

シュンギクにおける農薬残留濃度の推定*

島本文子

Estimation of Pesticide Residue Concentration for the Garland Chrysanthemum

Fumiko SHIMAMOTO

要 約

シュンギクにおける農薬登録を効率的に推進するための農薬残留濃度推定手法について検討した。推定に必要なパラメーターである薬液付着率は、28.4%、生育速度定数 λ (day^{-1}) は、生育期間中の平均気温 T を用いて $\lambda = 0.1266T - 0.05299$ で表されることが明らかになった。これにより、散布 t 日後の推定残留濃度 C (mg/kg) は、果菜類と同様に、 $C = C_0 \exp(-\lambda t)$ で算出可能となった。ここで、 C_0 は散布後の経過日数 $t = 0$ のとき、すなわち初期残留濃度 (mg/kg) を示し、対象農薬の成分含有率と希釈倍率および薬液付着率の積により決定する。散布直後から散布14日後までの実測値は、本手法により求めた推定値の0.5~2倍とほぼ近似していたことから、農薬登録促進を目的とした残留推定には十分活用できる。

キーワード：シュンギク、推定残留濃度、初期残留濃度、薬液付着率、生育速度定数

はじめに

近年、農薬取締法の改正や食品衛生法の改正によるポジティブリスト制の導入等、残留農薬に関する法の見直しが行われてきた。このことにより、消費者に対しては食品の安全・安心をアピールできるようになったが、一方で生産者の農薬使用に対する規制は強まるばかりである。しかし、農薬を使わずに栽培した場合には、農薬で防除したときより5~20%以上の減収、最大では90%も減収した^{5,6)}との報告もあるように、農産物を安定的に生産するために農薬の果たす役割は重要である。生産者にとっては、法的に使用を認められた農薬を正しく使うことが消費者に信頼される唯一の道であり、高知県では、消費者に安定的に農産物を供給するため、また本県農業の活性化のために農薬登録を積極的に推進している。

農薬登録制度では、原則的に作物ごとに登録が必要である。イネやキュウリ、ナスといったメジャーな作物の登録に関しては、農薬メーカーも積極的で

あり使用可能な農薬も多い。一方、全国的には生産量の少ない、いわゆるマイナー作物に関しては消極的である。しかし、マイナー作物であってもその地域を代表する農産物もあり、本県の主要農産物であるシシトウ、オクラなどもこれに該当する。そこで、県では生産者からの登録要望を調査し、必要なデータを作成して、農薬メーカーに登録申請を依頼するというかたちでマイナー作物の登録促進を進めている。

農薬の作物登録に必要なデータには、病害虫に対する防除効果に関するもの(薬効試験)と残留農薬に関するもの(作物残留試験)がある。このうち作物残留試験の目的は、それぞれの農薬の使い方に応じた作物中の農薬(有効成分)の残留濃度を測定することによって、安全という観点から最も適した農薬の使用方法を決定することである。この残留濃度の測定には、多くの労力と経費を要し、データ作成に数年を要する場合もある。得られた分析結果が残留基準値を大きく下回っていれば登録申請へと手続

* 本報告の一部は第33回日本農薬学会で発表した。
2008年7月31日受理

きは進むが、基準を満たしていない場合には、すべてが水の泡となってしまうことになる。

一般に、作物中の残留濃度に影響を与える要因は、気象条件、処理条件（濃度、器具、散布者など）、農薬の物理化学性、栽培時期、作物の形状、生育状況など様々である。特に薬液の濃度と散布時の作物への付着量、その後の作物の生育（肥大）が残留濃度に大きく影響していると考えられている^{1,2,9)}。

これまで高知県では、キュウリ、オクラ、シシトウなどの果菜類において、これらの点に着目して残留濃度推定手法を確立し^{3,12)}、本手法を活用して農薬登録促進を効率よく進めることにより、生産者からの登録要望に応えてきた。しかし、葉菜類については、残留濃度予測に関する十分な研究がなされておらず、登録が思うように進まない現状がある。

そこで、高知県で主に栽培されている中葉種の摘み取り方式のシュンギク⁹⁾を用いて果菜類の残留推定手法の葉菜類への応用の可否を検証し、若干の知見を得たので、その概要を報告する。

本文に入るに先立ち、推定手法に関してご助言いただいた独立行政法人農業環境技術研究所の稲生圭哉博士ならびに研究遂行に多大な協力をいただいた当センターの方々から感謝の意を表する。

