

令和 5 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全確保推進研究事業

残留農薬規制における国際整合を推進するための研究 研究分担報告書

後作物由来食品を対象とした MRL 設定の国際整合に関する研究

研究分担者 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

研究要旨

我が国及び海外機関（OECD）における農薬の後作物残留に関するガイダンス等の情報を入手、解析した。我が国では、土壌中半減期が 100 日以上の場合、後作物残留試験が要求され、人の健康を損なうおそれのない濃度量（0.01ppm）等を超えない事が求められる。しかし、後作物由来食品の MRL 設定等のリスク管理措置に関しては何ら規定されていない。一方 OECD では、第 1 段階として後作物代謝試験が要求され、全放射性残留量（TRR）が 0.01 mg/kg 以上の場合等では、第 2 段階として圃場における後作物残留試験が要求される。その結果、残留物質が 0.01 mg/kg 以上であり、各加盟国の規制当局より MRL の設定を要求された場合、第 3 段階として MRL 設定を目的とした後作物残留試験が要求される。第 3 段階では 12 区分のサブ作物グループから各 1 種類以上の供試作物を選択し、各作物について 4 または 8 の試験例数が必要となる。しかし、後作物由来食品の MRL の設定要件は OECD 加盟国間において同一ではなく、MRL を設定する代わりに Plant Back Interval（PBI、後作物作付け禁止期間）による使用制限を行うことで、ほ場での後作物残留試験を免除する方法も示されている。

我が国における農薬の後作物残留実態について、環境省農薬残留対策総合調査結果（平成 18 年度から令和元年度）を入手、解析した。その結果、合計 38 農薬について調査が行われ、うち 11 農薬が後作物から検出された。後作物については 15 作物が供試され、果菜類からは供試農薬が検出されず、葉菜類 5 作物、根菜類 1 作物で供試農薬が検出された。以上のことから、リスク管理として後作物由来食品の MRL 設定を行う際は、栽培期間の短い葉菜類や根菜類を中心にデータを要求することが合理的と思われた。

A. 研究目的

前作で使用了農薬が土壌に残留し、

次作の農作物が吸収する「後作物残留」が報告されている。食品衛生法における残

留基準を超過した場合、当該農作物の出荷停止や回収等の緊急対応を余儀なくされ、極めて大きな経済的損失を被ることになる。

欧米諸国では大規模農場でクロップローテーション（例えば 1 つのほ場を 4 区画に区切り、1 年目はそれぞれの区画で作物 A、作物 B、作物 C、作物 D を栽培。2 年目は 1 区画ずつずらし作物 B、作物 C、作物 D、作物 A を栽培。同一区画で同一の農作物の連作を避ける栽培方法）が行われている。そのため、使用する農薬が限定されるとともに、Plant Back Interval (PBI、前作での農薬の最終散布から次の農作物の作付けまでの期間) を十分確保することが可能である。しかし、我が国の農業体系は、小規模農場で多様な作物を栽培し、多種類の農薬を使用する。さらに、同一のほ場で 1 年間に複数回(例えば 4 回程度)農作物を栽培することがあり、十分な PBI を確保できない場合があるため、農薬の登録制度において、後作物残留の発生を未然に防ぐ仕組み作りが必要である。一方、科学的な原理・原則と国際標準の考え方に基づく最大残留基準値(MRL)の設定等の国際整合の観点も重要である。そこで本研究では、我が国および海外機関における農薬の後作物残留に関するガイダンスに関する情報、および我が国の農薬の後作物残留に関する実態調査結果を入手、解析し、国際整合を考慮した我が国における後作物 MRL 設定を提案することを目的とした。

B. 研究方法

B-1. 我が国における農薬の後作物残留に関するガイダンス

環境省土壌残留に係る農薬登録基準および我が国の農薬テストガイドラインに相当する「農薬の登録申請において提出すべき資料について」(平成 31 年 3 月 29 日付け 30 消安第 6278 号農林水産省消費・安全局長通知)(最終改正:令和 5 年 9 月 29 日)を収集し、農薬の後作物残留に関する評価方法および試験方法等について整理した。

