

ミニ特集：マイナー作物での病虫害対策確立に向けて一葉ジソ（オオバ）での取り組みを例に一

葉ジソ（オオバ）における農薬登録促進の取り組み

高知県農業技術センター ^{きよとう}清遠 ^{あさこ}亜沙子・^{あおき}青木 ^{こずえ*}こずえ*・^{しまもと}島本 ^{ふみこ}文子**・^{さとう}佐藤 ^{あつひこ}敦彦

はじめに

農薬登録制度では、原則的に作物ごとの登録が必要である。生産量の少ないマイナー作物は、メジャー作物と比較し、登録のある農薬が少ない。高知県の基幹品目にはマイナー作物が多く、生産現場では、薬剤感受性の低下や新たな病害虫の発生により防除に苦慮する場面が多い。特に葉ジソ（青ジソ、オオバ、以下オオバと表記）は、軽量で表面積が大きい形状のため、他作物よりも高濃度の農薬残留が予測される。このため、登録可能な農薬にも限りがある。

農薬の登録・適用拡大には、病虫害の防除効果に関するもの（薬効試験）と作物の薬害に関するもの（薬害試験）、作物への残留に関するもの（作物残留試験）の三つの試験成績が必要となる。このうち、作物残留試験の目的は、農薬の使用方法に応じた作物中の農薬成分の残留濃度を測定することにより、使用量や使用時期、使用回数等残留基準値を超過しない農薬の使用方法を決定することである（島本，2009）。この残留濃度の測定には多くの労力と経費が必要なため、失敗しない試験設計が必要となる。

当センターではこれまでに、作物に対する農薬の付着量および作物の肥大速度から、作物への農薬残留濃度を推定する簡易残留推定手法を開発し、果菜類を中心に農薬登録を進めてきた（山本，1979；市原ら，1999）。今回、この手法を葉菜類であるオオバに適用し、試験開始前に残留基準値をクリアできる可能性の高い農薬を絞り込むことで、農薬登録試験が効率的に実施できたのでその概要を紹介する。なお、本試験は農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業「オオバに発生する病虫害の新規防除資材を活用した総合防除体系の確立」において取り組んだ。

Promotion of Pesticide Registration of *Perilla* Plant by Simple Estimation Method of Pesticide Residues. By Asako Kiyoto, Kozue Aoki, Fumiko Shimamoto and Atsuhiko Sato

（キーワード：葉ジソ，農薬登録，推定農薬残留濃度，薬液付着率，生育速度）

現所属：*高知県農業担い手育成センター，**高知県農業振興部環境農業推進課

I 登録促進に向けた取り組みの流れ

以下の流れでオオバでの農薬登録促進に取り組んだ（図-1）。

1 薬剤のリストアップ

当センターの病理担当、昆虫担当の研究者とともに、斑点病、さび病、アブラムシ類、チャノホコリダニ、マデイラコナカイガラムシ等のオオバ主要病害虫に対して防除効果が期待でき、かつ天敵などを使用した体系防除に組み込める可能性のある殺菌剤14剤、殺虫剤10剤をリストアップした（表-1）。

2 農薬残留濃度の推定と試験薬剤の選定

オオバはほぼ毎日収穫することから、登録時の使用時期を「収穫前日まで」または「収穫3日前まで」とすることが望まれている。そこで、農薬の付着量および肥大速度から、リストアップした農薬の散布1日後、3日後の残留濃度をII章で紹介する簡易残留推定手法を用いて推定した。

推定値を残留基準値と比較し、使用基準を「収穫前日」あるいは「収穫3日前まで」として登録の可能性のある剤を選定した。また、残留基準値が未設定の剤については、推定値から登録に必要な基準値を類推した。このデータをもとに、高知県環境農業推進課の植防担当者が農薬メーカーとオオバへの適用拡大について交渉し、最終的に5薬剤を選定した（表-2）。