材料および方法

試験は2005～2007年に当センター内のガラスハウスまたは長期展張フィルムハウス内で行った。供試品種「中葉新菊」を9～10月に、うね幅150cm、株間20cm、条間20cmの2条で播種して、側枝の摘み取り方式で栽培し、側枝の長さ17～20cmを収穫適期とした。基肥として緩効性肥料（商品名：CDUS-555）を用いて窒素成分で15kg/10aを全層施肥し、追肥には液肥（商品名：くみあい液肥2号）を用いて窒素成分で1回当たり0.5kg/10a、1ヵ月当たり1～2回施用した。低温期にはハウス内に二重カーテンを張ったが、加温は行わなかった。その他の栽培方法は高知県での慣行法に従った。

1. 薬液付着率調査

調査方法は、山本ら¹²⁾の手法に従った。長さ1.7～22cmの様々なサイズの側枝90本を用い、まず、重量を測定（浸漬前重量）し、次いで薬液（展着剤5,000倍液）に5秒間浸漬した後、静かに引き上げて薬液が滴下しなくなるまで保持し、最後に再度重量を測

定（浸漬後重量）した。これを一連の操作とし、側枝ごとに繰り返した。浸漬前後の重量差を薬液付着量とし、浸漬前重量に対する薬液付着量の割合を薬液付着率（%）とした。

2. 生育速度調査

2005年10月27日（調査1）および2006年9月27日（調査2）に播種し、60日以上経過した後、調査1では2006年3月17日から4月17日、3月31日から5月1日、4月20日から5月14日の3回、調査2では2006年12月15日から2007年2月2日、2007年1月15日から2月23日、2月2日から3月6日の3回、それぞれ生育調査を行った。側枝の分枝が認められた20箇所マークし、数日おきに側枝の長さ（分枝基部からその側枝の頂部までの長さ）を測定した。併せて試験期間中のハウス内温度を30分間隔で計測した。

また、2006年2月28日に長さ3～24cmの様々な生育段階の側枝を120本採取し、採取当日に各側枝について長さおよび重量を測定した。

3. 推定手法の検証

1) 推定値の算出方法

残留濃度の推定値は、農薬成分の揮発や分解がないと仮定し、果菜類での推定式³⁾ (1) に任意の値を入力して算出した。

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

ここで、 C は推定残留濃度(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。 C_0 は $t=0$ のとき、すなわち初期残留濃度(mg/kg)を示し、試験薬剤の成分含有率(mg/kg)、希釈倍率およびシュンギクの薬液付着率(%)の積により求めた。

2) 残留濃度の測定方法

2006年2月28日（調査1）および2006年11月28日（調査2）に表1に示した薬剤を所定の濃度に希釈し、200L/10aの割合で肩掛け式噴霧器を用いて散布した。散布終了の約2時間後、薬液が乾燥したことを確認して、収穫適期の側枝を10～20本採取した。これを散布直後の試料とし、その後は、1, 3, 7, 14, 21, 28日経過後に順次同様に採取し、採取当日中に次の方法で残留農薬分析を行った。なお、試験期間中の平均気温は、調査1では13.0℃、調査2では16.4℃であった。

(1) 試薬および器具

アセトン、ヘキサンおよび酢酸エチルは残留農薬試験用溶媒（和光純薬工業社製）を使用した。

ろ紙は桐山ロート用No.6（桐山製作所社製）を、ケイソウ土カラムはCHEM ELUT CE1020（Varian社製）を、グラファイトカーボンブラックはGL-Pak Carbograph, 1000mg/12mL（GL Sciences社製、以下GCB）を、シリカゲルミニカラムは、Sep-Pak Plus Silica, 690mg/1.6mL（Waters社製）を使用した。

クレソキシムメチル、クロルフェナビル、ジエトフェンカルブ、フェナリモル、ブプロフェジン、フルジオキシニル、プロシミドン、ミクロブタニルの標準品は和光純薬工業社製、林純薬工業社製、または農薬製造会社より提供されたものを用いた。各成分の物理化学性は表2⁹⁾のとおりである。

(2) ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS)

