

5-1703

農薬の後作物残留を未然に防止する 登録制度の提案

課題代表者：清家 伸康

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

参画機関：

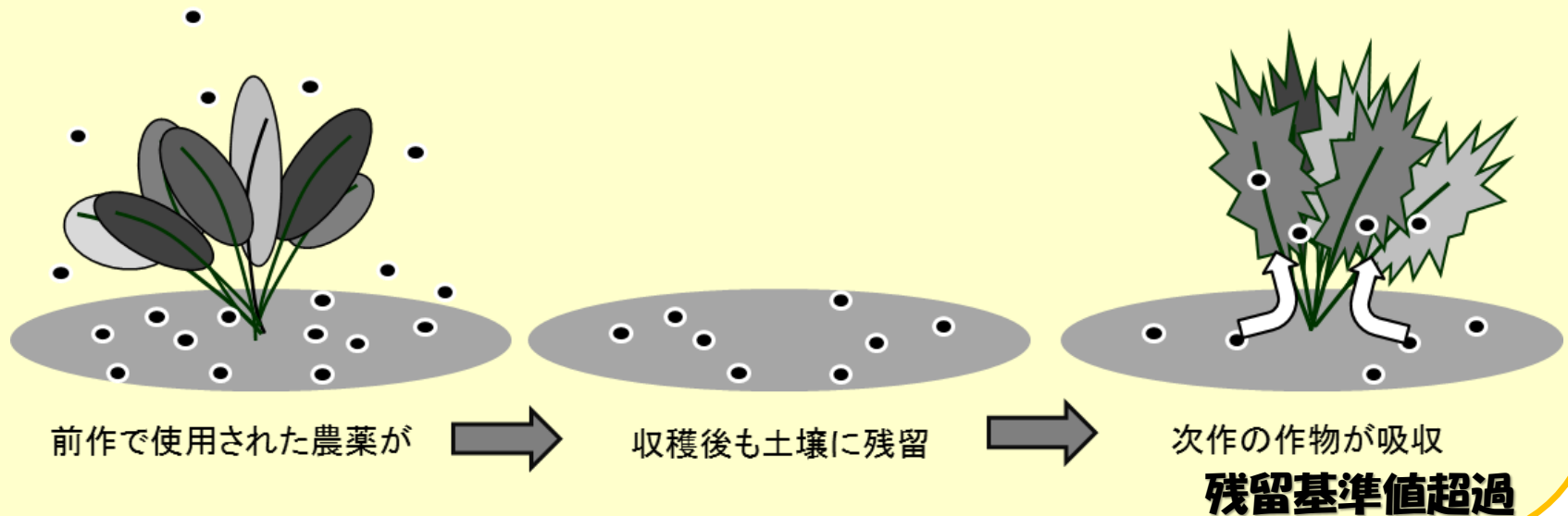
高知県農業技術センター 島本 文子

徳島県立農林水産総合技術支援センター 田中 昭人

兵庫県立農林水産技術総合センター 望月 証

宮城県農業・園芸総合研究所 中村佳与

農薬の後作物残留



基準値を超過した場合，出荷停止，回収，緊急調査

農薬の後作物残留メカニズムに基づく土壌残留に係る 農薬登録保留基準の提案

[概要]

土壌残留に係る農薬登録保留基準として考慮すべき
要素を特定の上、土壌残留に係る農薬登録保留基準
を提案

トリガー設定が可能か？

農薬登録申請者に提出を求める試験の内容など(試
験を実施する際の要件(作物の選択、ほ場の選択な
ど)を提案

試験方法の提案

後作物残留に関する現行の登録制度

土壌残留に係る農薬登録保留基準(環境省)

土壌中半減期

0日

100日

180日

何ら規制なし

後作物残留試験

我が国の輪作体系を
考慮すると...

適切なトリガー設定
できないか？

土壌種の指定なし
畑作...**根菜類**を含む2作物

リスクが高い試験条件で行う
べきではないのか？

後作物残留試験の トリガー

サブ①農環研

H29

- 水抽出された土壤中農薬（作物可吸性農薬）の温度依存性、水分への影響

H30

- 作物移行性の環境要因（温度、日長等）

H31

- シミュレーションモデルの構築
- ほ場試験結果を用いた検証

- トリガーの設定

後作物残留試験条件 （ほ場試験）

サブ①農環研

サブ②高知県

サブ③徳島県

サブ④兵庫県

サブ⑤宮城県

●作物間差, 土壌間差

- ・葉菜類, 根菜類, 主要作物
- ・水抽出農薬の半減期

●季節変動

- ・葉菜類
- ・水抽出農薬の半減期

●土壌間差

- ・水抽出農薬の水平, 鉛直移動

●季節変動

- ・水抽出農薬の水平, 鉛直移動

試験計画(ほ場試験)

