

農薬残留推定モデルによるマイナー作物の残留性評価

一般社団法人日本植物防疫協会 ふじた としかず わだ ゆたか たかはし よしゆき
藤田 俊一・和田 豊・高橋 義行

はじめに

農林水産省の先端技術を活用した農林水産高度化事業の中でマイナー作物の登録促進のための課題が設定されたことを受け、農業環境技術研究所と日本植物防疫協会の共同研究チームは2003年度から3か年をかけて新たな作物グループの検討に取り組み、4つの新グループの提案を行った(殷, 2006; 遠藤, 2006; 高田ら, 2006 a; 2006 b; 田代ら, 2006)。その後も同チームでは2005～07年度の高度化事業において残留推定モデルの構築とそれを用いたマイナー作物の残留性の外挿評価法に関する研究に取り組んだ。この研究で開発したモデルは残留分析を必要としないことから、コストをかけずにマイナー作物の残留性を推定することができ、作物間の潜在的な残留特性の比較に活用できる。本稿ではその概要を紹介する。

I 農薬残留推定モデル

1 背景と目的

農薬の作物残留濃度を決定づける要因は複雑であるが、最も一般的な農薬処理形態である茎葉散布では、薬液付着量と可食部重量によって初期濃度が決定され、その後の可食部の肥大成長と農薬の分解消失が濃度低下要因として働くと考えられる。市原ら(1999)はオクラを用いて残留濃度の推定を試み、薬液濃度、散布量、散布方法、散布者、繁茂条件を変えてオクラ果実の薬液付着率を求めるとともに、栽培時期を変えて肥大曲線を取得し、農薬の分解を考慮しない場合の推定モデル式を得ている。

そこで、本研究においては市原らの研究を参考とし、より広範囲な作物に適用できる茎葉散布残留推定モデルを策定することを目標とした。具体的には、登録が要望されているマイナー作物が多く含まれる葉菜類と果実類を対象にモデル化を検討することとした。

次に、本研究では生産現場で取得可能なパラメータを

中心にしてモデルを構築することを目標とした。これは、残留分析を求めることなく残留性を推定できるようにすることが本研究の前提となっていたためである。

またモデルの利用方法については、農薬ごとの作物間の残留性の相対評価に用いることに主眼を置いた。すなわち、ある農薬について作物間の残留性を比較検討した結果、両者は同等である(もしくは上下関係が明確である)と判断された場合、一方の(もしくは上位の)作物で信頼できる残留データが取得されていれば、それを他方の作物の残留データとして外挿することができる考えたのである。作物のグループ化では合理的かつあらゆる農薬に適用可能な作物グループを見いだす必要があるが、外挿評価では農薬ごとに任意の作物間で判断すればよい。このアイデアは農林水産省(当時)阪本 剛氏によるものであったが、うまく機能すれば、残留試験まで手がまわらないマイナー作物の登録を効率的に推進できる可能性があると考えられた。本研究では、残留データが取得されているほうの作物を「参照作物」と呼ぶこととした。

2 果実類モデルの構築

果実類に含まれる作物は果菜類と果樹類である。両者は大きく異なる作物グループであるが、可食部が果実状である点で共通しており、いずれにおいても薬液付着量と可食部重量によって初期濃度が決定され、その後の可食部の肥大成長と農薬の分解消失が濃度低下要因として働くと考えられる。

農薬分析を行わずに薬液付着量を推定するには、果実表面に付着し保持される薬液量を電子天秤を用いて測定するアプローチが考えられる。本研究では8種類の果実で生育ステージごとに残留分析を行いながら幾つかの方法を検討した結果、果実を水に瞬間浸漬して水を切ったのち浸漬前後の重量を測定し、その重量差から付着率を求める方法は、極端に小さい果実でない限り、実際の薬液付着率を反映しうることを確認した。本研究ではこの方法を「浸漬重量法」と呼ぶこととし、再現性よく付着率を取得できる標準手順を確立した。

この方法によって取得した果実類の付着率を表-1に示す。表では収穫時期の付着率を表示したが、示された作物間の序列は経験上知られている残留傾向ともおおむね一致していた。ただし、同一果実でも肥大成長に伴っ

Development of Residue Simulation Models and their Use to Pesticide Registration for Minor Crops. By Toshikazu FUJITA, Yutaka WADA and Yoshiyuki TAKAHASHI