B-2. 海外機関における農薬の後作物残留に関するガイダンス

本年度は経済開発協力機構(以下 OECD と略記)におけるガイダンス文書を調査し、概要を整理した。

B-3. 我が国の農薬の後作物残留に関する実態調査結果の解析

環境省は平成 18 年度から平成 31 年度(令和元年度)に農薬残留対策総合調査(農薬の後作物残留)に関して試験を実施している。ここでは本試験結果を収集・解析し、農薬の後作物残留が生じやすい栽培条件等を明らかにした。

C. D. 結果及び考察

CD-1. 我が国の農薬の後作物残留に関するガイダンス

我が国では、土壌中に残留した農薬による作物の汚染、およびそれによる人へ

の健康被害を防ぐため、環境省において
土壌残留に係る農薬登録基準が設定され
以下のように定められている。

イ) 土壌中半減期が 180 日以上の場合

農薬を使用した土壌で栽培される農作物に土壌から農薬が移行し、農作物に農薬が残留する場合には登録できない。ただし、その農薬の農作物への移行が人の健康を損なうおそれのない量を超えない場合を除く。

ロ) 土壌中半減期が 180 日未満の場合

当該農薬使用後 1 年以内に栽培される農作物（後作物）に土壌から農薬が移行し、農作物に農薬が残留する場合には登録できない。ただし、農薬の農作物への移行が食品規格に適合する場合、人の健康を損なうおそれのない量を超えない場合を除く。

ハ) 土壌中半減期が 180 日未満でかつ飼料用農作物に残留する場合

当該農薬使用後 1 年以内に栽培される飼料用の農作物（後作物）に当該農薬が残留する場合であって、この飼料用農作物を与えた家畜から生産される畜産物に農薬が残留する場合には登録できない。ただし、農薬の残留が食品規格に適合する場合、人の健康を損なうおそれのない量を超えない場合を除く。

一方、30 消安第 6278 号農林水産省消費・安全局長通知では、後作物残留試験成績は、「土壌残留試験における有効成分等の推定半減期が、原則 100 日を超えない場合は、試験成績の提出を要しない。」と

されている。

また、後作物残留試験方法、特に供試農作物については、以下のように規定されている。

① 被験物質が水田施用の場合は、麦、大豆又は根菜類の中から異なる植物群に属する農作物を 2 種類以上選定すること。

② 被験物質が畑地施用の場合は、根菜類に属する農作物を 1 種類以上、その他後作物として想定される農作物から 1 種類以上を選定すること。

③ 供試農作物については、後作物として栽培される可能性が高い農作物を選定する。

④ 永年作物や同一ほ場で長期間栽培（1 年以上）される農作物は対象外とする。

⑤ 供試農作物において定量限界以上の残留が認められる等後作物残留が懸念される場合には、当該農作物の属する種類並びに根菜類、葉菜類、果菜類、穀類、豆類及びいも類のうち供試農作物を選定していない種類について、後作物として栽培される可能性の高い農作物を追加して選定することが望ましい。

以上の情報をまとめると（図 1）、土壌残留試験の結果、土壌中半減期が 100 日を超える場合には 2 作物を用いた後作物残留試験成績が農薬登録申請時に必要となる。後作物残留試験の結果、

・土壌半減期が 180 日以上の場合

人の健康を損なうおそれのない量（0.01ppm）を超えないこと（後作物への農薬残留が 0.01ppm を超えないこと）

・土壌半減期が 180 日未満の場合
食品規格に適合すること（後作物への農薬残留が残留基準を超えないこと）、または人の健康を損なうおそれのない量を超えないこと（適用がない作物（残留基準が設定されていない作物）については農薬残留が 0.01ppm を超えないこと）を確認することになり、これらに適合しない農薬は農薬登録されない仕組みになっている。

