるということ¹³⁾と、ショウガの根茎腐敗病に対する臭化メチル剤では2/3程度まで防除効果が認められる¹²⁾こと等が報告されている。

したがって、PA被覆であれば、ガス化したCP剤が畦表面から透過しにくく、畦内に残存しやすくなるため、本病防除に必要な薬量を慣行の1/3量(通常3 mL/穴)まで削減できると考えられた。

さらに、ダズメット粉粒剤（以下、DZ剤）は、刺激臭等の問題はないものの、PE被覆では効果が不十分であるため、PAを用いることによる本病防除効果の向上を検討した。その結果、ガス化したDZ剤の有効成分であるメチルイソチオシアネート（以下、MITC）の畦内濃度の推移はDZ剤の処理量や被覆資材の種類に関係なく処理48時間後に畦内濃度が最大となったが、畦内濃度はPA被覆の方が高かった。また、畦内のガス濃度の減少量もPA被覆の方が緩慢であった。今回の試験ではDZ剤の畦表面からのガス透過量は計測しなかったが、CP剤の場合と同様、PAでは畦表面からほとんど透過せず、畦内に残存し、後からガス化したDZ剤が畦内濃度を高めるものと推察された。DZ剤の防除効果はPE+DZ20kg/10a区が対照としたPE+CP 3 mL/穴区よりもやや劣る効果であった。その他の区では対照とほぼ同等の高い防除効果が認められたが、発病茎率でPE+DZ30 kg/10a区がやや劣っていた。砂地畑のサツマイモ立枯病に対するDZ剤の防除効果はCP剤処理に比べて低いとの報告⁷⁾があるが、PAで被覆すると対照としたPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の防除効果が認められた。篠崎ら¹⁴⁾はイチゴ萎黄病を対象にPAを用いることにより、DZ剤の防除効果が向上すると指摘しており、本病についてもDZ剤の防除効果はPAと併用することにより向上すると考えられた。

以上の結果から今回使用したPAを被覆資材として用いることによりガス化したCP剤の畦表面からの透過速度を著しく抑制し、薬量を慣行の1/3量まで下げることが可能であること、また、砂地畑におけるDZ剤の本病防除効果を向上させることが可能であると考えられた。しかし、PAの厚さは40μmであるため、生産現場で慣行として用いられているPEの20μmより厚く、重いこと、半透明であるため、雑草が畦表面に生えること、PEより破損し易いこと、高価であること等の欠点がある。一方、これらの欠点を補うような新素材フィルムの開発も進められているため、今後、PAと同等の有望な資材の開発が望まれる。

摘 要

マルチ畦内消毒時の被覆資材として、低透過性フィルムを用いてガス化したクロルピクリン剤の放出抑制効果

とサツマイモ立枯病に対する防除効果及びダズメット粉粒剤の同病に対する防除効果の向上を検討した。

1. 地温の推移はPA区の方がPE区よりも高く推移した。
2. 畦表面から大気中へのガス化したCP剤の放出量は、PA利用でPEの約1/6から最大で約1/40の抑制量であった。
3. サツマイモ立枯病に対する防除効果はPA区ではCP剤の処理量に関係なく対照としたPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果を示し、収量も対照とほぼ同等であった。
4. DZ剤のMITC畦内濃度は処理量に関係なく、処理48時間以降、PA区がPE区よりも高く推移した。
5. サツマイモ立枯病に対する防除効果はPA+DZ30kg/10a区で対照のPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められた。収量では、PA+DZ30kg/10a区が対照とほぼ同等であり、次いでPE+DZ30kg/10a区であった。