参画研究機関

サブ③徳島県…砂丘未熟土
サブ④兵庫県…黄色土
サブ①高知県…灰色低地土
サブ④農環研…黒ボク土

少
炭素含量
多

我が国の畑地の
約70%をカバー
する土壌種

※キックオフミーティング
(2017.5.9) ほ場試験条件の
統一を図った

例: 供試農薬…log Powの
異なる(-0.55~4.6)ジノテフ
ラン、クロチアニジン、メタラ
キシルM、プロシミドン、トル
クロホスメチルを必須とし、
それ以外はオプション。

●9科16作物の農薬残留の作物間差
コマツナ, シュンギク, ホウレンソウ, ニンジン, カブ等

●土壌中半減期の、土壌間差、季節間差
春作(3月)、初夏作(5月)、秋作(9月)

●作物中濃度の季節間差
春作(3月)、初夏作(5月)、秋作(9月)

供試作物

供試土壌

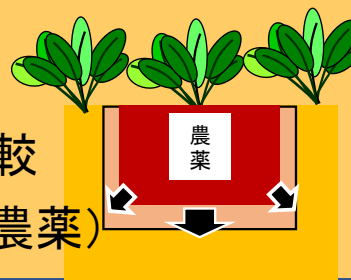
季節

参画研究機関

サブ⑤宮城県…場内に3種の土壌のほ場

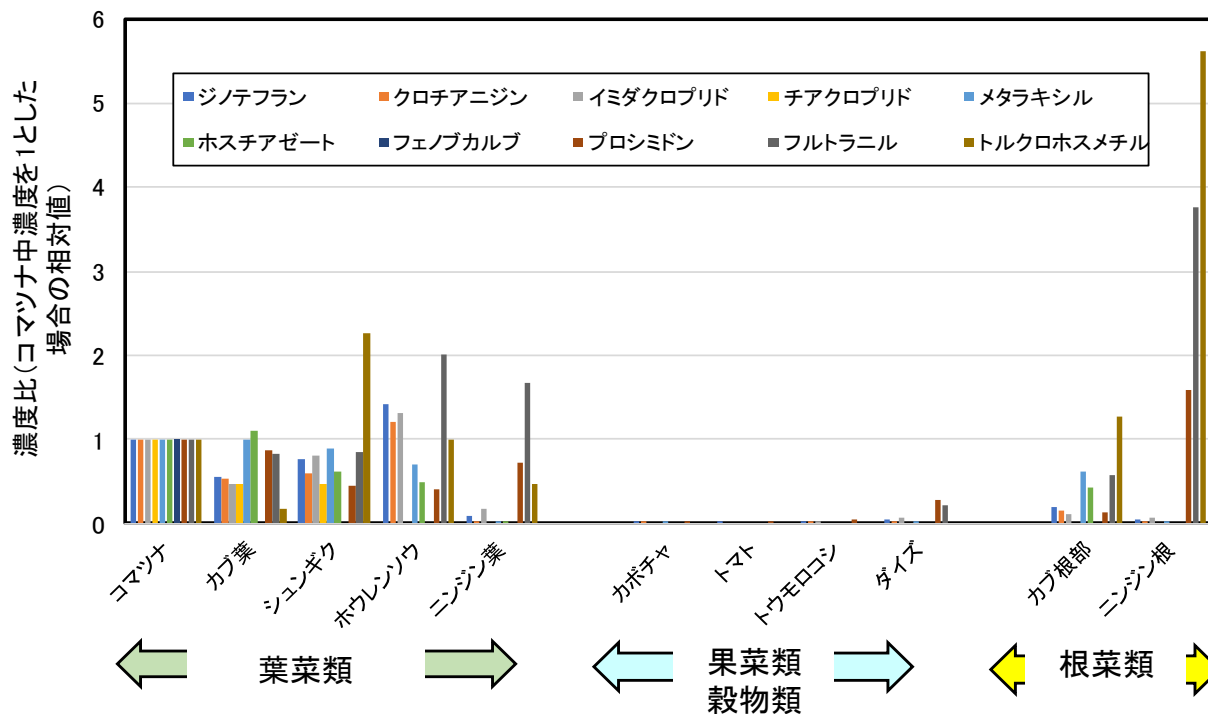
⇒ 降水による下層への溶脱を同一気象条件で比較

土壌の水抽出で得た作物可給性の農薬(水抽出農薬)



