

特集：展着剤の活用の実態と今後の課題

野菜の病害防除における展着剤活用

神奈川農業技術センター ^{おりほら}折原 ^{のりこ}紀子・^{うえくさ}植草 ^{ひでとし}秀敏

はじめに

神奈川県三浦半島は、夏期にカボチャ、メロン、スイカおよびトウガンなどウリ科野菜の作付けが多い地域であるが、特にトンネル栽培の露地メロンで1994年ごろからうどんこ病が多発し、年々防除回数が増加した。そこで、殺菌剤の効果を安定・持続させることを目的として、殺菌剤に加用する展着剤の效果に注目して検討を行った。

かつて展着剤は低濃度で使用され、いずれの剤もその加用効果に大きな違いがないように生産現場では考えられていた。しかし試験開始当時には、高濃度で加用し、特徴のある機能をもつ展着剤の登録が進んでいたため、これらの中から有効な加用効果をもつ展着剤を検索し、それらを加用した殺菌剤の效果の持続性について検討した（一部データが古いものになっていることをお許しいただきたい）。その後、数年が経過してさらに特色ある展着剤の登録が進んだことから、あらためて各種展着剤の拡張性や耐雨性について検討したのでその結果を示す。

I ウリ類うどんこ病防除に対する各種展着剤の加用効果

1 キュウリうどんこ病防除に対する展着剤の加用効果（ポット試験）

各種展着剤の中から、有効成分の類別に従って（川島, 2008）、エーテル系非イオン性界面活性剤を含むネオオステリン、エステル系非イオン性界面活性剤のスカッシュおよびバンガードKS-20（現在は登録失効）、陰イオン性界面活性剤+非イオン性界面活性剤のグラミン、陽イオン性界面活性剤のニーズおよびパラフィン系固着剤のステッセルの6種類を供試し、本葉2葉期のキュウリ苗を用いて、キュウリうどんこ病防除に対する展着剤の加用効果を検討した。展着剤を加用するうどんこ病防除薬剤として、炭酸水素カリウム80%水溶剤、トリフルミゾール30%水和剤、イミノクタジナルベシル酸塩

40%水和剤およびポリオキシン複合体10%水和剤を用いた。炭酸水素カリウム剤のみ常用濃度である800倍に供試展着剤を加用し、そのほかの薬剤は展着剤の効果を強調させる目的で常用濃度の10分の1の濃度に調製し、これに供試展着剤を加用して散布した。第1本葉について薬剤散布9日後および13日後に調査を行い、発病度を算出した。その結果を表-1に示す。

いずれの殺菌剤に加用した場合においても、展着剤無加用区に比較すると、ニーズの加用効果が高かった。このほか、炭酸水素カリウム80%水溶剤に加用した場合はグラミンで、イミノクタジナルベシル酸塩40%水和剤ではスカッシュ、ステッセルで、ポリオキシン複合体10%水和剤ではスカッシュに加用の効果が見られた。うどんこ病防除薬剤に加用して防除効果を増強することのできる展着剤として有効なものがいくつかあり、また、農業と展着剤の組み合わせによっては展着剤加用の効果が若干異なることがあったと考えられた。

ニーズの加用効果が高かった理由として、本剤が陽イオン性界面活性剤を有効成分として含有し、マイナスに帯電している植物や菌類の体表面に農業を電氣的に吸着できるという特性を有することが考えられる（横田ら, 1993）。また、川島（1993）は、ニーズの加用により、DMI剤の病原菌発芽胞子への農業の取り込み量が約3倍に促進することをアイソトープを使用した実験で明らかにしており、このことが高い加用効果の一因と考えられる。さらにニーズやスカッシュの加用効果が高かった理由として、これらの展着剤は1,000倍という高濃度での加用であり、それぞれが単用でもうどんこ病に対して効果が認められたことも一因として考えられる。