CD-2. 海外機関における農薬の後作物残留に関するガイダンス

OECD テストガイドライン（以下 TG と略記）のうち後作物残留に関する試験法が記載された TG502 と TG504 を入手するとともに、OECD におけるガイダンス文書（以下 GD と略記）の、GD No.64 と GD No.279 を入手し、後作物残留に関する評価法を解析した。

TG502 では標識化合物を用いて土壌から植物体内への吸収移行と主要代謝経路を確認する、すなわち後作物代謝試験である。試験方法は、室内またはほ場にて砂壤土を用いて最大施用量を処理し、場面に応じたエージング期間後に葉菜類、根菜類および穀類の 3 種類からそれぞれ代表作物を作付けし、収穫期まで試験を実施する。PBI は 3 パターンの中から適宜設定することとされている。最短のパターンは 7～30 日間であり、典型的なパターンでは 60～270 日間、隔年輪作を想定した長期のパターンでは 270～360 日間と

なっている。TG504 の試験条件は概ね TG502 と同様であり、異なる点は被験物質および試験場所である。すなわち被験物質は典型的な製剤を用い、試験場所はほ場である。

次に GD を解析した結果、OECD における後作物残留に関する評価フローは以下のとおりであった（図 2）。

第 1 段階として TG502 に基づいて実施された後作物代謝試験が要求される。全放射性残留量（TRR）が 0.01 mg/kg 以上であり、リスク評価を要する残留物質が認められた場合、第 2 段階として TG504 に基づいて実施された圃場等での（限定）後作物残留試験が要求される。残留物質が 0.01 mg/kg 以上であり、各加盟国の規制当局より Maximum Residue Limits（以下 MRL と略記）の設定が要求された場合、第 3 段階として MRL 設定を目的とした（拡大）後作物残留試験が要求される。第 3 段階では、表 1 に示す 12 区分のサブ作物グループから各 1 種類以上の供試作物を選択し、各作物について 4 または 8 の試験例数が必要となる。

MRL の設定要件は OECD 加盟国間において一様ではなく、GD No.279 においても、MRL を設定しない代わり PBI などのラベル表示による使用制限を行うことで、（拡大）後作物残留試験を免除することも可能である。

CD-3. 我が国と海外機関における農薬の後作物残留に関するガイダンスの相違点

これまでの解析結果から、我が国と海外機関における農薬の後作物残留に関するガイダンスの相違点は

- ・OECD では要求トリガーを設定していないのに対し、我が国では農薬の土壌中半減期を後作物残留試験の要求トリガーとしている。

- ・OECD では後作物代謝試験の結果から後作物に関して評価すべき物質を決定しているのに対し、我が国では、後作物代謝試験を要求していない。

- ・OECD では後作物残留評価のスキームの中に PBI 設定または MRL 設定といったリスク管理が設けられているが、日本においてはこれらのリスク管理が設けられておらず、登録の可否だけが判断される。

次年度以降、EFSA および US-EPA にして調査及び解析を進める予定である。

CD-4. 我が国の農薬の後作物残留に関する実態調査結果の解析

平成 18 年度から平成 31 年度（令和元年度）の試験結果を概観した結果、平成 18 年度から平成 21 年度および平成 22 年度から平成 31 年度（令和元年度）では試験方法において異なる点を確認された。すなわち前者は、通常の栽培方法に準じて試験が行われている（前作物の作付け前または栽培中に農薬を散布し、前作物を収穫後、後作物を栽培、後作物を分析に供した）のに対し、後者は、前作物の作付けを行わず、農薬を土壌に全量散布した後、

後作物を栽培、分析に供している（一部異なる場合あり）。そこで、前者は、農薬の後作物残留が生じやすい農作物、後者は農薬の後作物残留が生じやすい条件（農薬種と PBI）という視点で解析した。

