

《短 報》

農薬の混用散布によるトマト、ナスへの農薬残留に及ぼす影響

内藤健二*・佐藤賢一**

Influence of Pesticides Mixing on Pesticide Residues
in Tomatoes and Eggplants

Kenji NAITO , Kenichi SATO

散布労力の軽減や数種類の病害虫に対する効率的な防除等の目的から、生産現場では農薬の混用散布がしばしば実施されている。混用することにより、農薬の組み合わせによっては効果の低下や薬害等の発生が懸念される。このため、農薬混用について、効果や薬害の面から、農業団体や農薬メーカーによって「農薬混用事例集」が作られており、現地混用散布の参考とされている。しかし、農薬の混用散布による作物残留についての知見は少ない。本県では、2007年からネギ、ナスについて農薬混用による作物残留に関する研究を実施し、混用による残留値の変動が確認されたが、他の作物の知見はほとんどない。

そこで、本試験では、本県の主要な野菜であるトマト、ナスを対象として、農薬混用散布による作物残留について調査し、農薬混用によるこれら作物への残留の知見を収集するとともに、残留の規則性について検

討した。なお、本試験は、農業団体あるいは農薬メーカーが作成した「農薬混用事例集」において混用散布して効果や薬害の面で問題がなかったとされている農薬混用の組み合わせで実施した。

材料および方法

1 トマトの栽培概要および供試薬剤

2011年は品種「桃太郎」を用いて、5月16日に定植した。2012年は品種「ホーム桃太郎」を用いて、5月23日に定植した。供試薬剤は表1のとおりであり、表2の農薬混用の組み合わせによる試験を実施した。

2 ナスの栽培概要および供試薬剤

品種は「千両2号」を用いて、2012年5月23日に定植した。供試薬剤は表3のとおりであり、表4の農薬混用の組み合わせによる試験を実施した。

表1 トマト試験供試薬剤

薬剤名	剤型	商品名	系統	残留基準値 (ppm)
イプロジオン	水和剤	ロブラール	ジカルボキシイミド	5
ジノテフラン	顆粒水溶剤	アルバリン	ネオニコチノイド	2
ニテンピラム	水溶剤	ベストガード	ネオニコチノイド	5
トルフェンピラド	乳剤	ハチハチ	フェノキシベンジルアミド	2
マラチオン	乳剤	マラソン	有機リン	0.5

* 農産物安全・土壌担当, **元農産物安全・土壌担当

表2 トマト試験における農薬混用の組み合わせ及び散布日

薬剤組み合わせ (希釈倍数)	散布日
1 イプロジオン水和剤 (1000 倍) + ジノテフラン顆粒水溶剤 (2000 倍)	2011.7.12 , 2011.7.20
2 イプロジオン水和剤 (1000 倍) + ニテンピラム水溶剤 (1000 倍)	2011.7.27 , 2011.7.28
3 トルフェンピラド乳剤 (1000 倍) + マラチオン乳剤 (2000 倍)	2012.8.8

表3 ナス試験供試薬剤

薬剤名	剤型	商品名	系統	残留基準値 (ppm)
ジエトフェンカルブ	水和剤	スミブレンド	N-フェニルカーバメート	5
プロシミドン			ジカルボキシイミド	5
クロルフェナピル	フロアブル	コテツ	ピロール	1
トルフェンピラド	乳剤	ハチハチ	フェノキシベンジルアミド	2
マラチオン	乳剤	マラソン	有機リン	0.5

表4 ナス試験における農薬混用の組み合わせ及び散布日

薬剤組み合わせ (希釈倍数)	散布日
1 ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤 (2000 倍) + クロルフェナピルフロアブル (2000 倍)	2012.8.29
2 トルフェンピラド乳剤 (1000 倍) + マラチオン乳剤 (2000 倍)	2012.8.9

3 薬剤散布および分析試料採取方法

栽培したトマト, ナスに農薬希釈液の単用液または2剤(一部3剤)混用液を300L/10a散布し, 散布1時間後と1日後(約24時間後)に果実を収穫して散布農薬の残留濃度を分析調査した. なお, 試験に供した農薬は, 全て, 使用基準による使用時期が収穫前日までのものであるため, 散布1日後の分析値から収穫時期の作物残留の安全性を確認できると考えられる.

分析用の試料は2011年は各区2~3果実を採取し, まとめたものを分析, 同一試験を各2回実施した. 2012年は各区3果実を採取し, 1個体ずつ分析した.