次にアプローチBI（エステル系非イオン性界面活性剤）、アビオンE（パラフィン系）および近年登録されたまくびか（シリコン系）を供試し、展着剤単独でのキュウリうどんこ病に対する影響を調べた（表-2）。本葉3葉期のポット試験で、第2葉に対して散布し、14日後、病斑数を計数した。やはり高濃度で加用する数種の展着剤においては、単用でうどんこ病の発病を抑える効果が見られた。今後、これら展着剤と農業の組み合わせについても検討していく必要がある。

Application of Several Spreaders for Control of Vegetable Diseases. By Noriko ORIHARA and Hidetoshi UEKUSA

（キーワード：展着剤，ウリ類うどんこ病，散布間隔の延長，拡張性，耐雨性）

表-1 キュウリうどんこ病に対するうどんこ病防除薬剤への各種展着剤の加用効果 (折原ら, 1999)

薬剤および希釈倍率	展着剤	散布 9 日後	散布 13 日後
		発病度	発病度
炭酸水素カリウム 80%水溶液× 800	無加用	37.5 c ^{a)}	60.0 b
	ニーズ	5.0 a	32.5 a
	スカッシュ	32.5 bc	65.0 b
	ステッケル	40.0 c	65.0 b
	バンガード KS-20 ^{b)}	25.0 bc	55.0 b
	グラミン	20.0 b	40.0 a
	ネオエステリン	27.5 bc	62.5 b
トリフルミゾール 30%水和剤× 50,000	無加用	25.0 b	37.5 b
	ニーズ	5.0 a	12.5 a
	スカッシュ	12.5 ab	42.5 b
	ステッケル	15.0 ab	40.0 b
	バンガード KS-20 ^{b)}	17.5 b	32.5 b
	グラミン	20.0 b	37.5 b
	ネオエステリン	20.0 b	37.5 b
イミノクタジンアルベシル酸塩 40%水和剤× 10,000	無加用	37.5 cd	45.0 b
	ニーズ	7.5 a	25.0 a
	スカッシュ	10.0 ab	25.6 a
	ステッケル	17.5 ab	40.0 b
	バンガード KS-20 ^{b)}	22.5 bc	37.5 b
	グラミン	40.0 d	52.5 b
	ネオエステリン	42.5 d	50.0 b
ポリオキシシン複合体 10%水和剤× 10,000	無加用	47.5 bc	85.0 c
	ニーズ	10.0 a	20.0 a
	スカッシュ	40.0 b	62.5 b
	ステッケル	60.0 c	82.5 c
	バンガード KS-20 ^{b)}	45.0 bc	77.5 bc
	グラミン	42.5 bc	80.0 bc
	ネオエステリン	52.5 bc	85.0 c
—	無加用	60.0 c	95.0 c
	ニーズ	20.0 a	45.0 a
	スカッシュ	32.5 b	60.0 b
	ステッケル	67.5 c	92.5 c
	バンガード KS-20 ^{b)}	65.0 c	92.5 c
	グラミン	65.0 c	90.0 c
	ネオエステリン	65.0 c	92.5 c

ニーズ, スカッシュは 1,000 倍, ステッケル, バンガード KS-20 は 500 倍, グラミン, ネオエステリンは 10,000 倍. ^{a)} 同一薬剤処理で, 同一英小文字間には, *t* 検定により 5%水準で有意差がないことを示す.

^{b)} バンガード KS-20 は 2008 年 8 月登録失効.