(キーワード: 作物残留, 残留推定モデル, シミュレーション, マイナー作物, 外挿評価)

表-1 浸漬重量法による果実類の付着率

区分	作物名	品種名	収穫期の付着率% (果実重量 (g))
果樹	ラズベリー	(不明)	4.08 (2.05)
	やまもも	亀蔵	2.23 (2.11)
	うめ	石川1号	1.49 (9.56)
	マルメロ	スマルナ	1.43 (220)
	ドラゴンフルーツ	ホワイトドラゴン	0.98 (364)
	ぶどう (果柄を除く)	デラウェア	0.98 (1.43)
	ゆず	在来種	0.85 (84.2)
	フェイジョア	在来種	0.76 (22.3)
	いちじく	榎井ドーフィン	0.69 (32.8)
	かぼす	—	0.66 (90.2)
	あんず	信州大実	0.66 (75.6)
	パッションフルーツ	サマーキング	0.58 (105)
	ブルーベリー	パークレイ	0.57 (3.01)
	おうとう	高砂	0.49 (5.24)
	きんかん	にんぼうきんかん	0.37 (16.3)
	ぶどう (果柄を除く)	巨峰	0.36 (11.5)
	ブルー	シュガー	0.35 (22.6)
	すもも	太陽	0.29 (129)
	西洋なし	ラ・フランス	0.27 (145)
	かき	富有	0.27 (140)
	なし	幸水	0.25 (264)
	日向夏	—	0.24 (222)
	かりん	在来種 (晩生)	0.15 (482)
	りんご	つがる	0.21 (179)
	すもも	大石早生	0.19 (74.8)
	レモン	マイヤーレモン	0.16 (173)
マンゴー	アーウィン	0.15 (436)	
パパイヤ	サンライズソロ	0.13 (510)	
ネクタリン	黎明	0.13 (130)	
野菜	おくら	グリーンソード	2.07 (12.2)
	甘長とうがらし	伏見甘長	1.92 (9.80)
	いちご (へた無し)	女峰	1.86 (13.3)
	きぬさやえんどう	ゆうさや	1.82 (2.15)
	ピーマン	京みどり	1.27 (14.6)
	さやいんげん	さつきみどり 2号	0.83 (5.52)
	なす	千両2号	0.71 (75.1)
	にがうり	沖繩中長	0.60 (194)
	きゅうり	シャープ301	0.41 (116)
	トマト	桃太郎	0.26 (169)
	ズッキーニ	グリーントスカ	0.22 (177)

付着率は浸漬による付着量の果実重量に対する割合を示す。

て付着率が大きく変化する場合が多く、品種によって付着率が異なる場合もあった。

一方、実際の農薬散布では浸漬ほどの付着率は得られない。このため、本研究では実際の農薬散布を模したスプレー法による付着率も調査した結果、浸漬によって得た付着率のおおむね0.8倍以内であったことから、残留濃度の推定にはこの係数によって補正した付着率を用い

るのがよいと考えられた。

農薬の分解を考慮しない単回散布モデルでは、上記の方法で得られる果実表面への推定農薬付着量を収穫期の果実重量で除すことにより、果実の推定残留濃度が得られる。しかし、より一般的な複数回散布モデルを構築するためには、散布期間を含む果実の肥大成長と農薬の分解消失を考慮する必要がある。これらを考慮し、本研究で構築した果実類の残留推定モデル式 (3回散布の場合) を次に示す。

$$Ct_3 = \frac{P \cdot 0.8 \{ (S_1 \cdot W_1 \cdot D^{t_1} + S_2 \cdot W_2) D^{t_2} + S_3 \cdot W_3 \} D^{t_3}}{100 \cdot Wt_3}$$

Ct_3 : 最終散布 t_3 日後の推定残留濃度 (mg/kg)

P : 薬液濃度 (ppm)

S : 付着率 (%) (浸漬重量法による)

S_1, S_2, S_3 : 1回目散布, 2回目散布, 3回目散布時の各付着率

D : 残存係数 (≤ 1)

t : 経過日数 (日)

t_1 : 1回目散布から2回目散布までの日数,

t_2 : 2回目散布から3回目散布までの日数,

t_3 : 3回目散布から収穫までの日数

W : 果実重量 (g)