●農薬残留の作物間差 サブ①の例

※コマツナ中濃度を1とした場合の相対比



- ・コマツナ等葉菜類は幅広いオクタノール・水分配係数(log Pow)の農薬が残留
- ・ニンジンが高いlog Powの農薬が残留

結果(ほ場試験) 作物移行係数

● 土壌から作物への移行係数(TF) サブ①～④ TF = $\frac{\text{作物中濃度}}{\text{土壌中の水抽出農薬の栽培期間の幾何平均値}}$

低 ← log Pow → 高

葉菜類

作物種	ジノテラ ン	クロチア ニン	メタラキ シル	プロシド ン	トルクロ スメチル
コマツナ	1.435	0.545	0.298	0.806	0.066
コマツナ	3.740	3.315	2.844	1.089	0.044
コマツナ	0.040	0.206	0.211	0.706	0.008
コマツナ	1.306	0.642	0.161	0.566	0.070
コマツナ	0.648	0.205	0.037	0.075	0.026
コマツナ	1.110	0.034	0.391	0.394	
コマツナ	0.511	0.203	0.560	0.492	0.672
コマツナ	0.933	0.239	0.720	0.457	0.243
コマツナ	0.475	0.136	0.263	0.202	0.032
コマツナ	0.958	0.913	1.327	0.481	0.049
コマツナ	0.275	0.195	0.343	0.609	0.038
コマツナ	0.154	0.044	0.155	0.031	0.011
カブ葉	8.502	3.344	1.440	2.028	0.005
カブ葉	0.137	0.497	0.020	0.200	0.020
カブ葉	0.106	0.412	0.184	1.099	0.004
カブ葉	1.456	1.001	0.111	0.438	0.019
カブ葉	0.331	0.124	0.047	1.571	0.072
カブ葉	1.207	0.093	0.286	1.247	0.038
カブ葉	0.200	0.102	0.196	0.657	0.071
カブ葉	1.301	0.881	0.428	0.771	0.072
カブ葉	0.183	0.126	0.138	0.497	0.023
カブ葉	1.284	1.447	2.286	0.841	0.038
カブ葉	0.319	0.228	0.386	0.190	0.013
カブ葉	0.086	0.023	0.155	0.026	0.002
シュンギク	0.080	0.356	0.345	2.128	0.206
シュンギク	0.305	0.172	0.276	0.188	0.838
シュンギク	0.158	0.152	0.368	0.336	0.577
シュンギク	0.118	0.026	0.205	0.245	0.069
ホウレンソウ	0.040	0.401	0.040	0.253	0.033
ホウレンソウ	0.434	0.325	0.108	0.371	0.163
ホウレンソウ	0.614	0.220	0.020	0.160	0.153
ホウレンソウ	0.218	0.053	0.108	0.063	0.011
ネギ	0.824	0.942	0.066	3.457	0.014
葉ニンニク	0.784	0.145	0.018	0.603	0.035
リーフレタス	0.323	0.058	0.062	0.186	0.102
ダイコン	0.308	0.101	0.434	0.535	0.010
レタス	0.037	0.050	0.141	0.421	0.053
ブロッコリ	0.011	0.006	0.061	0.167	0.026

低 ← log Pow → 高

果菜類

作物種	ジノテラ ン	クロチア ニン	メタラキ シル	プロシド ン	トルクロ スメチル
カボチャ	0.010	0.003	0.014		
トマト	0.004				
トウモロコ シ	0.006	0.003			
ダイズ	0.021	0.002	0.006	0.013	
タマネギ	0.030	0.017	0.010	0.179	0.099
カブ根	0.804	0.269	0.144	0.169	0.054
カブ根	0.020	0.040	0.010	0.030	0.037
カブ根	0.080	0.177	0.105	0.232	0.051
カブ根	0.162	0.095	0.047	0.046	0.029
カブ根	0.344	0.066	0.051	0.484	0.072
カブ根	0.045		0.147	0.016	0.033
カブ根	0.006	0.007	0.022	0.073	0.079
カブ根	0.046	0.029	0.077	0.204	0.122
カブ根	0.011	0.005	0.041	0.214	0.067
カブ根	0.270	0.250	0.346	0.157	0.248
カブ根	0.066	0.034	0.056	0.075	0.124
カブ根	0.029	0.007	0.094	0.018	0.014
ニンジン根	0.809	0.133	0.133	1.842	1.273
ニンジン根				1.203	1.293
ニンジン 根	0.055	0.046	0.041	1.316	0.884
ニンジン根	0.188	0.085	0.082	0.499	1.333
ニンジン根	0.082	0.053	0.055	0.849	4.114
ニンジン 根	0.571	0.040	0.077		2.800
ニンジン根	0.043	0.024	0.013	1.420	0.421
ニンジン根	0.036	0.010	0.016	1.570	1.828
ニンジン 根	0.468	0.045	0.078	4.904	4.808
ニンジン根	0.178	0.098	0.042	0.241	0.486
ニンジン根	0.068	0.018	0.007	0.011	0.953
ニンジン根	0.023	0.004	0.011	0.221	1.093