サーモフィッシャーサイエンティフィック社製のイオントラップ型GC/MSを用いた。測定装置および操作条件を以下に示し、定量イオンは表2に示した。測定装置：GC (Trace GC 2000), MS (Polaris Q), オートサンプラー (AS-3000), キャピラリカラム：Rtx-5ms（内径0.25mm, 長さ30m, 膜厚0.25μm, レステック社製）, 操作条件：キャリアーガスHe1.2mL/min, 注入口温度250℃, イオン源温度250℃, トランスファーライン温度280℃,

オープン昇温プログラム50℃ (1min) →25℃/min →125℃ (0min) →8℃/min→300℃ (10min), スプリットレス注入法, 注入量1μL, 測定方法SCAN測定（質量走査範囲m/z 50-450）。

(3) 抽出および精製

採取した試料を細かく刻み、よく混ぜ合わせた後、10gを300mLのトルビーカーに量り取り、アセトン100mL加えて、高速ホモジナイザーを用いて攪拌抽出した。ろ紙を敷いた吸引ろ過器を用いて抽出液をろ過し、トルビーカーおよびろ紙上の残留物を50mLのアセトンで洗浄した。ろ液および洗液を合わせて500mLのナス型フラスコにとり、減圧濃縮器を用いて40℃以下で約10mLまで濃縮した。

フラスコ内の抽出濃縮液にヤマト社製WG35で精製した水5mLを加えて、ケイソウ土カラムに移し、10分間静置した。フラスコ内を酢酸エチル20mLで洗浄し、この洗浄液をケイソウ土カラムに流し込んだ。この操作を3回繰り返したのち、さらに140mLの酢酸エチルを流下した。全溶出液を300mLのナス型フラスコにとり、減圧濃縮器を用いて40℃以下で約1mLまで濃縮し、室温で窒素ガスを通じて乾固した。

この残留物をアセトン5mLに溶解してGCBに移し、この操作を2回繰り返した後、さらにアセトン10mLを流下した。全溶出液を100mLのナス型フラスコにとり、減圧濃縮した後、窒素ガスを通じて乾

表1 調査対象薬剤と処理条件

薬剤名 (成分濃度)	分析成分名	希釈倍率	
		調査 1	調査 2
ストロビーフロアブル (41.5%)	クレソキシムメチル	-	8,300
コテツフロアブル (10%)	クロルフェナビル	-	2,000
スミブレンド水和剤 (12.5%)	ジエトフェンカルブ	-	2,500
ルビゲン水和剤 (12.0%)	フェナリモル	10,000	2,400
アブロードフロアブル (20%)	ブプロフェジン	-	4,000
セイビアフロアブル (20%)	フルジオキシニル	-	4,000
スミブレンド水和剤 (37.5%)	プロシミドン	2,000	2,500
ラリー水和剤 (10%)	ミクロブタニル	-	2,000

表2 分析対象成分の物理化学性およびGC/MS情報

分析成分名	物理化学性 ⁹⁾			GC/MS 情報	
	蒸気圧 (Pa)	水溶解度 (mg/l)	log Pow	保持時間 (min)	定量イオン (m/z)
クレソキシムメチル	2.3×10^{-6}	2.0	3.40	12.1	206
クロルフェナビル	$<13.3 \times 10^{-6}$	1.2	4.83	12.3	364
ジエトフェンカルブ	9.44×10^{-6}	27.64	3.00	9.7	225
フェナリモル	65×10^{-6}	11.6	3.69	17.6	139
ブプロフェジン	42×10^{-6}	0.387	4.80	12.1	175
フルジオキシニル	0.39×10^{-6}	1.8	4.12	11.9	154,182
プロシミドン	23×10^{-6}	2.46	3.30	10.8	283
ミクロブタニル	1.72×10^{-6}	142000	1.98	12.0	179

⁹⁾ 農薬ハンドブック2005より

固した。

次に、残留物をアセトン/ヘキサン（3：7）混液5mLに溶解してシリカゲルミニカラムに移し、この操作を3回繰り返した。全溶出液を100mLのナス型フラスコにとり、減圧濃縮した後、窒素ガスを通じて乾固した。

この残留物をアセトン5mLに溶解して最終溶液とし、必要に応じてアセトンで希釈してGC/MSで測定した。なお、本分析法による各成分の定量限界は0.02mg/kgであった。