3 農薬登録試験

選定した農薬の薬効・薬害試験を病理担当、昆虫担当が、作物残留試験を農薬管理担当がそれぞれ実施した。なお、オオバは農薬登録における適用作物分類ではシソに分類されるが、年間生産量が3万t以下のマイナー作物であるため、必要試験データはすべて2例となる。詳細についてはIII章で紹介するが、うち1例は県外の主要産地である愛知県の試験協力を得た。試験の終了したのから順次、登録に必要なデータを植防担当者を通じて農薬メーカーに送付した。

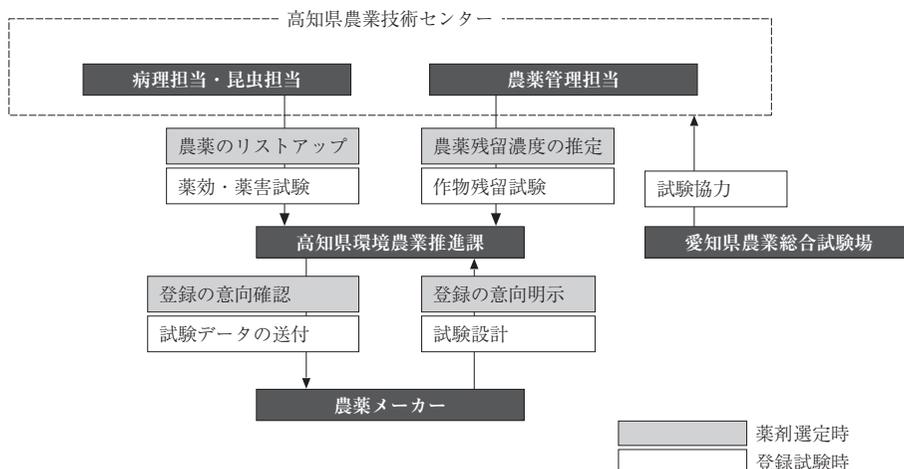


図-1 試験機関の関係図

表-1 薬剤の防除効果が期待できる病害虫

分類	成分名	効果が期待できる病害虫
殺菌剤	アゾキシストロビン	斑点病, さび病
	イミノクタジンアルベシル酸塩	斑点病
	シアゾファミド	さび病
	シメコナゾール	斑点病, さび病
	シンナムアルデヒド	斑点病, さび病
	チオファネートメチル	斑点病
	トルフェンピラド	さび病
	パチルス・ズブチリス	斑点病
	プロシミドン	斑点病
	ベンチオピラド	斑点病, さび病
	ボスカリド	斑点病
	ホセチル	斑点病
	ポリオキシシン	斑点病
	メバニピリム	斑点病
殺虫剤	エトキサゾール	ハダニ類
	クロラントラニリプロール	ハスモンヨトウ
	シエノピラフェン	チャノホコリダニ, ハダニ類
	ジノテフラン	アブラムシ類, マデイラコナカイガラムシ
	シフルメトフェン	ハダニ類
	ピリフルキナゾン	アブラムシ類, コナジラミ
	アプロフェジン	チャノホコリダニ, コナジラミ
	フロニカミド	アブラムシ類, コナジラミ
	ペキロマイセス・テヌイベス	アブラムシ類, マデイラコナカイガラムシ, ハダニ類
	ポーベリア・バシアーナ	アブラムシ類, マデイラコナカイガラムシ, ハダニ類

II 農薬残留濃度の簡易残留推定手法

1 概要

農薬の残留濃度 (ppm) は、作物重量 (g) 当たりの農薬の残留量 (μg) で示される。残留濃度には、気象

条件、処理条件 (濃度, 器具, 散布者等), 農薬の物理化学性, 栽培時期, 作物の形状, 生育状況等様々な要因が関与している (後藤, 1978; 廣田ら, 1987)。一般的に残留濃度は、農薬そのものの消失と、作物の成長 (肥大, 以下肥大と表記) 等によって減少していく。化学的