不検出	0.001 ～0.01	0.01～ 0.1
0.1～1	1以上	

供試作物

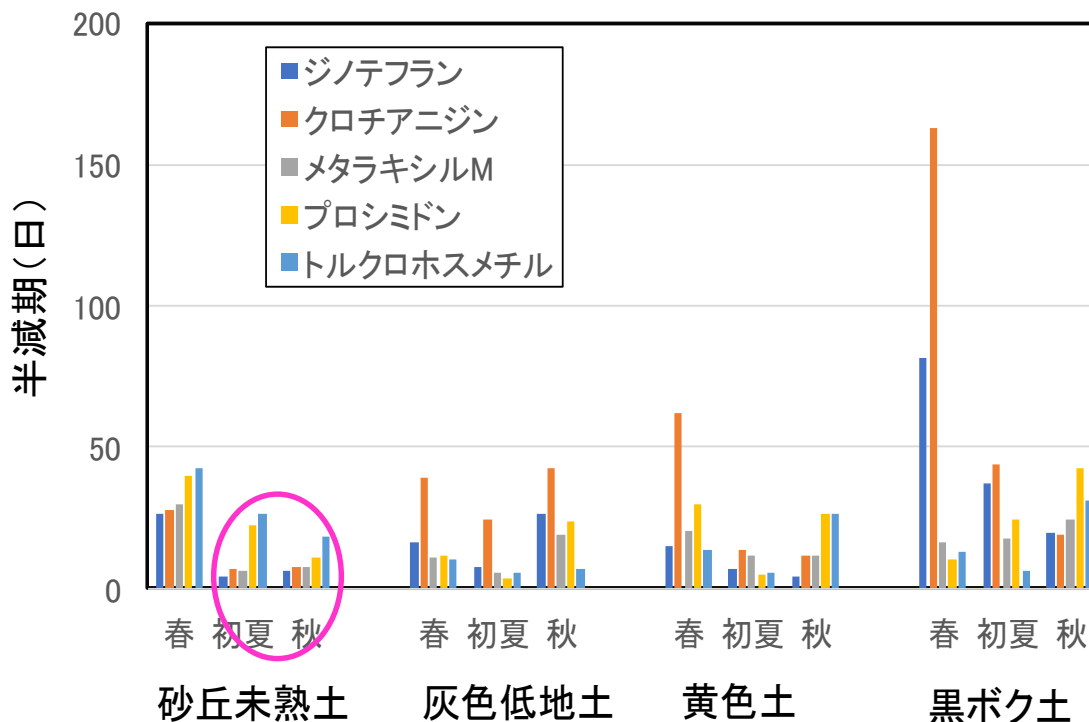
コマツナ等葉菜類

幅広いlog Powの農薬

ニンジン等根菜類

高いlog Powの農薬

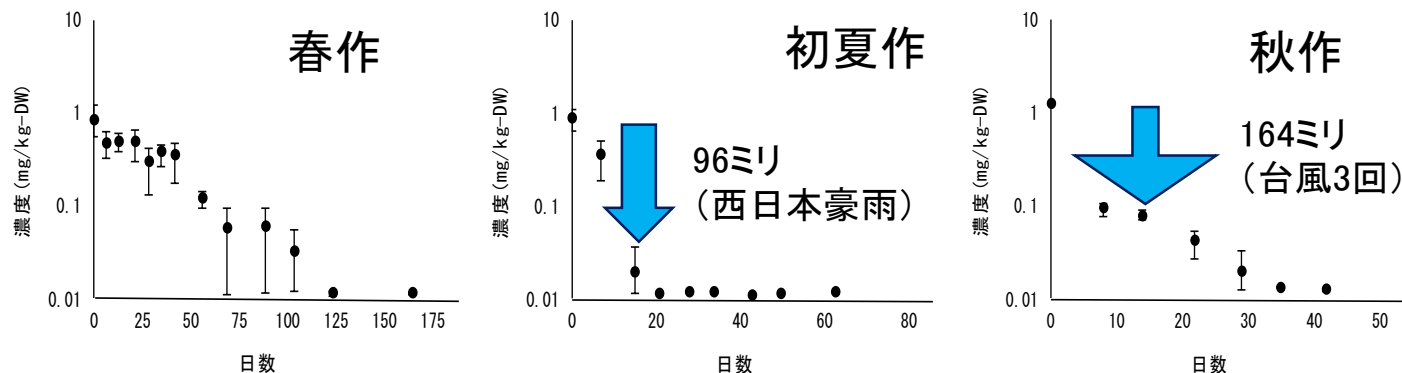
●水抽出農薬の土壌中半減期 サブ①～④



- ・黒ボク土の半減期が若干長い傾向にある
- ・春作と秋作における半減期が長い
- ・砂丘未熟土(サブ③)ではイレギュラーな事象

砂丘未熟土ではイレギュラーな事象

●土壌中水抽出農薬(ジノテフラン)の濃度推移(0-10cm層) サブ③



●土壌層位別の水抽出農薬量 サブ⑤