結 果

1. 葉液附着率調査

長さが7cmに満たない生育初期の側枝の葉液附着率は、最低28%、最高133%と4倍以上の差があり、変動係数は10~18%であった。それに比べて、7cmを超える側枝では最低18%、最高40%とその差は2倍程度に収まり、変動係数は、7~8cmの6.4%が最高で8cm以上では1~5%で推移した（図1）。変動の大きい7cm未満の値を除き、7cmから収穫適期の20cmまでの葉液附着率を平均すると28.4%であった。

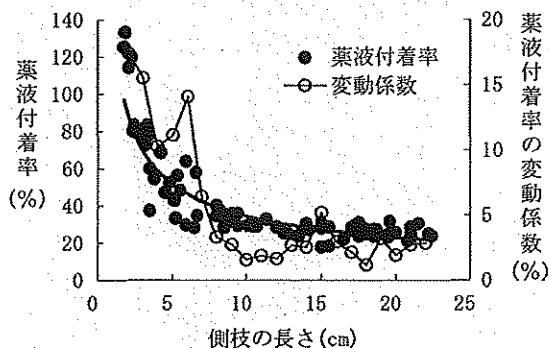


図1 シュンギクの側枝の長さ、葉液附着率および変動係数の関係

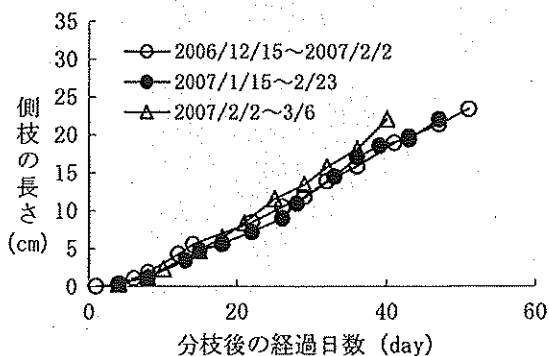


図3 シュンギクの生育（調査2）

^{a)} 播種日 2006/9/27
^{b)} 調査日（平均気温）2006/12/15~2007/2/2（13.0℃）、2007/1/15~2/23（13.9℃）、2007/2/2~3/6（14.6℃）

2. 生育速度調査

側枝は、調査1および調査2のどの調査期間においても日数の経過とともに直線的に伸長した（図2、3）。収穫適期の約20cmまで伸長するのに要した日数は25~40日であり、平均気温が高くなると生育が早くなる傾向が認められた。

側枝の重量W(g)と長さL(cm)の間には、相関が認められ、両者の関係は式(2)で表された（図4）。

$$W = 0.1671 \exp(0.2188L) \quad \text{式(2)}$$

次に、先に調査を行った側枝の長さL(cm)を式(2)に代入して、調査時の側枝の重量W(g)を推定し、シュンギクの生育をその重量変化で表した。その結果、側枝の重量は日数の経過にともなう指数関数で示された（図5）。得られた各調査の指数関数式より、生育速度定数 λ (day⁻¹) が明らかになった（表3）。さらに、この生育速度定数 λ (day⁻¹) と試験期間中の平均気温T (℃) の間には、正の相関が認められ（図6）、式(3)で表された。

$$\lambda = 0.1266T - 0.05299 \quad \text{式(3)}$$

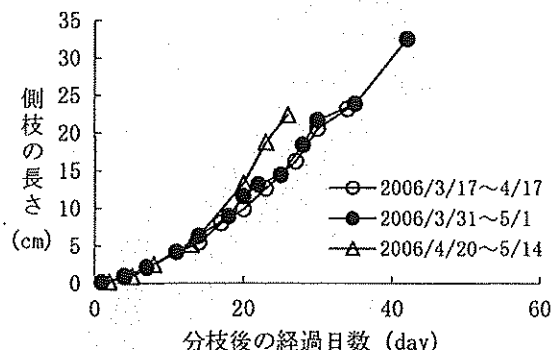


図2 シュンギクの生育（調査1）

^{a)} 播種日 2005/10/27
^{b)} 調査日（平均気温）2006/3/17~4/17（15.9℃）、2006/3/31~5/1（17.3℃）、2006/4/20~5/14（20.9℃）