平成 18 年度から平成 21 年度の試験では、後作物計 15 作物が供試された（計 117 例の試験）。果菜類（キュウリ、ナス、メロン）からは供試農薬が検出されず、葉菜類（コマツナ、ホウレンソウ、シュンギク、チンゲンサイ、ミズナ、リーフレタス、ハタケナ、ネギ、葉ダイコン、ブロッコリー）のうち、5 作物（コマツナ、ホウレンソウ、シュンギク、ミズナ、リーフレタス）で供試農薬が検出された。根菜類（カブ、ダイコン）は、カブで供試農薬が検出された。以上のことから、栽培期間が短い農作物が後作物として栽培された場合、農薬が残留しやすい傾向にあると推察された。したがって後作物由来食品の MRL 設定を行う際は、栽培期間の短い葉菜類や根菜類を中心にデータを要求することが合理的と思われた。

平成 22 年度から平成 31 年度（令和元年度）の試験では合計 1103 例の試験が行われ、計 38 農薬が供試された。各農薬の検出率（後作物から定量下限値以上で検出された場合をカウント）を算出した（表 1）。その結果、試験数 10 件以上を対象にすると、作物からの検出率が 50%を超える農薬は、イミダクロプリド、クロチアニジン、ジノテフラン、チアメトキサム、プロシミドン、ボスカリド、メタラキシルで

あり、次いで、アセタミプリド、イソキサチオン、クロラントラニリプロール、トルクロホスメチル、フルトラニル、ホスチアゼート、ミクロブタニルであり、これらは後作物残留が生じやすい農薬と考えられた。しかし、これらの農薬の検出率と土壌中半減期やオクタノール・水分配係数（LogPow）との間には明瞭な関係性は確認できなかった（図 3 と図 4）。したがって、土壌中半減期や LogPow は後作物残留試験を要求するか否かのトリガーになりえない可能性があることが示された。

また平成 27 年度には PBI を 1 日から 2 か月の範囲で設定した試験が行われており、土壌中農薬は PBI が長いほど濃度が減少した（表 2）。しかし、農作物中濃度はその傾向は明確に確認できず（表 3）、短期間（2 か月以内）の PBI を設定することは難しいことが分かった。

E. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

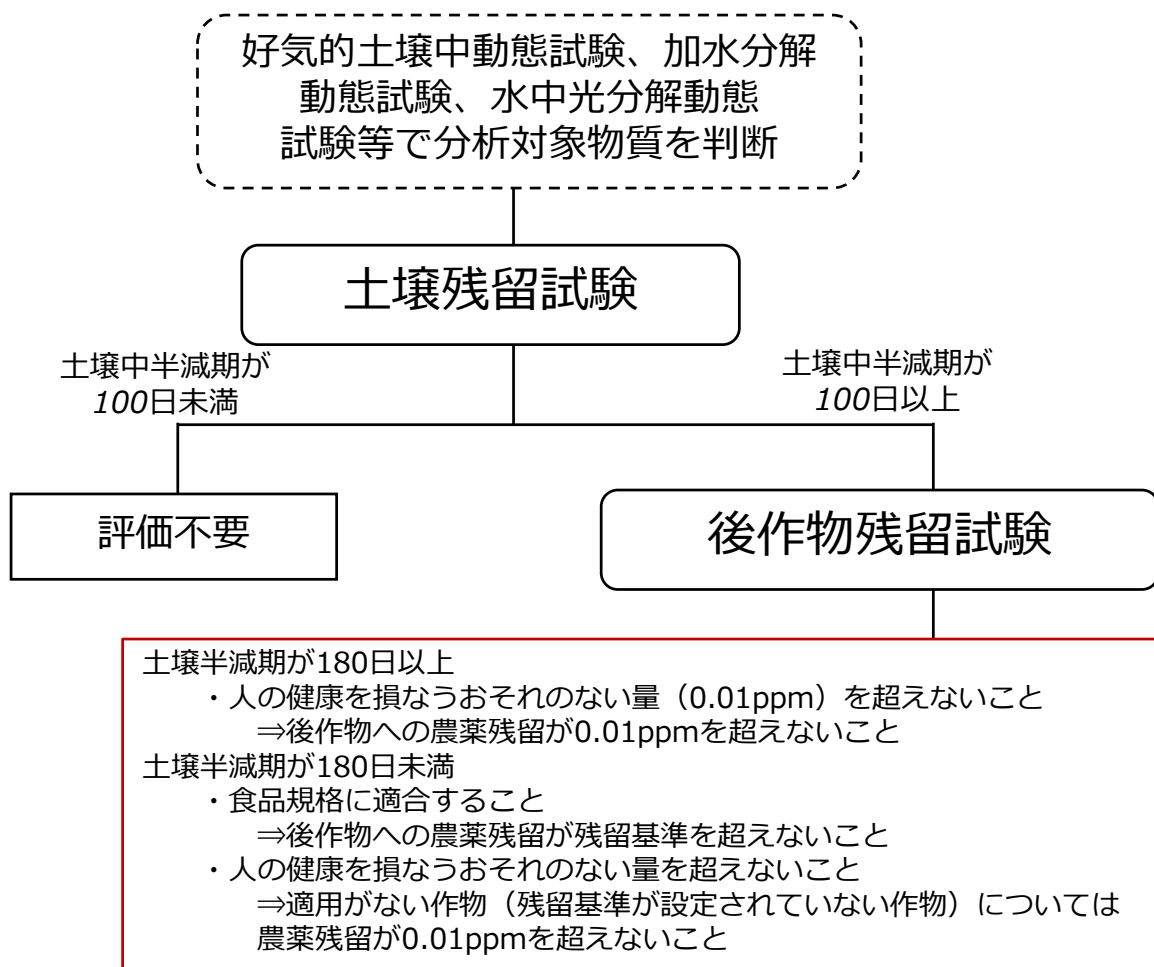


図1 我が国における農薬の後作物残留に関する評価フロー

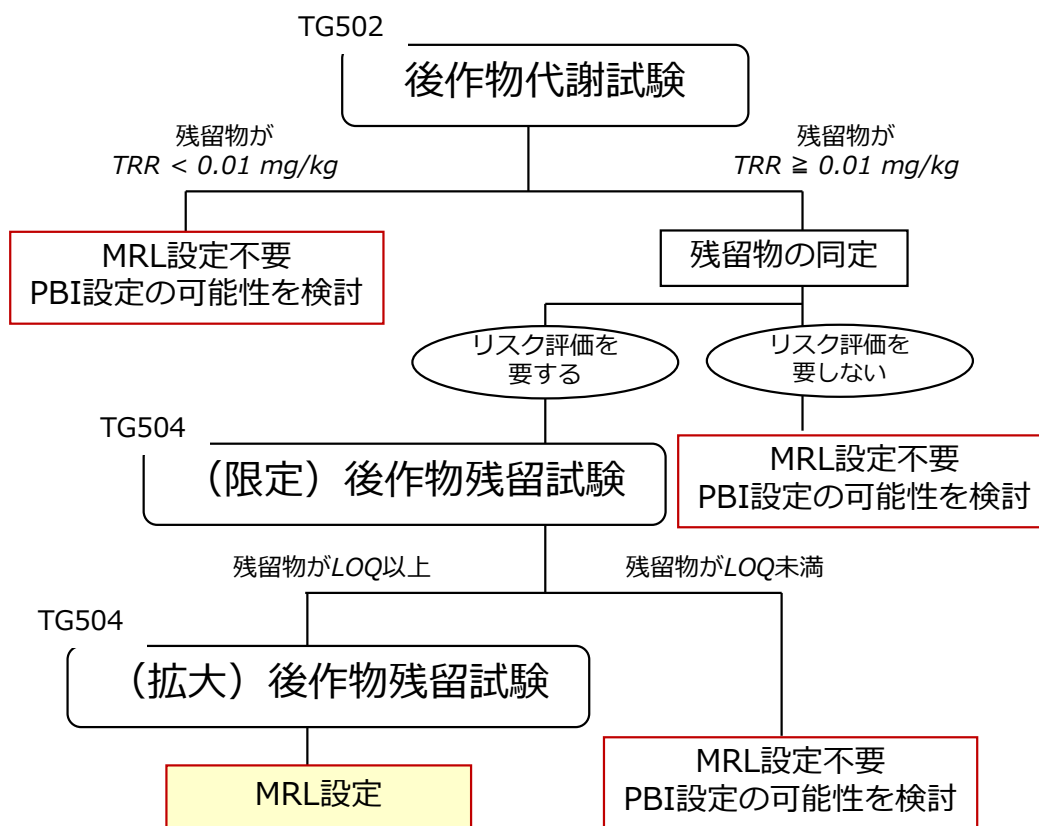


図2 OECDにおける農薬の後作物残留に関する評価フロー

表 1 環境省農薬残留対策総合調査（平成 22 年度から平成 31 年度）において供試された農薬、試験数、作物からの検出数および検出率

有効成分	試験数	検出数	検出率 (%)
TPN	8	0	0
アセタミプリド	142	24	17%
アセフェート	4	0	0%
アゾキシストロビン	16	0	0%
アミスルプロム	4	0	0%
イソキサチオン	12	3	25%
イプロジオン	2	1	50%
イミダクロプリド	38	28	74%
クレソキシムメチル	12	0	0%
クロチアニジン	124	82	66%
クロラントラニプロール	18	6	33%
クロルフェナビル	15	0	0%
クロルフルアズロン	7	0	0%
シアゾファミド	7	0	0%
ジノテフラン	164	122	74%
シベルメトリン	2	0	0%
ジメトエート	3	2	67%
ダイアジノン	3	0	0%
チアクロプリド	2	0	0%
チアメトキサム	33	22	67%
テフルトリン	6	1	17%
トルクロホスメチル	61	30	49%
ヒドロキシイソキサザール	1	0	0%
ピメトロジン	6	0	0%
ピリダリル	8	0	0%
ピリミホスメチル	2	0	0%
フルスルファミド	2	0	0%
フルトラニル	40	15	38%
フルフェノクスロン	16	0	0%
フルベンジアミド	8	0	0%
プロシミドン	110	70	64%
プロベナゾール	5	2	40%
ベンチアバリカルブイソプロピル	2	1	50%
ボスカリド	22	21	95%
ホスチアゼート	61	20	33%
ミクロブタニル	39	5	13%
メトラキシルM	96	57	59%
レナシル	2	0	0%
合計	1103	512	