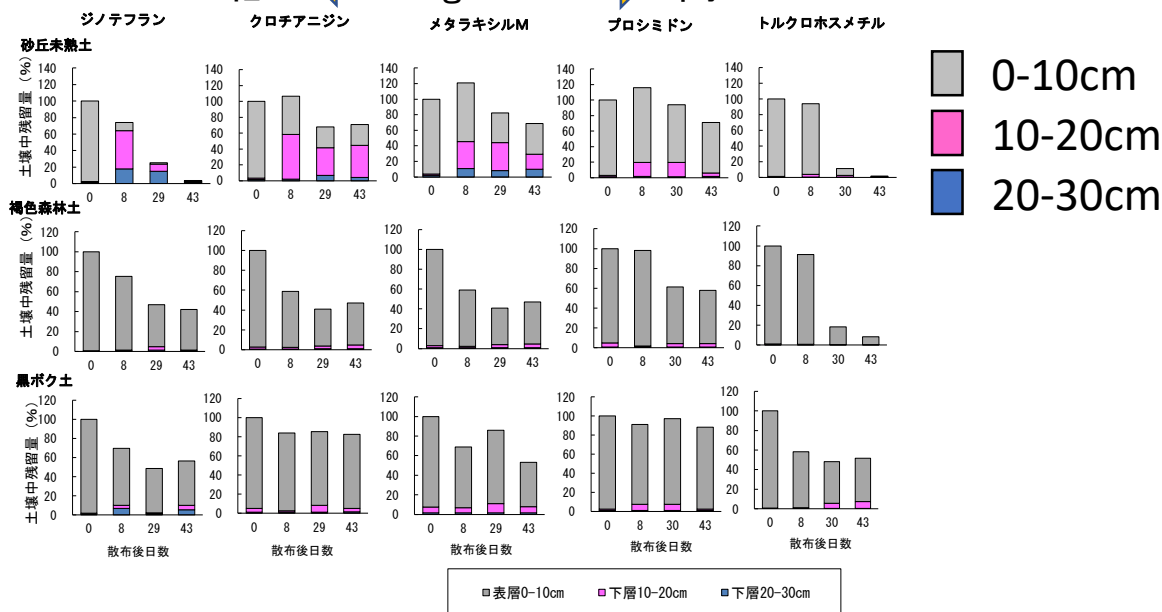
低 ← log Pow → 高

下層へ
溶脱

砂丘未熟土

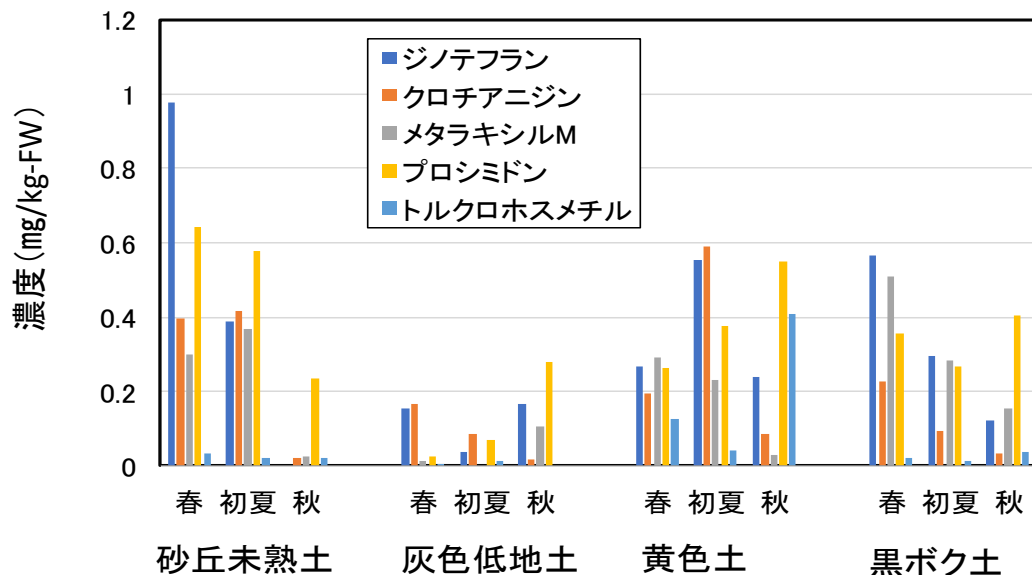
褐色森林土

黒ボク土



結果(ほ場試験) 作物中濃度

●コマツナ中濃度の季節間差 サブ①～④



・概ね春作＞秋作＞初夏作

供試土壌

灰色低地土や黄色土のような炭素含量が1～2%程度の土壌と、黒ボク土

※砂丘未熟土は正しい評価ができない場合がある

季節

春作もしくは秋作が良い

※試験実施の手順(農薬の土壌への散布時期)を考慮すると、夏季に農薬を散布する秋作よりも春作のほうが良い

後作物残留濃度予測モデル(PostPLANT-Soil)