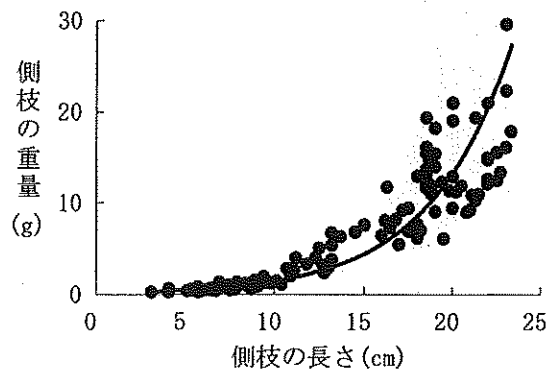


図4 側枝の長さ、重量の関係

^{a)} 播種日 2005/10/27 ^{b)} 調査日 2006/2/28

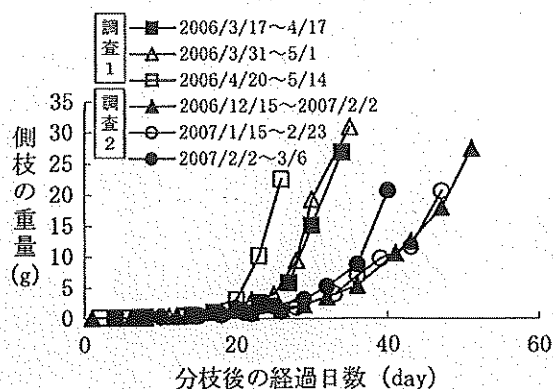


図5 側枝の重量変化

^{a)} 播種日 (調査1) 2005/10/27, (調査2) 2006/9/27

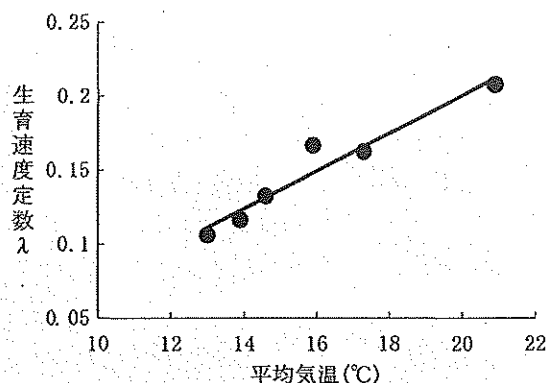


図6 生育速度定数λと平均気温の関係

表3 調査時の平均気温および側枝の重量と分枝後経過日数の関係式

調査区分	播種日	調査月	平均気温 (°C)	重量 W (g) と分枝後経過日数 t (day) の関係	R ² 値	λ
調査 1	2005/10/27	2006/3/17 ~ 4/17	15.9	$W=0.0709e^{0.1667t}$	0.9708	0.1667
		2006/3/31 ~ 5/1	17.3	$W=0.0899e^{0.1623t}$	0.9730	0.1623
		2006/4/20 ~ 5/14	20.9	$W=0.0068e^{0.2074t}$	0.9523	0.2074
調査 2	2006/9/27	2006/12/15 ~ 2007/2/2	13.0	$W=0.1171e^{0.1065t}$	0.9959	0.1065
		2007/1/15 ~ 2/23	13.9	$W=0.0804e^{0.1167t}$	0.9840	0.1167
		2007/2/2 ~ 3/6	14.6	$W=0.0749e^{0.1327t}$	0.9871	0.1327

表4 実測値と推定値の比較^{a)}

	経過日数	クレソキシムメチル	クロルフェナビル	ジェトフェンカルブ	フェナリモール	プロプロフェジン	フルジオキシニル	プロシミドン	ミクロブタニル
調査 1 ^{b)}	0	-	-	-	1.0	-	-	1.2	-
	1	-	-	-	0.8	-	-	1.1	-
	3	-	-	-	1.0	-	-	1.4	-
	7	-	-	-	0.8	-	-	1.3	-
	14	-	-	-	0.6	-	-	1.0	-
	28	-	-	-	1.0	-	-	0.1	-
調査 2 ^{c)}	0	1.1	1.2	1.6	1.7	1.0	0.1	1.2	1.1
	1	0.9	1.1	1.1	1.2	0.8	1.0	0.9	0.7
	3	1.1	1.4	1.3	1.5	0.9	1.1	1.2	0.9
	7	1.2	1.7	1.3	1.7	0.9	1.0	1.3	1.0
	14	0.7	1.8	1.2	1.2	0.6	0.5	1.1	0.9
	21	1.1	2.1	1.8	1.5	0.9	0.8	1.4	1.7
	28	1.2	2.1	2.1	1.7	1.0	0.0	1.5	2.6