W_1, W_2, W_3 : 1回目散布, 2回目散布, 3回目散布時の各果実重量

Wt_3 : 最終散布 t_3 日後の果実重量

このうち、果実重量 (W) は実際の作物栽培に基づく実測値または肥大成長曲線から得ることができる。一方、残存係数 (D) は1日当たりの残存割合 (日5%消失であれば0.95) をあらわすパラメータであるが、環境条件の影響を受けやすくデータごとに異なるため、確立された取得方法はない。一例として、参照作物の農薬残留データにおける最終散布後の残留濃度の推移から目安を得ようとする場合には、以下の式によって求めることができる。ただし適用は慎重に行う必要があり、散布間隔と最終散布後の日数が短い場合は残存係数は考慮しない (1とする) 選択肢もある。また、同じ農薬で作物間の潜在的な比較を行う場合、作物ごとに異なる残存係数を用いることは適当とはいえない。

$$\text{残存係数} = 1 - (\text{濃度減衰率} - \text{重量増加率})$$

$$\text{濃度減衰率} = \left\{ d_1 \times \left[\frac{C_1}{C_2} \right] + d_2 \times \left[\frac{C_2}{C_3} \right] \right\} \times \frac{1}{d_1 + d_2}$$

$$\text{重量増加率} = \left\{ d_1 \times \left[\frac{W_1}{W_2} \right] + d_2 \times \left[\frac{W_2}{W_3} \right] \right\} \times \frac{1}{d_1 + d_2}$$

c_1, c_2, c_3 : 最終散布後 1 回目, 2 回目, 3 回目の各採取日の残留濃度

w_1, w_2, w_3 : 最終散布後 1 回目, 2 回目, 3 回目の各採取日の果実重量

d_1 : 1 回目採取から 2 回目採取までの日数

d_2 : 2 回目採取から 3 回目採取までの日数

本モデル式によって得た推定濃度の検証結果を表-2 に示す。ここでは最終散布時を含むその後の残留濃度および果実重量の推移から残存係数を求めた。全データセットの平均では、推定値は実測値の 1.1 倍であった。

3 葉菜類モデルの構築

研究の初期段階では果実類モデルを基本として検討をすすめたが、葉菜類の残留濃度の再現は困難であった。これは、葉菜類の繁茂形状は果実類のように単純ではないため、果実類ほど均一に付着せず、茎葉ごとのばらつきが大きいためである。このため、葉菜類の場合の初期付着量の推定は一定の面的なスケールをもって行う必要があると判断された。検討の結果、単位面積当たり散布量、作物体の散布液捕捉率（被覆面積率）、葉面の薬液付着率および単位面積当たり株数から初期付着量を求めることにより、葉菜類の初期残留濃度の再現性が高まった。

このうち付着率は、表面構造など作物固有の特徴が反映されることから実測が必要であるが、果実類の場合と同じ重量浸漬法は適用できない。様々な方法を検討した結果、円形のろ紙と作物葉片（ろ紙と同じ直径に切り出したもの）を架台に横一列に並べ、ハンドスプレーを用いて一定速度で移動させながら精密に水を散布して散布前後の重量変化から付着量を求め、ろ紙の付着量に対する割合を付着率とする方法を開発した。ろ紙を用いたのは、後述するモデル式では葉面積当たりの散布量に対する付着率を得る必要があるが、ハンドスプレーを用いる室内実験では葉面積当たりの散布量は実測によって得る必要があることから、その測定に適するしったり落ちしにくい素材が求められたためである。

本研究で得た葉菜類の付着率を表-3 に示す。付着率

は作物の品種、ステージ、試験者または栽培圃場によって変動する可能性があるが、本研究による検証結果は次のとおりであった。品種間差については、みずな $64 \pm 9\%$ (3 品種)、たかな $88 \pm 9\%$ (4 品種)、ねぎ $43 \pm 3\%$ (2 品種) であった。ステージについては生育中期から収穫末期まで 4 時期に調査したが、農薬散布が想定される生育中期～後期では、こまつな $63 \sim 80\%$ 、しゅんぎく $83 \sim 86\%$ 、金時草 $51 \sim 57\%$ となり、果実類の場合よりも差異は小さかった。個人差については、同一のこまつなを 2 名の試験者が試験した範囲ではほとんど認められなかった。栽培圃場間の差異については、農業環境技術研究所と当協会研究所で 8 種類の葉菜類をそれぞれ栽培して比較調査を行った結果、みずな以外は両者の乖離は 0.7 ~ 1.2 倍と比較的小さかった。