2 メロンうどんこ病に対する展着剤加用による散布間隔延長効果

次に, 表-1 で得られた結果をもとに, 露地トンネル栽培のメロンにおいて, 展着剤加用による散布間隔の延長効果について検討した (図-1). 苗床からうどんこ病を発病させ, 甚発生条件下において試験を行った. 慣行のネオエステリン加用のトリフルミゾール水和剤 5,000 倍 7 日間隔 3 回散布を対照として, 展着剤としてニー

ズ, スカッシュを加用し, 散布間隔を 2 倍に延長した 14 日間隔で 2 回散布し, その防除効果を比較した. その結果, ニーズ加用 14 日間隔 2 回散布は, 慣行のネオエステリン加用 1 週間隔 3 回散布にやや優る防除効果を示した. このことから, 展着剤の選択による散布回数の低減化が可能であると考えられた. 同じくウリ類うどんこ病において, ニーズの加用による散布間隔の延長効果に関して, 佐賀県農業試験場では TPN 剤に加用した

場合の散布回数の低減化について、また鹿児島県農業試験場においてトリアジメホン剤に加用した場合について検討しており、それぞれ散布間隔を1週間から2週間に延長できることが示されている(川島, 2008)。以上のようにニーズの加用によって農薬散布間隔の延長が可能になり、散布回数が低減できることが複数の殺菌剤で確認された。

II 拡張性や付着性に対する展着剤加用の影響

散布液の表面張力を下げ、拡張性や付着性を改善することが、展着剤に求められる基本的な性質であると考えられる。近年新たな展着剤の登録が進んだので、あらためて拡張性や付着性に対する影響を検討した。

TPN 水和剤 1,000 倍液にネオエステリン、グラミン、スカッシュ、ニーズ、アプローチ BI、アピオン E およびまくびかをそれぞれ加用し、ガラス製噴霧器を用いてネギ葉に対して 30 cm の距離から一定量散布を行い、葉面における散布液の付着を観察した。その結果を口絵

に示す。葉面上の散布液の状況をわかりやすくするため、写真は薬液に食紅を添加して撮影した。

薬液が付着しにくい作物であるネギでは展着剤を加用しない場合は散布液が葉面上で球状の水滴になるが、シリコン系展着剤のまくびかの加用では葉面上で散布液が水滴ならず、葉は一面に濡れたように見える。このことから、まくびかが薬液に対して高い拡張性を付与していることがわかる。また、界面活性剤を有効成分とするスカッシュ、ニーズおよびアプローチ BI などの 1,000 倍の高濃度で加用する展着剤では、展着剤を加用しない場合と比較して、散布液が水滴にならず葉面上になじんでいる状況が観察された。特にネギの葉面上に散布された薬液は、まくびかやスカッシュを加用した場合は乾燥が早く、展着剤無加用の散布液が乾燥まで3時間以上かかったのに対して、15分程度で乾燥した。

各処理区5葉を供試し、薬液散布面を長さ10cm切除し、TPN 付着量をイムノアッセイ(スマートアッセイシリーズ・クロロタロニル測定キット、堀場製作所製)により測定した。結果を表-3に示す。ニーズ、アプローチ BI およびアピオン E を加用した場合、無加用区と比較して、散布面の単位面積当たりの残留農薬量は多くなったが、まくびかの加用では、散布面の単位面積当たりの残留農薬量がやや少なめになる傾向が認められた。これはまくびかの加用により、薬液に高い拡張性が付与され、散布面の採取箇所に限らず薬液が薄く拡張したためと考えられる。実際に散布を行っている時、瞬時に薬液が葉面上に広がっていく様子が観察される。キュウリにおいてまくびかを加用するとネギと同様に高い拡張性が認められたが、薬液が付着しやすい作物のためか、そのほかの展着剤では肉眼観察上大きな違いは認められなかった。

三谷ら(2006)は、圃場試験で炭酸水素カリウム水溶液にまくびかを添加して散布した場合、散布水量を1/2

表-2 展着剤単独でのキュウリうどんこ病に対する影響

展着剤	病斑数
ネオエステリン (× 5,000)	17.2 cd ^{a)}
グラミン (× 10,000)	21.4 d
スカッシュ (× 1,000)	9.1 bc
ニーズ (× 1,000)	2.1 a
アプローチ BI (× 1,000)	6.7 b
アピオン E (× 500)	30.4 d
まくびか (× 3,000)	13.1 c
無散布	12.0 c