土壌残留試験の
データを活用

後作物

茎葉部
 C_p

作物根からの吸収、
茎葉部への移行

蒸散流

土壌(作土層)

農業は
均一に
分布す
ると仮定

土壌粒子
 C_s

脱着

吸着

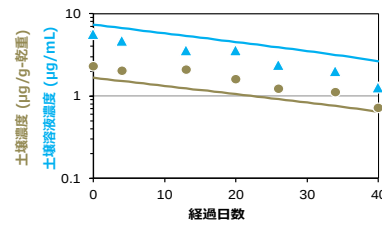
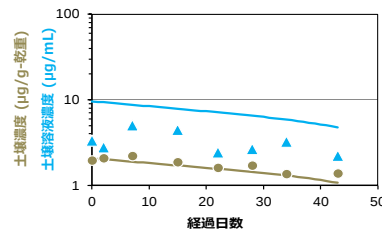
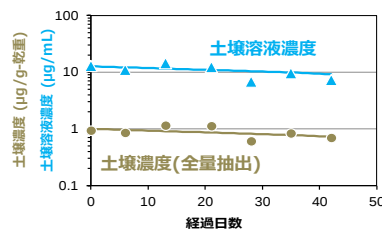
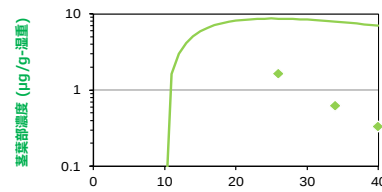
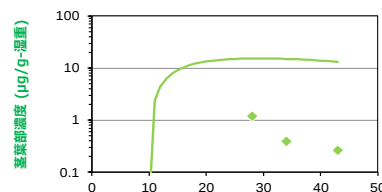
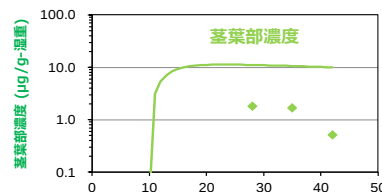
土壌溶液
 C_w

消失

移流

●シミュレーションモデルの検証

(2019年春作)プロシミドン: $\log Pow=3.3$ 、植物代謝なし



徳島

(砂丘未熟土、TC : 0.01%)

兵庫

(黄色土、TC : 1.5%)

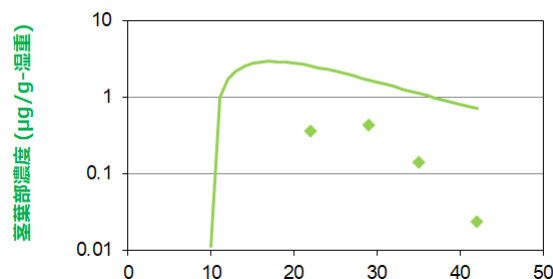
高知

(灰色低地土、TC : 2.6%)

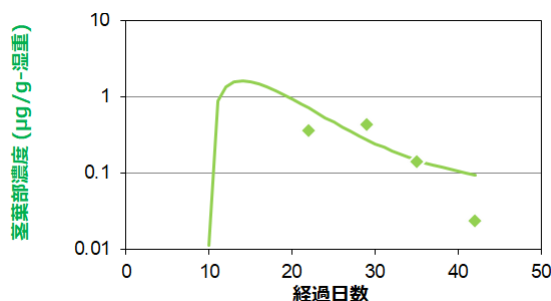
・推定値 > 実測値

・減衰傾向も緩やか

植物代謝なし



植物代謝を考慮 (半減期3日)



植物代謝速度を入力
すれば実測値に近づく

過大評価している前提
で感度分析

仮想農薬の物理化学的性質

仮想農薬	log Pow	水溶解度 (mg/L)	土壌吸着定数 Koc	TSCF	想定農薬
農薬A	-1	100,000	10	0.033	ジノテフラン
農薬B	0	10,000	50	0.21	ジメトエート、メタキシル
農薬C	1	1,000	100	0.61	イミダクロプリド、クロアキシン
農薬D	2	100	300	0.77	チアクロプリド
農薬E	3	10	500	0.43	エチプロール、プロキシメトン
農薬F	4	1	1,000	0.10	フィプロニル、フェンチオン
農薬G	5	0.1	2,000	0.011	トルクロスメチル、トリプロキシメトン
農薬H	6	0.01	10,000	0.0005	テトラジメチル

●土壌処理の場合

①前作での農薬使用条件(固定値)

- ・作物:ホウレンソウ(葉菜類の連作を想定)
- ・使用農薬:A水和剤(含有率:50%)
- ・使用条件:500倍希釈、3L/m²、は種時、土壌灌注、1回
- ・有効成分投下量:1500 g/10a(ほ場の1/2の面積に対し100%の薬液が土壌に投入)

②後作物の栽培条件(固定値)