表-2 各薬剤の残留基準値と残留推定値

分類	成分名	剤型	薬剤(製剤) 濃度(%)	想定される 希釈倍率	残留基準値 ¹⁾ (その他のハーブ)	残留推定値		登録可能性
						1日後	3日後	
殺菌剤	アゾキシストロビン	水和剤	20	2,000	70	45.9	35.8	○
	イミノクタジンアルベシル酸塩	水和剤	30	2,000	0.1	68.9	53.7	×
	シアゾファミド	水和剤	9.4	2,000	15	21.6	16.8	×
	シメコナゾール	水和剤	20	5,000	未設定	18.4	14.3	○
	チオファネートメチル	水和剤	70	10,000	3	32.1	25	×
	トルフェンピラド	乳剤	15	1,000	未設定	68.9	53.7	○
	プロシミドン	水和剤	50	5,000	5	45.9	35.8	×
	ベンチオピラド	水和剤	20	2,000	未設定	45.9	35.8	○
	ボスカリド	水和剤	50	1,000	30	230	179	×
	ホセチル	水和剤	80	1,000	100	367	286	×
	ポリオキシシン	水和剤	50	5,000	0.3	45.9	35.8	×
	メバニピリム	水和剤	40	3,000	5	61.2	47.7	×
殺虫剤	エトキサゾール	水和剤	10	2,000	未設定	15.3	11.9	○
	クロラントラニプロロール	水和剤	5	2,000	未設定	11.5	8.9	○
	シエノピラフェン	水和剤	30	2,000	未設定	68.7	53.7	○
	ジノテフラン	水溶液	20	3,000	25	30.6	23.8	○
	ジノテフラン	粒剤	1	—	25	—	—	○
	シフルメトフェン	水和剤	20	1,000	未設定	91.8	71.5	○
	ブプロフェジン	水和剤	25	1,000	3	115	89	×
	ピリフルキナゾン	水和剤	20	4,000	未設定	23	17.9	×
フロニカミド	水和剤	10	4,000	未設定	11.5	8.9	○	

¹⁾ 残留基準値 (ppm) は2012年10月時点のもの(2014年7月時点では、クロラントラニプロロール 25, シエノピラフェン 30, シフルメトフェン 0.05, フロニカミド 16)。

²⁾ 本試験で選定した薬剤を [] で示す。

に安定で、揮散しにくい農薬が一定量作物に付着したと仮定すると、残留濃度は作物の重量によって決定される。栽培環境が制御されている施設栽培作物においては、作物に付着した農薬の降雨による流亡がなく、温度が一定範囲に維持される等、気象条件が制限されるため、作物の肥大が農薬残留量に及ぼす影響は特に大きいとされる(市原, 1992)。

そこで今回は、様々な要因の中から①薬液濃度、②散布時の作物への付着量(初期残留濃度)、③散布後の作物の肥大の3点に着目し、最大限のリスクを想定して、簡易残留推定手法の諸条件を設定した。また、本手法では茎葉散布剤のみを対象とし、農薬成分が揮発、分解、流亡等により消失しないものと仮定した(図-2)。

2 簡易推定式

薬液濃度は、農薬の有効成分含有率(%)と使用時の希釈倍率により求めた。

初期残留濃度は、薬液濃度とオオバの薬液付着率の積より求めた。薬液付着率は、作物に最大限付着する薬液の量を、作物の重量に対する割合で示した値である。

作物の成長(肥大)は、当センターで生育調査を実施

し、生育速度定数を算出した。

以上の3点を踏まえ、簡易推定式(1)を作成した。

$$C = C_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \text{式(1)}$$

Cは推定残留濃度(mg/kg)、 C_0 は初期残留濃度(mg/kg)、 λ (day⁻¹)は生育速度定数、tは散布後の経過日数(day)を示す。

オオバの薬液付着率は圃場散布試験より得られた52%(高田ら, 2006)を適用した。生育速度定数は温度条件によって変化し $\lambda = 0.0143T - 0.1613$ で示された。夏季よりも、生育の遅れる冬季の残留濃度が高くなると予想し、Tには冬季の施設内平均気温として20℃を代入し、最大の残留推定値を算出した。