ポット試験、散布14日後調査。^{a)} 同一英小文字間には、t検定により5%水準で有意差がないことを示す。

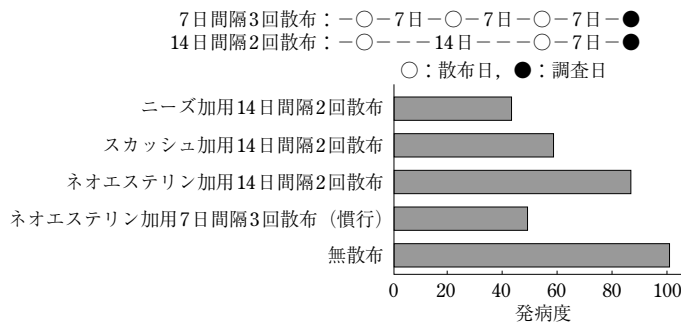


図-1 メロンうどんこ病に対する展着剤加用による散布間隔延長効果 (トリフルミゾール水和剤 5,000 倍)

表-3 農薬付着量に対する展着剤加用の影響 (ネギ)

加用展着剤	散布面における TPN 残留量 (ppm)
ネオエステリン	39.9
グラミン	48.9
スカッシュ	43.8
ニーズ	72.0
アプローチ BI	64.9
アビオン E	68.1
まくびか	29.7
無加用	41.2

TPN 水和剤 1,000 倍にネオエステリン (× 5,000), グラミン・まくびか (× 3,000), スカッシュ・ニーズ・アプローチ BI (× 1,000), アビオン E (× 500) を加用。薬剤散布後, 散布面 (長さ 10 cm) を切除し, イムノアッセイで TPN 量を測定。各処理 5 葉供試。

～ 3/4 に減らしてもキュウリうどんこ病に対して高い防除効果を示し, 投下薬量が削減できることを報告している。まくびかの高い拡張性は, 散布ムラの防止に非常に有効であると考えられる。このことは近年のポジティブリスト制度下において, ドリフトレス噴口による粒径の大きな噴霧での薬剤散布において効果を発揮するのではないかと考えられる。特に保護殺菌剤の散布において, 作物体表面をムラなく覆うことが要求される防除場面においては有効と推測される。

III 耐雨性に対する展着剤加用の影響

展着剤に期待される拡張性や付着性以外の効果として, 薬液に対する耐雨性の付与があげられる。そこで展着剤加用による耐雨性付与について検討を加えるため, 農薬散布液が付着しにくい作物としてネギを, 比較的付着しやすい作物としてキュウリを供試し, 各種展着剤を加用した TPN 水和剤 1,000 倍液を散布した後, 人工降雨処理を行って降雨前後の農薬量を測定し, 展着剤加用による耐雨性への影響を検討した。

ネギでは TPN 水和剤 1,000 倍液にネオエステリン, グラミン, スカッシュ, ニーズ, アプローチ BI, アビオン E およびまくびかをそれぞれ加用し, ガラス製噴霧器を用いてネギ葉に対して 30 cm の距離から一定量散布を行い, 1 日風乾後, 人工降雨装置で 130 mm (粒径 110 ~ 130 μm) の降雨処理を 1 時間行い, その後自然乾燥した。各処理区 5 葉供試した。人工降雨前後に各散布葉の薬液散布面を長さ 10 cm 切除し, TPN 残留量をイムノアッセイにより測定した。キュウリでは, 3 葉期の苗を摘芯し, 第 2 葉に対して TPN 水和剤 1,000 倍液にネギと同様に各種展着剤をそれぞれ加用して, ハン