4 残留農薬の分析方法

(1) 2011年

a イプロジオン

磨砕均一化した試料20gをアセトンで抽出し濾過後, アセトンを留去してC18ミニカラムで水およびアセトニトリル/水(50:50)混液により洗浄後, アセトニトリルで溶出した. 濃縮, 乾固した残留物をフロリジルミニカラムを使用し, ヘキサン15mlで負荷, 洗浄後, 酢酸エチル/ヘキサン(30:70)混液15mlによりイプロジオンを溶出した. この溶出液を濃縮・乾固してアセトニトリルで定容し, 高速液体クロマトグラ

フ(以下, HPLC)を使用, 紫外分光光度型検出器(以下, UV), 測定波長230nmの条件でイプロジオンとその代謝物を測定し, その合計値で定量した.

b ニテンピラム

磨砕均一化した試料20gをアセトンで抽出し濾過後, アセトンを留去して多孔性珪藻土カラムでヘキサンおよびジエチルエーテル/ヘキサン(50:50)により洗浄後, ジクロロメタンで溶出した. 濃縮・乾固した残留物をシリカゲルミニカラムを使用し, ジクロロメタン15mlで負荷, 洗浄後, アセトン/ジクロロメタン(80:20)混液15mlによりニテンピラムを溶出した. この溶出液を濃縮・乾固して0.05mol/Lリン酸二水素カリウム/アセトニトリル(9:1)混液で定容し, HPLCを使用, UV, 測定波長270nmの条件で定量した.

(2) 2012年

磨砕均一化した試料20gをアセトンで抽出し濾過後, アセトンを留去して酢酸エチル/ヘキサン(1:4)混液で液液分配した. 脱水後, 濃縮・乾固した残留物を, シリカゲルミニカラムを使用し, ヘキサン10mlで負荷, 洗浄後, ジエチルエーテル/ヘキサン(5:95)混液10mlによりクロルフェナピルを溶出した. さらに,

ジエチルエーテル／ヘキサン（20：80）混液 10ml によりトルフェンピラド，マラチオン，ジエトフェンカルブ，プロシミドンを溶出した．これらの溶出液を濃縮・乾固しアセトンで定容し，トルフェンピラド，マラチオンはガスクロマトグラフ（以下，GC）を使用し熱イオン化検出器（FTD）で定量，ジエトフェンカルブ，プロシミド，クロルフェナピルは GC を使用し窒素・リン検出器（NPD）で定量した．

結果

1 農薬混用散布におけるトマトへの残留

ジノテフラン顆粒水溶剤とイプロジオン水和剤の混用散布における果実中のイプロジオン濃度は，散布 1 時間後では単用液と混用液の残留濃度の差は明らかでなく，混用による散布直後の作物濃度への影響は認められなかった．1 日後も差は判然とせず，収穫時期における作物濃度への影響は認められなかった（図 1）．ニテンピラム水溶剤とイプロジオン水和剤の混用散布におけるイプロジオン濃度は，散布 1 時間後では単用液と混用液の残留濃度の差は明らかでなかった．1 日後では，1 回目の試験と 2 回目の試験で傾向が異なり，1 回目の試験では，混用液の処理区で散布 1 時間後より濃度が高い値となった．これは，採取した果実の着果場所の影響により濃度にバラツキが出たものと考えられた．2 回目の試験では，混用による作物濃度への影響は認められなかった（図 2）．イプロジオン水和剤との混用におけるニテンピラム濃度は，混用による作物濃度への影響は認められなかった．また，1 回目の単用液散布の 1 日後の値は他と比べて高くなったが，これも採取した果実の着果場所の影響により濃度にバラツキが出たものと考えられた（図 3）．これらのバラツキにはトマト果実周辺の光のあたり具合が影響することが考えられたことから，2012 年の試験に際しては，農薬散布直前に果実への光を遮る葉を取り除いて散布試験を実施するとともに，果実個々の残留のバラツキを確認するため，果実の残留濃度の分析は個体ごとに実施した．

また，ネギにおける混用散布試験において，乳剤と乳剤の混用により，単用使用に比べ残留濃度が高い（佐藤，2011）ことから，2012 年の試験では，乳剤と乳剤の混用がトマトの農薬残留に影響するかについて検討した．トルフェンピラド乳剤とマラチオン乳剤の混用

散布について実施した結果，トマトでは混用による濃度変化は確認されなかった（図 4）．また，いずれの試験区も個々の分析値にバラツキがみられた．試験は果実への光を遮る葉を取り除いて実施したが，この他にもトマト果実への落ちのくぼみ部分の大きさや果実の向き等，個々の果実で残留しやすい条件は異なると思われる．