III 農薬登録適用拡大に係る試験の実施

1 薬効・薬害試験

選定した農薬の、オオバの主要病害虫に対する防除効果および薬害(倍量薬害含む)の有無について調査した(表-3)。シナムアルデヒドで防除効果が安定しなかった以外は、すべての薬剤において防除効果が認められ、薬害も生じなかった。なお、天敵への影響についての知

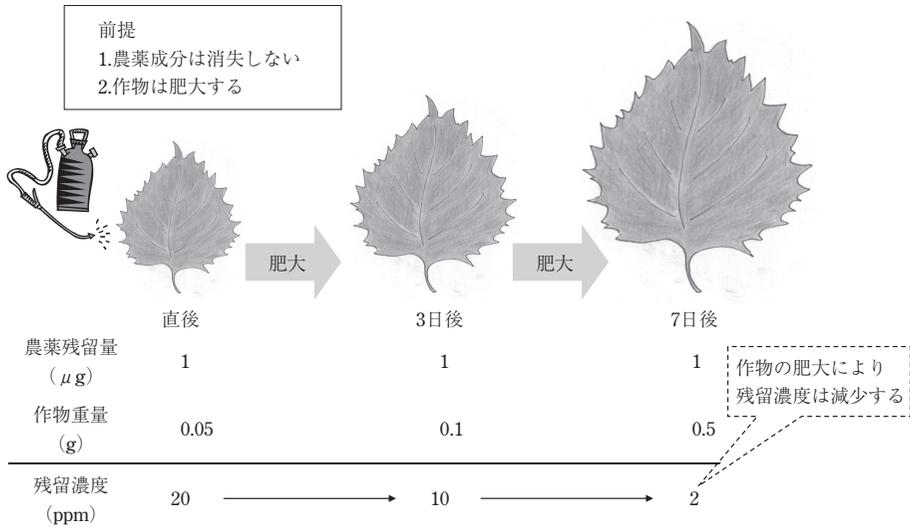


図-2 簡易残留推定手法の考え方

表-3 薬効試験結果の一例（ジノテフラン粒剤，マデイラコナカイガラムシ）

供試薬剤	希釈倍数 使用条件	区制	株当たり虫数									薬害
			処理直後			処理 12 日後			処理 19 日後			
			成虫	幼虫	合計	成虫	幼虫	合計	成虫	幼虫	合計	
ジノテフラン粒剤	1g/株 植穴土壤 混和	I区	0.4	1.0		10.1	46.6		15.3	15.9		—
		II区	0.6	0.8		10.3	50.8		6.2	14.5		—
		計	1.0	1.8	2.8	20.4	97.4	117.8 (42.7)	21.5	30.4	51.9 (28.3)	
ジノテフラン粒剤	2g/株 植穴土壤 混和	I区	0.5	1.1		7.5	29.4		9.5	22.4		—
		II区	0.5	1.4		5.2	24.8		4.5	26.1		—
		計	1.0	2.5	3.5	12.7	54.2	66.9 (24.2)	14.0	48.5	62.5 (17.4)	
無処理	—	I区	0.4	1.4		22.8	110.0		34.6	33.6		
		II区	0.5	0.8		20.3	123.0		42.3	50.2		
		計	0.9	2.2	3.1	43.1	233.0	276.1 (100)	76.9	83.8	160.7 (100)	

() 内は密度指数を示す。

見が少ない農薬については、昆虫担当で天敵への影響を調査した。また、複数の病害虫に対して効果の期待できる農薬については、短期間で試験を終えることを優先し、対象病害虫を一つに絞った。

2 作物残留試験

(1) 試験方法

分析方法は厚生労働省通知法を参考にし、十分な回収率が得られる方法で実施した。アゾキシストロピン、シメコナゾール、エトキサゾール、クロラントラニリプロ

ールは LC-MS/MS (Agilent Technologies 社製) で、ジノテフランは HPLC-UV (日本分光社製) で定量した (図-3)。

(2) 試験結果

すべての薬剤の残留濃度は、日数の経過とともに減少した。気温が高い夏季の試験よりも、気温の低い冬季の試験で高い残留濃度が認められた。これは、温度によるオオバの生育や薬剤の揮散の違い等が影響しているためと考えられた。残留基準値が設定されているアゾキシス