表-4 降雨前後での農薬の減衰に対する展着剤加用の影響

加用展着剤	降雨後の TPN 残留量	
	ネギ	キュウリ
ネオエステリン	75.7 ^{a)}	79.6
グラミン	79.8	78.3
スカッシュ	87.4	56.6
ニーズ	64.0	50.2
アプローチ BI	54.4	31.4
アビオン E	59.4	32.4
まくびか	80.1	52.6
無加用	85.5	83.4

^{a)} 人工降雨前の残留農薬量を 100 とした場合の割合で表示。TPN 水和剤 1,000 倍にネオエステリン (× 5,000), グラミン (ネギ× 3,000, キュウリ× 10,000), まくびか (× 3,000), スカッシュ・ニーズ・アプローチ BI (× 1,000), アビオン E (× 500) を加用。各処理 5 葉供試。

ドスプレーを用いて 20 cm の距離から一定量散布を行い, 1 日後にネギと同様の降雨処理を行った。人工降雨前後に散布葉を 20 枚採取し, TPN 残留量を測定した。

ネギの場合, 降雨前後での TPN 残留量の減衰を見ると, 展着剤無加用区でも降雨処理後の農薬残留量は降雨前の 8 割程度維持されて, ネオエステリンやグラミンなど一般展着剤とスカッシュおよびまくびかを加用した場合は, 展着剤無加用とほぼ同程度の減衰にとどまった。一方, 展着剤によっては, 降雨処理後の残留農薬量の減衰が大きくなる場合があった。有効成分がパラフィンであるアビオン E は, 予想に反して人工降雨の前後で残留農薬量の減衰が大きかった。キュウリの場合, やはり展着剤無加用区では, 降雨処理後の減衰は 2 割程度であった。ネオエステリンやグラミンなど, 加用したときの降雨処理後の減衰が展着剤無加用とほぼ同程度のものもあったが, 展着剤の加用によって減衰が大きくなる場合が認められた (表-4)。

TPN 水和剤の場合, 展着剤を加用しなくとも既にある程度の耐雨性が備わっており, 本試験では降雨処理後の農薬の付着量は展着剤を加用することでむしろ減衰する傾向にあった。展着剤により減衰量は異なっており, 同じ展着剤でもネギとキュウリで減衰量に違いが認められる場合もあった。耐雨性を期待して展着剤を加用することは想定されるが, 今回の試験条件では展着剤加用の有効性は見いだせなかった。今後は農薬の種類, 降雨の条件, 圃場における試験等, さらに詳細な検討を行っていく必要があると考えられた。

おわりに

展着剤の中には、単独でウリ類うどんこ病に効果を有するものがあることを示したが、これは微生物に対して展着剤が影響を与えることを示していると考えられ、生物防除剤に展着剤を加用する場合は特段の注意を要すると思われる。例えばバイオトラスト水和剤は、化学合成殺菌剤との散布間隔日数とあわせて数種の展着剤との混用可否について情報が提供されている。生物防除剤の効果安定のためにも、展着剤の加用についてメーカーから具体的な情報が提供されることが望ましいと考えられる。

かつて展着剤に期待される主要な効果は、濡れにくい作物に対する薬液の均一な付着であったが、近年、薬効の持続や耐雨性の向上、さらに今後は、散布回数や散布水量の低減などによる農薬の環境負荷低減が期待される。また、ポジティブリスト制度下においてはドリフト対策の粒径の大きな噴霧液の散布ムラ対策などもあげられる。

展着剤の場合、その加用効果に関する情報や試験結果が、殺菌剤、殺虫剤とは比較にならないほど少ないのが現状である。果樹類などに比較すると、野菜には多種多様な作目があり、それぞれの作目に露地栽培、施設栽培および複数の作型があり、薬剤散布に要求されることも多岐にわたるため、情報の蓄積が進みにくい面があると考えられる。

散布技術の改善に展着剤利用の有効性が寄与し、また様々な目的に合わせた合理的な使用がなされるために、メーカー、試験研究機関で知見を積み重ね、情報を公開・共有していき、展着剤の機能や性質の理解が進んでいくことが必要である。

引用文献

- 1) 川島和夫 (1993): 農及園 68: 587 ~ 592.
- 2) 川島和夫 (2008): 今月の農業 52(11): 38 ~ 45.
- 3) 三谷 滋ら (2006): 日植病報 72: 259.
- 4) 折原紀子ら (1999): 関東病虫研報 46: 43 ~ 45.
- 5) 横田 清ら (1993): 岩手大農報 21: 221 ~ 230.