^{a)} 実測値/推定値

^{b)} 調査時期：2006/2/28~3/28, 平均気温：13.0°C, 収穫要日数：約40日

^{c)} 調査時期：2006/11/28~2007/1/9, 平均気温：16.4°C, 収穫要日数：約30日

3. 推定手法の検証

シュンギクの薬液付着率として、試験1で得られた長さ7~20cmの側枝の平均値、28.4%を用い、生育速度定数λ (day⁻¹) は、式 (3) に試験期間中の平均気温を代入して求めたのち、散布t日後の推定濃度を式 (1) により算出した。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。調査1のフェナリモールでは、その比は0.6~1.0, プロシミドンでは28日後の0.1を除くと1.0~1.4であっ

た。調査2では、クレソキシムメチル0.7~1.2, クロルフェナビルおよびジェトフェンカルブ1.1~2.1, フェナリモール1.2~1.7, プロプロフェジン0.6~1.0, フルジオキシニル0.5~1.1, プロシミドン0.9~1.5, ミクロブタニル0.7~2.6であった。実測値が推定値の2倍以上となったのは、クロルフェナビル, ジェトフェンカルブおよびミクロブタニルの散布後21日または28日後であった (表4)。

また、フェナリモールとプロシミドンの2回の調査

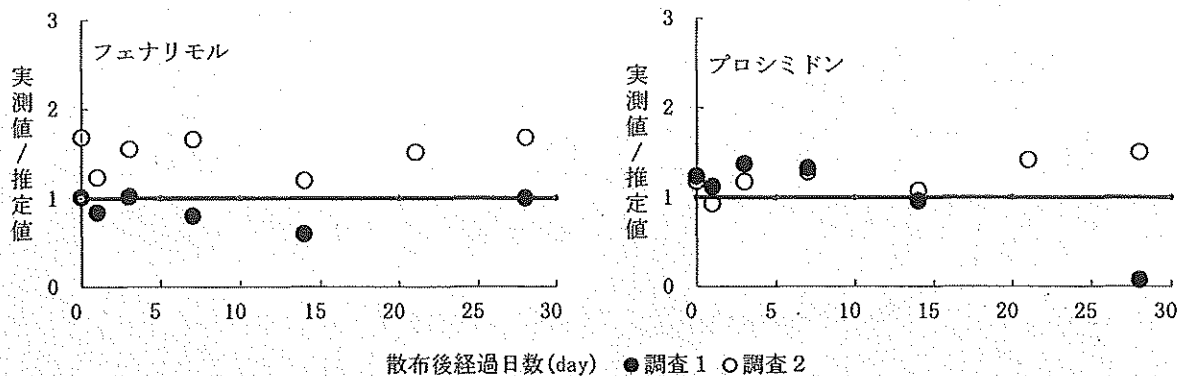


図7 フェナリモールとプロシミドンにおける実測値と推定値の比較

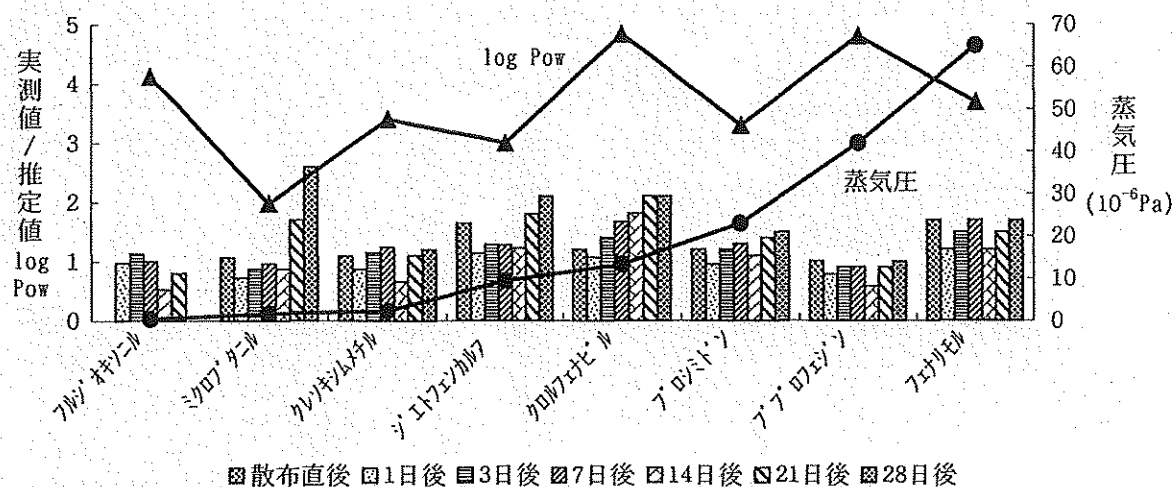


図8 蒸気圧およびlog Powの違いによる実測値と推定値の誤差

結果を比較すると、両成分ともほぼ同様の傾向を示し、概ね推定値と実測値の比が0.5～2.0の範囲で再現性があった(図7)。

次に、調査2で対象とした8成分について蒸気圧、log Powの物理化学的性質の違いによる実測値と推定値の誤差を検証した。分析対象成分のうち蒸気圧の最も低かった成分はフルジオキソニル ($0.39 \times 10^{-6} \text{Pa}$)、最も高かった成分はフェナリモール ($65 \times 10^{-6} \text{Pa}$)、また、log Powの最も低かった成分はミクロブタニル (1.98)、最も高かった成分はクロルフェナビル (4.83) であった。いずれも供試した成分の物理化学的性質の範囲内においては、実測値と推定値の比に顕著な差は認められなかった(図8)。

考 察

シュンギクへの薬液付着率は、側枝の長さが7cm未満では変動が大きく、7cm以上になると変動が少なくなる傾向にあった。調査に用いた長さ7cm未満の試料の浸漬前重量は、0.1gに満たないものから