以上を踏まえ構築した葉菜類の残留推定モデル式 (3 回散布の場合) は次のとおりである。

$$Ct_3 = \frac{(A_1 \cdot \frac{V_1}{100} \cdot Q \cdot D^{t_1} + A_2 \cdot \frac{V_2}{100} \cdot Q) D^{t_2} + A_3 \cdot \frac{V_3}{100} \cdot Q \cdot D^{t_3}}{100 \cdot N \cdot Wt_3}$$

Ct_3 : 最終散布 t_3 日後の推定残留濃度 (mg/kg)

A : 面積当たり有効成分投下量 (mg/m²)

A_1, A_2, A_3 : 1 回目散布, 2 回目散布, 3 回目散布の各有効成分投下量

V : 被覆面積率 (%)

V_1, V_2, V_3 : 1 回目散布, 2 回目散布, 3 回目散布時の各被覆面積率

Q : 付着率 (%)

同一条件で散布した時のろ紙への付着量に対する葉面付着量の割合

D : 残存係数 (≤ 1)

t : 経過日数 (日)

t_1 : 1 回目散布から 2 回目散布までの日数,

t_2 : 2 回目散布から 3 回目散布までの日数,

t_3 : 3 回目散布から収穫までの日数

N : 面積当たり株数 (株/m²)

Wt_3 : 最終散布 t_3 日後の株当たり重量 (kg/株)

本モデル式によって得た推定濃度の検証結果を表-4 に示す。ここでは最終散布時を含むその後の残留濃度および株重量の推移から残存係数を求めた。検討事例数は少ないが、推定値は実測値の 1.2 倍となった。なお、一般に葉菜類は果実類よりも表面積が大きく農薬が分解消失しやすい傾向があるので、分解が遅い農薬の場合でも

表-2 果実類残留推定モデルの検証結果

作物名	農薬 (a)	散布回数	実測残留濃度 (mg/kg)				推定残留濃度 (mg/kg) (b)				残存係数 (c)	平均乖離度 (d)
			0 (e)	7	15	21	0	7	15	21		
うめ	A 剤	4	6.86	4.90	4.02	3.30	8.66	7.41	5.61	4.25	1.00	1.4
	B 剤	4	1.97	0.77	0.46	0.36	1.28	0.76	0.38	0.21	0.95	0.8
	C 剤	4	9.78	1.75	0.35	0.08	6.96	1.05	0.11	0.02	0.78	0.5
			0	3	7		0	3	7			
りんご (つがる)	A 剤	4	1.16	0.90	1.17		0.76	0.69	0.68		1.00	0.7
	B 剤	4	0.22	0.20	0.19		0.19	0.17	0.17		1.00	0.9
	C 剤	4	1.34	1.02	0.60		0.88	0.58	0.37		0.90	0.6
			0	3	7	15	0	3	7	15		
かりん	A 剤	4	0.51	0.26	0.26	0.30	0.27	0.23	0.20	0.15	0.96	0.7
	B 剤	4	0.11	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.04	0.96	0.8
	C 剤	4	1.12	0.72	0.43	0.42	0.61	0.49	0.37	0.21	0.93	0.6
			0	4			0	4				
トマト (Lサイズ)	A 剤	3	0.58	0.74			1.02	0.94			1.00	1.5
	B 剤	3	0.35	0.38			0.25	0.24			1.00	0.7
	C 剤	3	0.92	1.22			2.54	2.36			1.00	2.3
			0	4			0	4				
トマト (Mサイズ)	A 剤	3	1.01	1.47			0.97	0.88			1.00	0.8
	B 剤	3	0.42	0.46			0.24	0.22			1.00	0.5
	C 剤	3	1.48	2.20			2.43	2.19			1.00	1.3
			0	4	7		0	4	7			
トマト (Sサイズ)	A 剤	3	1.25	1.22	1.46		1.37	1.07	1.27		1.00	0.9
	B 剤	3	0.44	0.43	0.44		0.34	0.27	0.32		1.00	0.7
	C 剤	3	1.54	1.66	1.64		3.42	2.69	3.16		1.00	1.9
			0	3	7		0	3	7			
きゅうり	A 剤	2	1.28	0.33	0.14		1.50	0.36	0.16		0.97	1.1
	B 剤	2	0.32	0.12	0.05		0.38	0.10	0.05		1.00	1.0
	C 剤	2	1.90	0.10	0.01		3.56	0.01	< 0.01		0.19	1.0
			0	4	7		0	4	7			
ピーマン	A 剤	2	1.98	1.56	1.12		2.83	1.87	1.43		1.00	1.3
	B 剤	2	0.72	0.48	0.41		0.71	0.47	0.36		1.00	0.9
	C 剤	2	3.90	0.84	0.31		4.94	0.66	0.15		0.67	0.8
			0	3	7		0	3	7			
いんげん (Lサイズ)	A 剤	1	1.92	0.86	0.91		2.78	1.52	1.26		0.99	1.5
	B 剤	1	0.78	0.32	0.19		0.70	0.28	0.15		0.89	0.8
	C 剤	1	5.28	1.08	0.28		6.96	0.80	0.08		0.59	0.8
			0	3			0	3				
いんげん (Mサイズ)	A 剤	2	2.07	1.91			2.91	1.92			0.98	1.2
	B 剤	2	0.86	0.62			0.71	0.35			0.89	0.7
	C 剤	2	4.76	2.88			7.04	2.52			0.80	1.2
			0	3	7		0	3	7			
いんげん (Sサイズ)	A 剤	3	1.42	1.05	1.10		4.49	3.63	3.14		1.00	3.2
	B 剤	3	1.12	0.47	0.24		1.12	0.91	0.78		1.00	2.1
	C 剤	3	9.33	3.52	1.78		7.76	3.10	1.04		0.79	0.8
			1	3			1	3				
いちご	D 剤	3	6.30	4.74			12.27	8.09			0.91	1.8