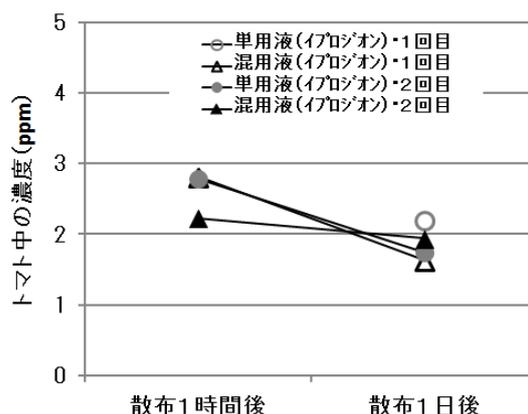


図 1 ジノテフラン顆粒水溶剤との混用におけるイプロジオンの残留濃度（トマト）

注 1) 同一内容の試験を 2 回実施（図 3 まで同様）

2) 単用液・1 回目・散布 1 時間後のデータは欠測

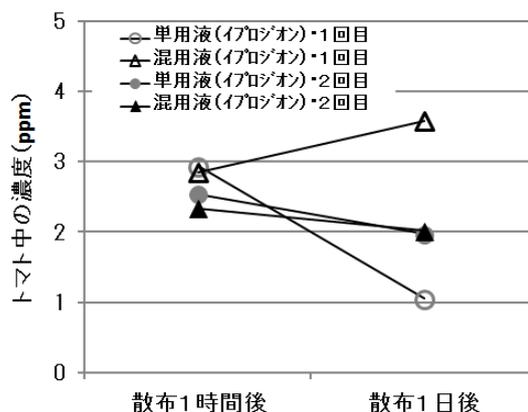


図 2 ニテンピラム水溶剤との混用におけるイプロジオンの残留濃度（トマト）

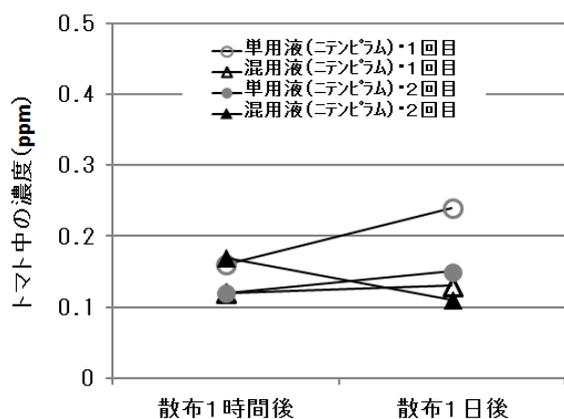


図3 イプロジオン水和剤との混用におけるニテンピラムの残留濃度(トマト)

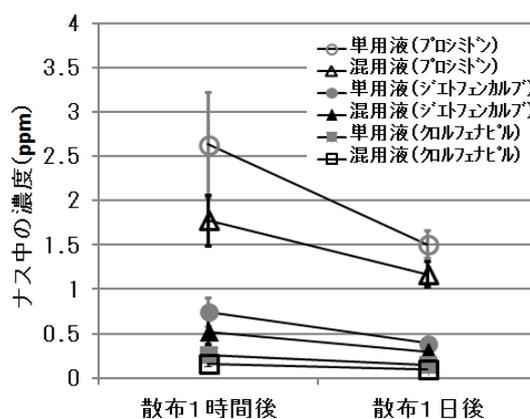


図5 ジェトフェンカルブ・プロシミドン水和剤とクロルフェナピルフロアブルとの混用における残留濃度(ナス)

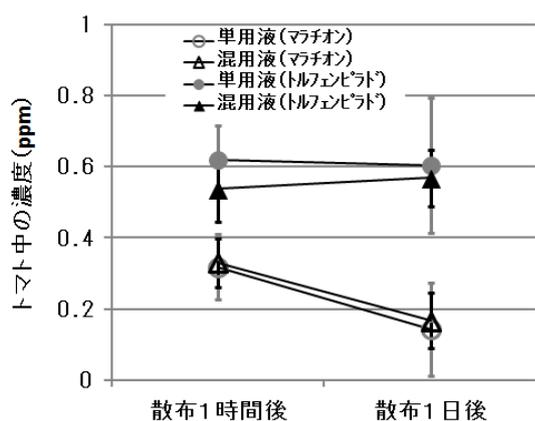


図4 トルフェンピラド乳剤とマラチオン乳剤との混用における残留濃度(トマト)

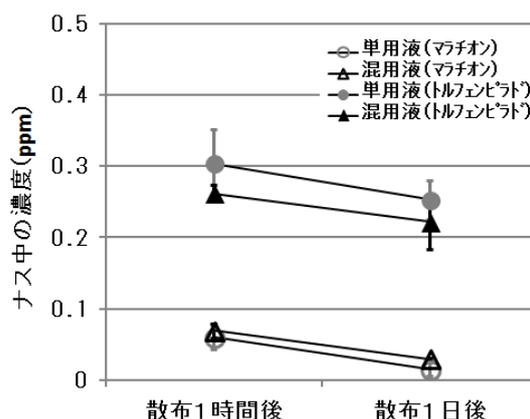


図6 トルフェンピラド乳剤とマラチオン乳剤との混用における残留濃度(ナス)