引用文献

- 1) 浅野峰男・加藤俊博・木下忠孝・有沢道雄(1983)：土壌消毒後の土壌養分の動態に関する研究(第2報)消毒暦が土壌微生物相の変化及び果菜類の生育・収量に及ぼす影響。愛知農総試研報, 15: 216~222.
- 2) E. H. Ridge (1976) : Studies on soil fumigation-II Effects on bacteria, Soil Biology and Biochemistry. 8, 249~253
- 3) E. H. Ridge (1976) : Studies on soil fumigation-III Effects on fungi, Soil Biology and Biochemistry. 8, 261~266.
- 4) 福西 務(1976)：四国地方で多発しはじめた早掘りサツマイモの潰瘍病と防除。今月の農業, 20(8)：76~79.
- 5) 福西 務(1977)：土壌くん蒸剤のマルチ畦内消毒による土壌病害防除Ⅰクロル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。徳島農試研報, 15: 33~42.
- 6) 金磯泰雄(1998)：各種資材のサツマイモ立枯病に対する発生抑制効果とこれら資材の併用によるクロルピクリン剤施用量の低減化。徳島農試研報, 34: 14~22.
- 7) 金磯泰雄(1999)：サツマイモ立枯病に対する各種薬剤の防除効果とダズメット粉粒剤の実用性。徳島農試研報, 35: 26~33.
- 8) 牧野孝宏・中村秀雄・森田 傳(1978)：サツマイモ根腐黒斑症状(仮称)の防除。関東病虫研報, 25: 54~55.
- 9) 小川 奎(1984)：サツマイモの土壌病害と塊根異常症。農業および園芸, 59: 67~72.
- 10) Person, L.H. and Martin W.J. (1940) : Soil rot of sweet potatoes in Louisiana. Phytopathology. 30, 913~926.
- 11) 貞野光弘・広田恵介・河本征臣・土屋建一・鈴木孝仁(1991)：徳島県の砂地畑における *Streptomyces ipomoeae* によるサツマイモ立枯病の発生。日植病報, 57: 433~434 (講要).
- 12) 島本文子・市原 勝・奴田原誠克・竹内繁治(2000)：土壌くん蒸時における臭化メチル放出量調査と低透過性フィルムによる放出抑制。高知県農技センター研報, 9: 25~35.
- 13) 清水恵美・増田大祐・西村康平・橋本 尚(2006)：砂丘地における土壌消毒後のガス難透過性フィルムの利用がメロンのネコブセンチュウの発生抑制に及ぼす影響。石川農総研センター研報, 27: 25~31.
- 14) 篠崎 毅・松崎幸弘・安永忠道(2003)：臭化メチル代替技術によるイチゴ萎黄病の防除。愛媛農試研報, 37: 27~34.
- 15) 鈴木孝仁・宮下清貴・工藤和一・鬼木正臣(1986)： *Streptomyces ipomoeae* によるサツマイモ立枯病(新称)。日植病報, 52: 505 (講要).
- 16) 鈴木孝仁(1987)：サツマイモ立枯病とその病原菌。植物防疫, 41: 307~311.
- 17) 田中 茂・関 幸雄・中村幸二・小松 仁(1996)：プラスチックシートを用いた臭化メチルの透過試験(第2報)圃場試験。日本農薬学会誌, 131 (講要).
- 18) 田中 茂・鈴木清志・山本 純・倉辻孝俊・宮内博幸・今宮俊一郎・関 幸雄(2000)：オルガロイフィルムによる土壌くん蒸剤(クロロピクリン, MITC, 1, 3-D)の透過性能。日本農薬学会誌, 25: 82 (講要).
- 19) 谷 博・林 捷夫(1996)：砂地畑におけるクロルピクリンの拡散(第1報)フィルムの厚さ、種類等処理条件がクロルピクリンの透過性に及ぼす影響。徳島農試研報, 32: 54~58.
- 20) 谷 博・林 捷夫(1996)：砂地畑におけるクロルピクリンの拡散(第2報)マルチ畦内消毒における畦表面および畦間からの拡散と土壌中拡散。徳島農試研報, 32: 59~63.
- 21) 千葉恒夫・下長根鴻・祝迫視志・松田 明(1982)：サツマイモ根腐立枯れ及び塊根かいよう症状のクロルピクリン剤による効率的土壌消毒法。関東病虫研報, 29: 46~48.