(全平均) 1.1

a: 散布液濃度は A 剤 200 ppm, B 剤 50 ppm, C 剤 500 ppm, D 剤 400 ppm である。

b: 果実類の推定モデル式を用いて計算。果実重量と付着率は各散布時における取得値を、残存係数は表示値をそれぞれ使用した。

c: マイナスの場合または実測値が減衰を示していない場合は 1 とした。最終散布後を対象としたが、測定回数が少ないものは最終散布を含む二つの散布区間を対象として計算した。

d: 各経過日における推定濃度を実測濃度で除した値の平均値。

e: 最終散布後の経過日数。

表-3 葉菜類の付着率

作物名	付着率 (%)	栽培条件・時期・対象品種数
たかな	88 ± 9	露地, 3月および11月, 4品種
味美菜	84	雨よけ, 3月, 1品種
かつおな	81	雨よけ, 2月, 1品種
ほうれんそう	80 ± 13	露地・雨よけ, 1月, 2月および11月, 1品種
しゅんぎく	79 ± 11	雨よけ, 10月および11月, 1品種
べんり菜	77	雨よけ, 3月, 1品種
ゆきな	76	雨よけ, 3月, 1品種
せいさい	73	雨よけ, 3月, 1品種
ルッコラ	72	雨よけ, 3月, 1品種
しろな	71	雨よけ, 2月, 1品種
こまつな	70 ± 13	露地・雨よけ, 5~10月, 1品種
ひろしまな	70 ± 10	露地・雨よけ, 3月および11月, 1品種
みぶな	69 ± 16	露地, 3月および11月, 2品種
からしな	68	雨よけ, 2月, 1品種
さんとうさい	68 ± 7	露地・雨よけ, 1~5月および10月, 1品種
タアサイ	65 ± 11	露地・雨よけ, 1月, 3月, 10月および11月, 1品種
てごろ菜	65	雨よけ, 3月, 1品種
みずな	64 ± 9	露地, 11月, 3品種
チンゲンサイ	64 ± 10	露地・雨よけ, 1月,10月および11月, 1品種
たいさい	63	雨よけ, 3月, 1品種
ちじみな	61	雨よけ, 3月, 1品種
金時草	61 ± 9	雨よけ, 10月および11月, 1品種
ケール	45 ± 1	露地, 3月および12月, 1品種
ねぎ	43 ± 3	露地, 10月, 2品種
コラード	42	露地, 12月, 1品種