- ・季節:春作を想定(は種から収穫まで33日)
- ・土壌:灰色低地土(有機炭素含量:2%)、耕起深:20cm
- ・後作物:コマツナ
- ・前作での農薬散布から播種までの期間(PBI):60日
- ・残留農薬基準値:一律基準(0.01 ppm)

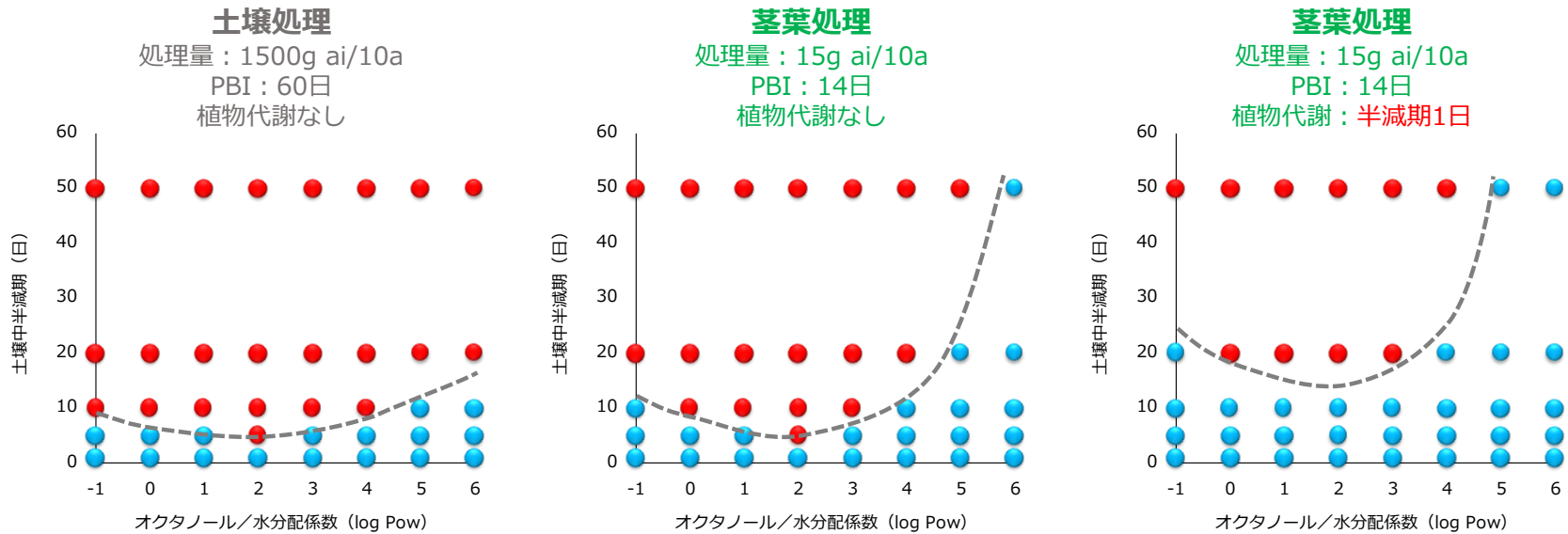
③農薬の物理化学的性状(変動要因)

- ・log Pow:-1~6
- ・植物代謝なし
- ・土壌中濃度:DFOPモデルで表現(半減期DT50:1~200日、DT90:1.1~1000日)
- ・PBI:60~120日(ワーストケースのみ)