0.8g程度の分枝直後の若葉であった。収穫適期の重量を約15gとすると、そのおよそ20～150分の1以下ということになる。

薬液付着率は、側枝の重量に対する薬液付着量の割合であるため、収穫適期の側枝に比べて若葉では、薬液一滴が付着するか落下するかによる測定誤差が生じやすく、薬液一滴の重量全体に与える影響が大きくなる。この傾向は果菜類でも同様に見られた¹⁰⁾。

このような理由から、より普遍的な推定値を得るためには、変動の大きかった数値を除くほうが妥当と考え、7cmから収穫適期の20cmまでの数値を平均して28.4%を導き出し、これをシュンギクの薬液付着率にすることとした。

推定に用いるもう一つのパラメーターは、シュンギクの生育である。残留濃度は作物重量当たりの農薬量の割合で示すため、作物重量の推移が残留濃度の推定にとって非常に重要な要素となる。もし、測定した側枝の長さから、生育途中の側枝の重さを推測することができれば、作物を抜き取ることなく経

時的な重量変化を推定することができる。

本研究では、側枝の長さや重量を調査し、両者の関係が一次式で表されることを見いだした。この結果に基づき、実測した側枝長の変化から重量の変化を推定したところ、重量は日数の経過とともに指数関数的に増加することが明らかになった。これにより、推定式に必要な生育速度を表す定数である生育速度定数 λ を導き出すことができた。

本研究で実施した6回の生育調査期間の平均気温は13~21℃で、この温度域では気温が低いと生育は遅く、気温が高いと早くなる温度感応性が認められた。シュンギクの生育適温は15~20℃であり、低温には比較的強く、27~28℃を超えると生育が阻害されることはすでに知られているが¹¹⁾、生育速度と気温の関係について明確に示したものは少ない。

本研究では生育速度定数 λ と平均気温の間に高い正の相関があることを見だし、これにより生育の温度感応性を数式で表すことが可能となった。もちろん、作物の生育は、日照、水、肥料など様々な環境要因に左右されるため気温だけを論じることはできないが、推定式のパラメーターとしては十分活用できると考えられる。

以上より、薬液付着率、生育速度定数 λ が明らかになった。このことから、果菜類で用いられている $C = C_0 \exp(-\lambda t)$ が果菜類でも適用できる可能性が示唆された。そこで、前述の式から求めた推定値と実際のほ場試験結果（実測値）を比較したところ、本研究で供試した8成分において、その実測値は、推定値の0.5~2倍の範囲内にあり、両者は近似していた。しかし、散布後の日数が長くなると実測値の方が大きくなる傾向にあり、21日以降には2倍を超える成分もあった。このような傾向と、蒸気圧やlog Powとの間には明確な関係は認められなかったことから、その他の要因が関与していると推察された。