付着率は同一条件で散布した場合の濾紙への付着量に対する葉面付着量の割合を示す。

0.95 程度の残存係数を考慮するほうがよい。

II モデルの適用条件と外挿評価法

1 農薬の条件

本モデルが適用できる農薬の条件は次のとおりである。

ア) 茎葉散布剤であること。すなわち、土壌処理剤などには適用できない。

イ) 固形剤ではないこと。すなわち、本モデルでは粉剤などの付着パターンは考慮していない。

ウ) 代謝物の産生量が少ない農薬であること。すなわち、代謝物の産生量が多い農薬では、作物やデータ間での変動が大きくなりやすいため、安易な適用はできない。

エ) 使用時期が収穫前の一定期間以内であること。すなわち、本モデルは可食部に直接農薬が散布されることを前提にしているため、可食部の形成前には適用できない。また、最終散布から収穫までの日数が長くなるほど推定精度は低下するため、1~2週間を超えない範囲で用いるのがよい。

2 作物の条件

(1) 果実類モデル

果実類モデルは、果皮を含む果実全体がほぼ可食部(分析部位)となるものを対象としている。このため、可食部(分析部位)が外皮等に覆われた果実には適用できない。

(2) 葉菜類モデル

葉菜類モデルは、平面的に栽培され、地表面被覆率が

表-4 葉菜類残留推定モデルの検証結果

作物名	農薬 (a)	散布回数	実測残留濃度 (mg/kg)				推定残留濃度 (mg/kg) (b)				残存係数 (c)	平均乖離度 (d)
			0 (e)	3	7	14	0	3	7	14		
こまつな	A 剤	2	20.4	10.5	5.64	2.30	24.6	11.8	7.95	2.71	0.97	1.2
	B 剤	2	4.04	0.64	0.09	0.02	4.63	0.70	0.10	< 0.01	0.66	1.0
しゅんぎく	A 剤	2	12.9	9.41	6.81	4.23	17.4	16.1	8.60	5.59	1.00	1.4
	B 剤	2	2.52	1.66	0.80	0.40	3.70	2.85	1.19	0.50	0.94	1.5
金時草	A 剤	2	19.9	15.9	13.2	8.36	19.7	15.2	12.6	8.70	0.97	1.0
	B 剤	2	3.06	1.11	0.33	0.13	3.21	1.15	0.34	0.04	0.75	0.9
											(全平均)	1.2