シナリオはワーストケースを想定

感度分析結果

● : 収穫時のコマツナ中濃度が0.01ppm未満の場合、● : 0.01ppm超過の場合



--- トリガーとなりえる境界線

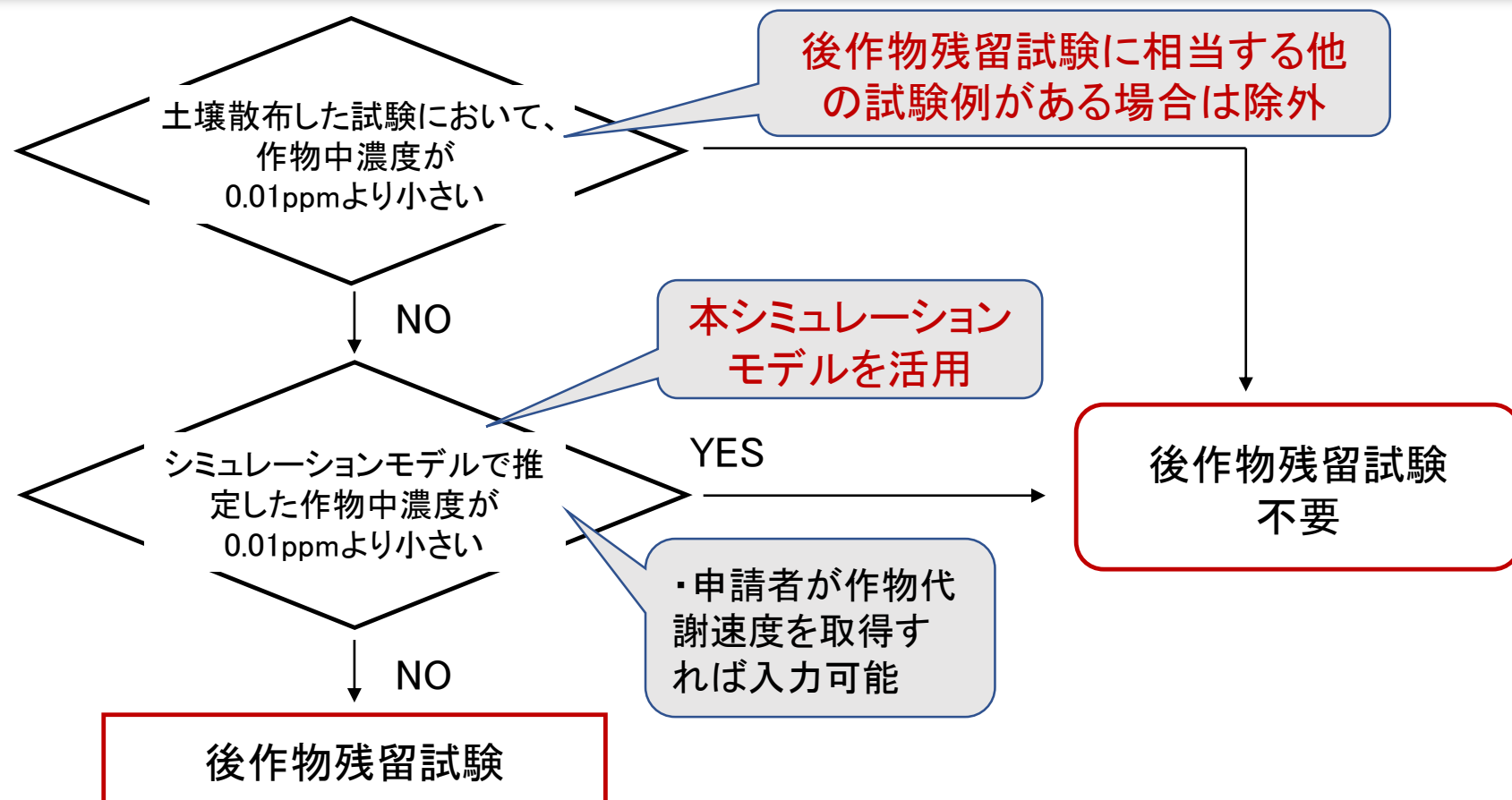
・土壌中半減期が5日未満であれば
コマツナ中濃度が0.01ppm未満

・log Powが6以上であれば
コマツナ中濃度が0.01ppm未満

・土壌中半減期はほ場試験で算出
⇒データのバラツキが大きい(気象条件等)

・コマツナとニンジンの移行係数
⇒高log Powの農薬が根菜類に残留する可能性

トリガーは現実的ではない ⇒ 一律に後作物残留試験を要求する必要がある 13



●土壌中有機炭素含量が1%～2%程度の土壌(灰色低地土や黄色土など)および黒ボク土で栽培したコマツナ等葉菜類、ニンジン等根菜類の結果を含めること。なお、この試験は春に行うことが望ましい。

- 後作物残留濃度予測モデル(PostPLANT-Soil)の精度向上と検証。
- 根菜類(ニンジン等)中濃度の予測モデルへの改良。
- 代謝物への対応(特に土壌中で生成する代謝物)。

平成29年度より3年間、平成25年～27年度も含むと計6年間
研究費をご支援いただき、ありがとうございました。

アドバイザー：藤田俊一（一般社団法人日本植物防疫協会）
天野昭子（岐阜県農業技術センター）

行政推薦室： 環境省 水・大気環境局 農薬環境管理室

PO： 小野雅司（独立行政法人 環境再生保全機構）

上記の皆様からも大変有益なご助言をいただき
ありがとうございました。

会議開催実績

平成29年4月21日 行政推薦室との打ち合わせ

平成29年5月9日 試験設計打合せ会議(キックオフミーティング)

平成29年9月22日 POとの打ち合わせ

平成29年10月27日 中間打ち合わせ(進捗状況報告)

平成30年2月2日 アドバイザリーボード会合

※農水省農薬対策室、FAMICもオブザーバー参加

平成30年7月13日 打ち合わせ会合

平成31年3月6日 アドバイザリーボード会合

※農水省農薬対策室、FAMICもオブザーバー参加

令和元年11月7日 現地検討会

令和元年12月9日 アドバイザリーボード会合

※農水省農薬対策室、FAMICもオブザーバー参加