まず、日数の経過に伴って実測値の大きくなる傾向が顕著に認められた成分は、ミクロブタニル、ジエトフェンカルブ、クロルフェナビル、プロシミドンであったが、クロルフェナビル以外の3成分は浸透移行性があることから⁷⁾、この性質が関与している可能性が考えられた。次に、調査時のシュンギクは分枝始めから30~40日で収穫に至っていたことから、散布21日または28日後の分析に用いたシュンギクの散布時の姿は、側枝の分枝直後であったと推察

され、この時期の薬液付着率の振れが大きいことも考慮する必要がある。さらに、日数の経過にともない残留濃度は減少し、21日以降では散布直後の1/20以下の低濃度レベルでの評価となったことから、分析上の少しの誤差が大きく影響したとも考えられる。本研究は、シュンギク「中葉新菊」を施設内で摘み取り方式で栽培した場合の結果であり、栽培条件等が限定されている。したがって、条件が異なれば適合しなくなる可能性がある。しかし、薬液付着率の誤差だけでも20~40%と2倍あることを考慮すれば、農薬登録のための指標としては十分活用できると考えられる。また、シュンギクに登録のある散布薬剤の使用時期は、収穫の7日あるいは14日前まで、となっている場合が多いことから⁸⁾、農薬登録のための試験薬剤の絞り込みを目的とした場合には、散布14日前までの推定ができれば十分であり、本手法はこれを満たしていると考えられる。

以上のことから、既存の残留推定手法がシュンギクにおいても活用できることが明らかになった。今後は、本手法を用いて農薬の登録促進を図るとともに、他の果菜類への活用も検討していきたいと考えている。

引用文献

- 1) 後藤真康 (1978). 作物における農薬残留と安全使用. 植物防疫. 32:95-99.
- 2) 廣田政隆・大西純一・鈴木克次・松田正 (1987). 作物残留の要因解析の試み. 農薬残留分析研究会講演要旨. 11:1-4.
- 3) 市原勝・奴田原誠克・稲生圭哉 (1999). オクラ果実における農薬残留濃度の推定. 日本農薬学会講演要旨. 24:119.
- 4) 金沢純 (1992). 農薬の環境科学. 東京. 合同出版(株). PP.56.
- 5) 森田久孝・奥村精一郎・皆川保雄・小川和己・横島敏雄 (1992). 薬剤防除の有無がキュウリの収量と品質に及ぼす影響. 日植防研報. 6:1-15.
- 6) 日本植物防疫協会 (1993). 農薬を使わないで栽培した場合の病害虫等の被害に関する調査報告. 東京. 日本植物防疫協会. P.23-33.
- 7) 日本植物防疫協会 (2005). 農薬ハンドブック. 東京. 日本植物防疫協会. PP.819.
- 8) 日本植物防疫協会 (2007). 農薬適用一覧表. 東京. 日本植物防疫協会. P.362-367.

- 9) 中国四国農政局高知農政事務所 (2007). 平成18年度高知県の農畜産物. 高知. 中国四国農政局高知農政事務所. PP.14.
- 10) 島本文子 (2007). シシトウおよび未成熟ササゲにおける農薬残留濃度の推定. 高知農技セ研報. 16:31-38.
- 11) 鈴木芳夫 (1977). シュンギク. 農業技術体系. 野菜編. 7. 東京. 農山漁村文化協会. P.基3-16.
- 12) 山本公昭・谷口尚・奴田原誠克 (1979). 施設野菜の農薬残留に関する研究 第1報7種の野菜果実間の残留比較. 高知農林研報. 11:33-44.

Summary

To promote pesticide registration in garland chrysanthemums, a new method for estimation of residual pesticide concentration was developed. The deposit ratio of pesticides on garland chrysanthemum plants was determined as 28.4%. The crop growth rate constant (λ) of garland chrysanthemums was calculated based on the average temperature during the growing period (T) using the formula $\lambda = 0.1266T - 0.05299$. Based on these results, a residual pesticide concentration at t days after application could be calculated using a formula originally developed for fruit vegetables: $C = C_0 \exp(-\lambda t)$. In this formula, C_0 is the initial residual concentration at $t=0$, and is a product of content, dilution and deposit ratio of the pesticide. Actual concentrations of pesticides, measured soon after and up to 14 days after application, varied from 0.5 to 2 times the residual concentrations estimated using this method.

Key words : garland chrysanthemum, estimative residual pesticide concentration, initial residual concentration, deposit ratio of pesticides, crop growth rate constant