a: 散布液濃度は A 剤 200 ppm, B 剤 50 ppm である。

b: 葉菜類の推定モデル式を用いて計算。

c: マイナスの場合は 1 とした。

d: 推定値を実測値で除した値の平均値。

e: 最終散布後の経過日数。

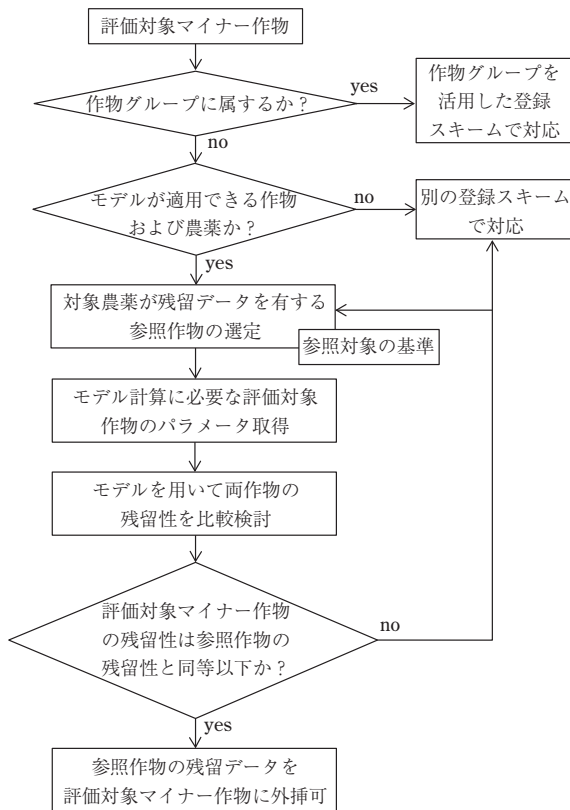


図-1 残留推定モデルを用いたマイナー作物の残留性の外挿評価スキーム

- 注 1) 参照作物選定の一般的基準は次のとおり。
- ア) 参照作物は、評価対象マイナー作物と同じ残留推定モデルが適用できる作物であること。
 - イ) 相互に栽培形状が類似しており適正散布量が大きく異なること、特に平面葉菜類では適正散布量が相互に同等であること。
 - ウ) 評価対象マイナー作物が施設栽培の場合は、参照作物も施設栽培が行われるものであること。
 - エ) 評価対象マイナー作物が果菜類の場合は参照作物も果菜類から、果樹類の場合は果樹類からそれぞれ選定すること。
- 注 2) 参照作物の残留データの要件は次のとおり。
- ア) 評価対象マイナー作物に適用する農薬と製剤および使用条件が同等であること。
 - イ) 参照作物の代表的な栽培特性を反映しており、評価対象マイナー作物の代表的な栽培条件と大きく異なること。施設栽培と露地栽培の別にも留意する。
 - ウ) 評価対象マイナー作物で想定する収穫前日数をカバーできること。

比較的高く、株元から株全体を切り取って収穫する作物を対象としている。このため、次のような場合には適用できない。

表-5 果実類モデルを用いた果実類残留特性の比較例

作物グループ	作物名	推定残留濃度 (mg/kg)			収穫時 果実重量 (g)	
		最終散布の収穫前日数				
		1日	7日	14日		
小粒核果類	うめ	4.54	3.06	1.82	9.41	
	あんず	1.98	1.34	0.83	74.5	
	ブルーベリー	1.25	0.85	0.53	21.5	
	すもも	0.89	0.56	0.32	131	
	すもも (早生)	0.43	0.21	0.09	72.7	
ベリー類	ラズベリー	12.6	7.72	3.68	1.91	
	ブルーベリー	1.56	1.04	0.60	2.91	
		<hr/>				
		ぶどう (デラウェア)	3.09	2.16	1.42	1.42
		ゆず	2.58	1.81	1.19	84.1
		おうとう	1.31	0.82	0.43	5.10
		ぶどう (巨峰)	1.21	0.88	0.61	11.4
		西洋なし	0.78	0.57	0.40	142
		かき	0.78	0.50	0.30	141
		なし (幸水)	0.73	0.48	0.28	283
		りんご (つがる)	0.61	0.43	0.28	189
		かりん	0.55	0.39	0.26	478
		ネクタリン	0.48	0.33	0.20	122

200 ppm 薬液を7日間隔3回散布した場合について果実類モデルを用いて試算。

散布日は各区の収穫日をそろえて下表のようにさかのぼって設定し、それぞれの日における付着率および果実重量は調査から得た回帰式により計算で求めた。残存係数は0.95とした。

	1日区	7日区	14日区
第1回散布	- 15	- 21	- 28
第2回散布	- 8	- 14	- 21
第3回散布	- 1	- 7	- 14
収穫日	0	0	0

- ア) 外葉が除去される結球葉菜類
- イ) 茎葉および花蕾を可食部とするもの (ブロッコリーなど)
- ウ) 根茎等可食部が地下部に存在するもの。ただし、だいこんの葉部のように地上部に限った場合には適用しうる。
- エ) 葉を連続的に摘み取って収穫するもの。このタイプの葉菜類は、散布のタイミングによって農薬がかからない展開葉が含まれてくるため不確実性が增大する。
- オ) 平面的な栽培とはいえない葉菜類、株が大きい等により側面からも農薬散布が行われるような作物では、本モデルの適用は難しい。ねぎ類もこのグループに含まれる。

3 外挿評価

本研究では、モデルを用いた外挿評価の具体的な方法を図-1のように整理した。本スキームはその後農業登録制度に取り入れられたが、現在のところその適用範囲は、残留データの積極的な取得が望めない、生産量が著しく少ない超マイナー作物に限定している。

III モデルの発展的な利用

本研究で調査対象とした主な果実類について、200 ppm 薬液を7日間隔で3回散布した場合の残留濃度の推定結果を表-5に示す。ここでは収穫日を一定にし、散布日をさかのぼる設定でシミュレーションを行った。各時期における果実重量および付着率は、調査から得た実測値のみでは不十分であることから回帰式で推定し、残存係数は0.95として計算した。