表-4 作物残留試験結果の一例 (シメコナゾール水和剤)

供試薬剤	試料 (産地・品種等)	薬剤の 使用濃度・量・回数	処理 年月日	試料採取 年月日	経過 日数	残留濃度 (ppm)			
						分析値①	分析値②	平均値	
シメコナゾール水和剤	愛知県豊橋市 (品種：選抜種)	—	—	2012/9/18	—	< 0.01	, < 0.01	< 0.01	
		5,000 倍	2012/9/3,	9/18	1	3.78	, 3.73	3.76	
		200 l/10 a	9/10,	9/20	3	2.17	, 2.09	2.13	
			2 回	9/17	9/24	7	0.61	, 0.57	0.59
	高知県南国市 (品種：在来種)	—	—	2013/1/23	—	< 0.01	, < 0.01	< 0.01	
		5,000 倍	2013/1/8,	1/23	1	21.2	, 20.8	21.0	
		200 l/10 a	1/15,	1/25	3	13.4	, 13.4	13.4	
			2 回	1/22	1/29	7	5.61	, 5.54	5.58
	高知県南国市 (品種：在来種)	—	—	2013/5/29	—	< 0.01	, < 0.01	< 0.01	
		5,000 倍	2013/5/14,	5/29	1	6.90	, 6.89	6.90	
		200 l/10 a	5/21,	5/31	3	3.08	, 3.04	3.06	
			2 回	5/28	6/4	7	0.88	, 0.87	0.88

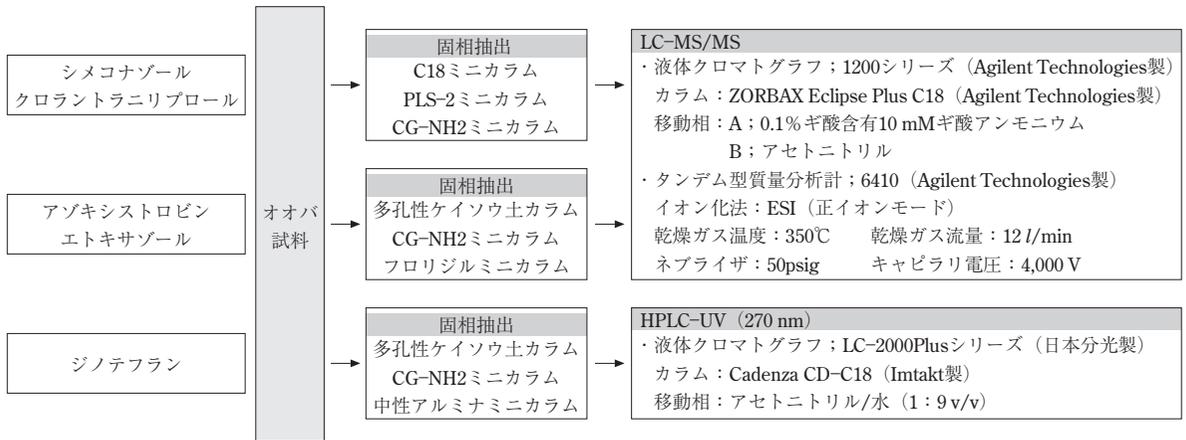


図-3 各成分分析フロー

トロビン、ジノテフランの2成分では、分析値が残留基準値を下回る値を示した。シメコナゾールは2012年度に実施した2例の値の振れ幅が大きかったため、2013年度に3例目の試験を実施した(表-4)。