2 農薬混用散布におけるナスへの残留

ジェトフェンカルブ・プロシミドン水和剤とクロルフェナピルフロアブルの混用では、混用散布により濃度がやや低下する傾向がみられたが、残留基準値からみるとその差はわずかであった(図5)。

また、トマトと同様に、乳剤と乳剤の混用がナスの農薬残留に影響するかを検討するため、トルフェンピラド乳剤とマラチオン乳剤の混用液をナスに散布した結果、混用による濃度変化は確認されなかった(図6)。

考察

本試験で実施した、トマトおよびナスへ農薬混用液を散布した際の農薬残留濃度には、単用液散布における農薬濃度と大きな違いは確認されなかった。過去に本県で実施したネギの試験において、乳剤と乳剤の混用散布により残留濃度が高まる結果が得られているが、本試験におけるトマトやナスではそのような結果は確認できなかった。

乳剤や水和剤等の農薬には界面活性剤が含まれているが、界面活性剤は薬液の表面張力を低下させる働きがある。乳剤はほかの剤型のものに比べ界面活性剤の

量が比較的多い（日植防，1998）ため，乳剤と乳剤の混用により，単用液に比べ薬液の表面張力はさらに低下すると考えられる．農薬混用による薬液の表面張力の低下から湿展性が増すことにより作物にムラなく付着され作物への総付着量が増加する場合，混用散布による作物残留濃度は単用散布より増加すると考えられる．一方で，混用による薬液の表面張力の低下から作物に付着する液滴の大きさが小さくなることや付着した薬液が作物から流れ落ちやすくなることにより作物への総付着量が減少する場合，作物残留濃度は低下すると考えられる．

これらのことから，農薬の混用散布により，薬液が付着しにくいような作物では薬液総付着量の増加，薬液が付着しやすいような作物では薬液総付着量が減少することが考えられ，作物の種類により混用による残留濃度への影響は変わると考えられる．

乳剤と乳剤の混用散布では，薬液が付着しにくい作物とされているネギ（日植防，1998）では過去の試験で残留濃度の増加が確認されている．本試験においては，付着しやすさの中程度とされているトマトやナスでは濃度変化が確認されなかった．これらのことから，乳剤と乳剤の混用散布においても，薬液の付着しやすさの異なる作物では異なる残留性を示すことが考えられた．また，薬液の付着に影響する界面活性剤の種類や濃度は農薬により異なる．このため，同一剤型でも農薬により希釈液の表面張力は異なる（山本，1973）．さらに，山本は，希釈液の表面張力とカンキツ葉上の付着液の間に高い相関があることや，2剤の混用液の表面張力はいずれか一方の表面張力の低い薬剤と同じ値になることを認めている．これらのことから，混用する農薬の種類によっても作物への付着性が変化し，

作物残留に影響することが考えられる．

薬液の表面張力以外に農薬の混用により，残留濃度に影響を及ぼすと考えられる要素としては，アルカリや金属塩等が加えられたことによる農薬の有効成分の化学的変化，毒性の増加や薬害等生物活性の変化，凝集沈殿等物理性の変化等があげられる（日植防，1998）．これらの変化が大きい混用組み合わせは，効果や薬害へ影響すると考えられるが，作物残留濃度へも大きく影響することが考えられる．このため，効果や薬害について検討している「農薬混用事例集」を参考にすることは，作物残留値の増加を防ぐことから，重要であると考えられる．

今まで本県で実施した農薬混用散布試験では，作物残留基準値に影響するような大きな濃度変化は確認されていない．「農薬混用事例集」における効果や薬害に問題ないとされる農薬の混用組み合わせでは，作物の安全上問題となる可能性は低いと考えられるが，さらに多くの作物や農薬の組み合わせにおける残留性の知見を得ることで，農薬の混用散布による安全性への不安をより軽減することにつながるものと考えられる．

引用文献

- 「農薬散布技術」編集委員会編(1998): 農薬散布技術. 56-57, 80-81, 86-91, 日本植物防疫協会, 東京.
- 佐藤一弘 (2011) : 農薬の現地混用がネギ, 日本ナシの農薬残留におよぼす影響. 埼玉農総研研報, 11, 1-7.
- 山本省二 (1973) : カンキツ農薬混用について (3) 薬液の表面張力の変化と薬液付着量. 関西病虫害研報, 15, 73-78.