(新しく登録された農薬 23 ページからの続き)

「殺菌剤」

●マンゼブ水和剤

22344: グリーンダイセン M 水和剤 (ダウケミカル)
09/02/18

マンゼブ: 80.0%

ばれいしょ: 疫病, 夏疫病, : 収穫 7 日前まで

てんさい: 褐斑病: 収穫 45 日前まで

たまねぎ: べと病, さび病, 黒斑病, 灰色かび病, 白色疫病: 収穫 3 日前まで

アスパラガス (露地栽培): 茎枯病, 斑点病: 収穫終了後
但し, 秋期まで

あずき: 茎疫病, さび病: 収穫 30 日前まで

だいず: べと病: 収穫 45 日前まで

すいか: 炭疽病, べと病, つる枯病, 疫病, 褐斑細菌病: 収穫 7 日前まで

メロン: 炭疽病, べと病, つる枯病, 疫病, 斑点細菌病: 収穫 7 日前まで

かぼちゃ: 炭疽病, べと病, つる枯病, 疫病: 収穫 30 日前まで

キャベツ: べと病: 収穫 30 日前まで

はくさい: べと病, 白斑病, 黒斑病: 収穫 30 日前まで

ねぎ: べと病, さび病, 黒斑病: 収穫 30 日前まで

きゅうり: 炭疽病, 褐斑病, 疫病, 黒星病, つる枯病, べと病: 収穫前日まで

22345: ジマンダイセン水和剤 (ダウケミカル) 09/02/18

マンゼブ: 80.0%

小粒種ぶどう (露地栽培): 晩腐病, 褐斑病, さび病, べと病, 黒とう病: 収穫 60 日前まで

大粒種ぶどう (露地栽培): 晩腐病, 褐斑病, さび病, べと病, 黒とう病: 収穫 60 日前まで

ぶどう (施設栽培): 褐斑病, さび病, べと病, 黒とう病: 開花前まで

りんご: 斑点落葉病, 赤星病, 黒星病, 黒点病, モニリア病, すず点病, すず斑病, 輪紋病, 褐斑病, 炭疽病: 収穫 60 日前まで

なし: 赤星病, 黒星病, 黒斑病, 輪紋病: 収穫 45 日前まで

かき: 炭疽病, 落葉病, 黒星病, 黒点病: 収穫 45 日前まで

みかん: 黒点病, 黄斑病, 小黒点病, ミカンサビダニ, そうか病, 褐色腐敗病, そばかす病, 赤衣病, チャノキイロアザミウマ, 炭疽病 (さび果): 収穫 30 日前まで

みかん: 黒点病: 収穫 30 日前まで (無人ヘリコプターによる散布)

かんきつ (みかんを除く): 黒点病, 黄斑病, 小黒点病, ミカンサビダニ, 褐色腐敗病, そばかす病, 赤衣病, チャノキイロアザミウマ, 炭疽病 (さび果), 汚れ果症, 幹腐病: 収穫 90 日前まで

かんきつ (みかんを除く): 黒点病: 収穫 90 日前まで (無人ヘリコプターによる散布)

びわ: たてばや病: 落弁期まで

マンゴー: 炭疽病: 収穫 45 日前まで

あけび (果実): そうか病: 収穫 60 日前まで

まくわうり: 炭疽病, べと病, つる枯病, 疫病: 収穫 7 日前まで

(32 ページに続く)