(3) 推定値と実測値の比較

II章の計算式をもとに、散布経過日数ごとの各成分の残留推定値を算出した(表-2)。算出した推定値と実測値の比(実測値/推定値)で推定精度を検証した(表-5)。その比は、アズキシストロビン0.3~1.1、シメコナゾール0.07~1.1、エトキサゾール0.1~1.4、クロラント

ラニプロール0.5~1.5、ジノテフラン0.4~1.4であった。

各成分とも、日数が経過するほど推定精度が低くなった。本手法は、農薬成分が揮発、分解、流亡等により消失しないものと仮定して推定値を算出しているが、実際は紫外線や気温、灌水等の影響をうけて消失するため誤差が大きくなったと考えられた。ほかにも、浸透移行性の有無といった薬剤の物理化学性も影響したと考えられた。

実測値と推定値の比が1.0以下(実測値<推定値)となった事例が多かったが、実測値と推定値の比が1.0以

表-5 実測値と推定値の比較

成分名	産地	試験実施時期	最終処理後の経過日数				
			1日後	3日後	7日後	14日後	21日後
アゾキシストロピン	愛知	9月	0.9	0.7	0.5	—	—
	高知	12月	1.1	1.0	0.3	—	—
シメコナゾール	愛知	9月	0.2	0.1	0.07	—	—
	高知	1月	1.1	0.9	0.6	—	—
	高知	5月	0.4	0.2	0.1	—	—
エトキサゾール	愛知	9月	0.8	0.7	0.1	—	—
	高知	5月	1.4	1.0	0.3	—	—
クロラントラニリプロール	愛知	9月	0.7	0.7	0.5	—	—
	高知	12月	1.5	1.3	1.3	—	—
ジノテフラン	高知	7月	—	0.6	0.6	0.4	0.5
	高知	11月	—	0.5	0.6	0.7	1.4

値はすべて実測値/推定値.

上（実測値>推定値）のものも複数あった。実測値は最大で、推定値の1.5倍を示した。今回試験を実施した5薬剤では、実測値の推定値超過は農薬の登録申請の際に問題にならなかったが、より詳細に推定するためには薬液付着率などの再検討が必要であると考えられた。

おわりに

農薬の残留濃度の変化には様々な要因が関与するため、正確に推定することは難しい。しかし、環境要因の多くは残留濃度が低くなるほうに作用するため、最大リスクを想定する本手法は作物残留試験を実施するにあたって有効と考えられる。これまで本手法は、オクラヤシシトウガラシといった本県特産の果菜類を中心に適用してきた。今回の試験で、葉菜類であるオオバに適用した結果、農薬登録のための試験薬剤の絞り込みに十分活用できることが明らかになった。

今回試験を実施した5薬剤のうち、ジノテフラン粒剤がマデイラコナカイガラムシの防除薬剤として2013年

7月24日にオオバに適用拡大となり、以前から登録のあった顆粒水剤との体系処理が可能となった。また、クロラントラニリプロール水剤もハスモンヨトウの防除薬剤として、2014年6月11日にオオバに適用拡大となった。株元散布で登録のあるアゾキシストロピン水剤については、茎葉散布で登録申請中である。

オオバをはじめとする本県の特産野菜にはマイナー作物が多い。今後も現場のニーズに即座に応えられるよう、関係機関との連携や効率的な試験の遂行を意識し、積極的に有用な農薬の登録促進を図っていく。

引用文献

- 1) 後藤真康 (1978): 植物防疫 32: 95 ~ 99.
- 2) 廣田政隆ら (1987): 第11回農薬残留分析研究会講演要旨集, 日本農薬学会農薬残留分析研究会, 東京, p. 1 ~ 4.
- 3) 市原 勝 (1992): 農薬研究 38: 42 ~ 48.
- 4) ———ら (1999): 第24回日本農薬学会講演要旨集, 日本農薬学会, 宇都宮, 119 pp.
- 5) 島本文子 (2009): 高知農技七研報 18: 9 ~ 16.
- 6) 高田正司ら (2006): 植物防疫 9: 426 ~ 431.
- 7) 山本公昭 (1979): 高知農林研報 11: 33 ~ 44.