この結果、現在作物グループが形成されている小粒核果類ではうめが最も高い残留性を示し、経験則を裏付けた。このように、本モデルをより広範囲なシミュレーションに活用することも可能である。ただし、本稿で示した試算はあくまで一例であり、登録作物のグループ化といった普遍性が求められるテーマに用いようとする場合には、さらなる検討が必要である。例えば、本研究で得

た肥大成長特性は一事例にすぎず、品種間差も十分に解明できていない。こうした課題の解決には、作物研究分野で蓄積された知見の活用が不可欠となろう。また、類似性の高い作物であっても、仕立ての違いによって実際の農薬付着パターンが大きく異なっていたり、そもそも防除時期が異なる場合もあるので、注意しなければならない。

おわりに

本研究は次のメンバーによって取り組まれた(敬称略); 遠藤正造, 石坂真澄, 渡辺栄喜(以上, (独)農業環境技術研究所), 和田 豊, 高橋義行, 田代定良, 高田正司, 荻山和裕, 高木 豊, 藤田俊一(以上, (社)日本植物防疫協会)。本稿は執筆者の責任において当時の研究データを再検証のうえ一部を発展的に再整理したものである。なお, 付着率取得のための標準手順は, 当協会にご照会いただきたい。

引用文献

- 1) 遠藤正造(2006):植物防疫 60:418.
- 2) 市原 勝ら(1999):日本農業学会誌 24:119(講要).
- 3) 股 熙洙(2006):植物防疫 60:419~421.
- 4) 高田正司ら(2006 a):同上 60:426~431.
- 5) ———ら(2006 b):同上 60:432~436.
- 6) 田代定良ら(2006):同上 60:422~425.

新しく登録された農薬 (24.12.1 ~ 12.31)

掲載は、**種類名**、登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録年月日、有効成分：含有量、**対象作物**：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、**適用作物**、**適用雑草**等を記載。（登録番号：23171 ~ 23187）種類名に下線付きは新規成分。※は新規登録の内容。

「殺虫剤」

- カルボスルファン粒剤** ※新規参入
23181：ISK アドバンテージ S 粒剤（石原産業）12/12/05
カルボスルファン：3.2%
さとうきび：ハリガネムシ類，メイチュウ類；植付時
さとうきび：ハリガネムシ類，メイチュウ類；培土時
さとうきび：コガネムシ類幼虫；培土時
かんしょ：コガネムシ類幼虫，ハリガネムシ類；植付時
ねぎ：ネギアザミウマ，ネギハモグリバエ；定植時
だいこん：キスジノミハムシ；は種時
- フロニカミド水和剤** ※新剤型
23182：ウララフロアブル（石原産業）12/12/19
フロニカミド：26.5%
きく：アブラムシ類；発生初期
- スピロテトラマト水和剤** ※新規化合物
23187：モベントフロアブル（バイエル クロップサイエンス）12/12/28
スピロテトラマト：22.4%
きゅうり：ハダニ類；収穫前日まで
なす：アブラムシ類，ハダニ類，チャノホコリダニ；収穫前日まで
ピーマン：アザミウマ類；収穫前日まで
とうがらし類：アザミウマ類；収穫前日まで

- トマト：コナジラミ類；収穫前日まで
- ミニトマト：コナジラミ類；収穫前日まで
- メロン：コナジラミ類；収穫前日まで
- すいか：アザミウマ類；収穫前日まで
- いちご：アブラムシ類，アザミウマ類，コナジラミ類；収穫前日まで
- ばれいしょ：アブラムシ類；収穫7日前まで

「殺菌剤」

- ピロキロン粉粒剤** ※新剤型
23172：コラトップジャンボ P（シンジェンタ ジャパン）12/12/05
ピロキロン：24.0%
稲：いもち病；葉いもちに対しては初発20日前～初発時穂いもちに対しては出穂30日前～5日前まで
- ベノミル水和剤** ※新規参入
23180：GF ベンレート水和剤（住友化学園芸）12/12/05
ベノミル：50.0%
みかん：そうか病，灰色かび病，貯蔵病害（青かび病），貯蔵病害（緑かび病），貯蔵病害（軸腐病），貯蔵病害（炭疽病），貯蔵病害（黒斑病）；収穫前日まで

(45 ページに続く)