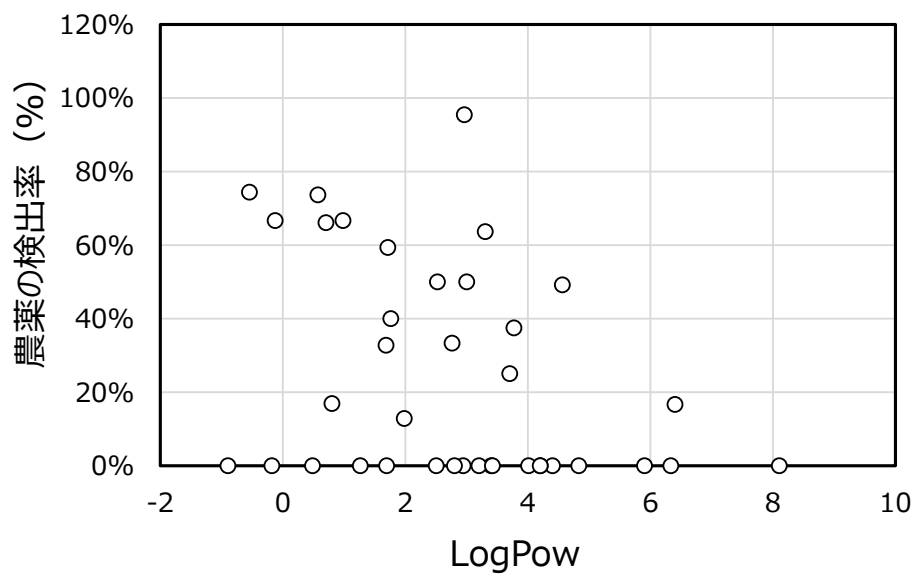


図3 農薬の検出率とオクタノール・水分配係数 (LogPow) との関係

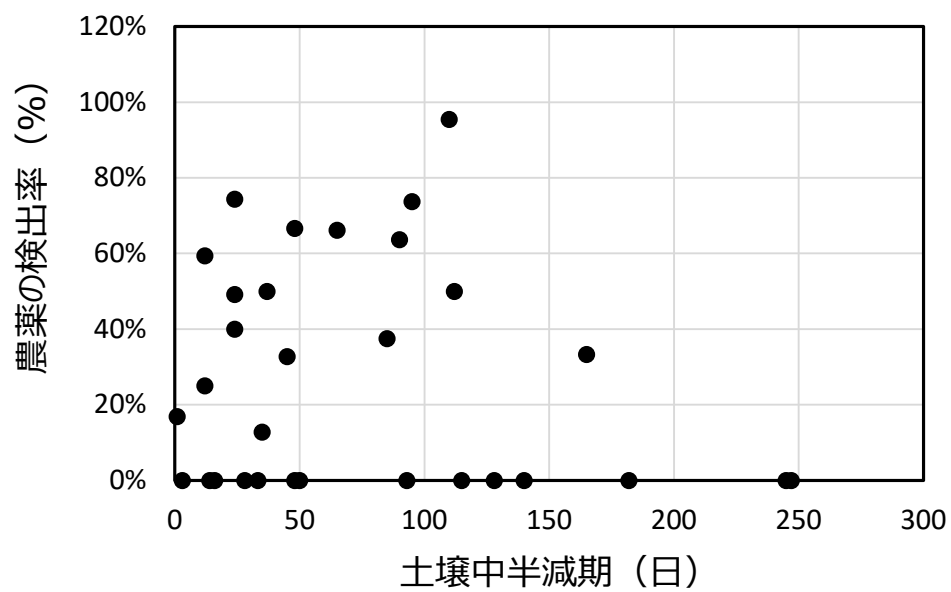


図4 農薬の検出率と土壌中半減期（ほ場試験）との関係

表 2 環境省農薬残留対策総合調査（平成 27 年度）の試験結果。PBI と土壤中濃度の減少率（農薬処理直後の濃度を 100%とした場合、平均値）との関係

農薬	N=	PBI			
		数日	2週間	1ヵ月	2ヵ月
アセタミプリド	1	100%	71%	62%	95%
イミダクロプリド	1	63%	25%	23%	18%
クロチアニジン	5	91%	57%	54%	48%
クロラントラニリプロール	1	83%	55%	69%	47%
ジノデフラン	4	89%	55%	51%	57%
チアメトキサム	1	100%	36%	28%	15%
トルクロホスメチル	2	74%	49%	47%	20%
フルトラニル	1	100%	24%	26%	21%
プロシミドン	2	100%	61%	44%	47%
メタラキシル	1	100%	17%	7%	2%

表 3 環境省農薬残留対策総合調査（平成 27 年度）の試験結果。PBI と農作物中濃度の減少率（PBI 数日を 100%とした場合、平均値）との関係

農薬	N=	PBI			
		数日	2週間	1ヵ月	2ヵ月
アセタミプリド	1	不検出	不検出	不検出	不検出
イミダクロプリド	1	100%	50%	25%	50%
クロチアニジン	5	100%	91%	78%	98%
クロラントラニリプロール	1	不検出	不検出	不検出	不検出
ジノデフラン	4	100%	55%	68%	49%
チアメトキサム	1	100%	100%	75%	50%
トルクロホスメチル*	2	100%	100%	67%	83%
フルトラニル	1	不検出	不検出	不検出	不検出
プロシミドン**	2	100%	109%	59%	102%
メタラキシル	1	100%	不検出	不検出	不検出

*2例のうち1例（1ヵ月以降）不検出

**2例のうち1例すべて不検出