The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	非解離性農薬の植物残留量予測モデルの構築
Author(s)	藤澤, 卓生
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44397
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【5】

氏　　名	藤澤卓生（ふじさわたくお）
博士の専攻分野の名称	博　士（薬　学）
学位記番号	第　17344　号
学位授与年月日	平成14年11月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	**非解離性農薬の植物残留量予測モデルの構築**
論文審査委員	（主査） 教　授　西原　　力 （副査） 教　授　馬場　明道　　教　授　小林　資正　　教　授　高木　達也

論文内容の要旨

農薬は収穫量を大きく左右する有害昆虫、病原菌、雑草から作物を防護し、社会への食糧の安定供給を図る観点から非常に重要な化合物である。これら農薬は作物を栽培する圃場に直接散布されるため、農薬の登録取得にあたり、作物にどの程度残留するかを見極めることはその使用上の安全性確保の点から重要である。現時点では農作物における農薬の残留量は実圃場から採取された作物サンプルの残留分析により測定、定量されているが、これらモニタリングには多大な時間、費用、労力を必要とする。また、一般的に得られた結果は散布形式（剤型、散布量・方式、回数など）や自然要因（各種気象要因、地形、地質など）など様々な要因に依存したバラツキが認められ、その原因を抽出し、明確にすることは安全性評価の上で重要である。

このような実測値データでの問題点に対応するため、欧米では農薬の環境影響評価について様々なシミュレーションモデルが活用されている。農薬の大半を占め、かつモデル構築がしやすい非解離性農薬については、土壌ならびに作物に散布された場合の作物への残留（取り込み）モデルが分配理論を基本概念としてこれまで数多く開発されてきた。しかしながら、実測値と予測値の乖離やパラメータ取得の難しさなどの理由から、未だ不十分な点も多く、今後、中長期にわたりより精度の高い作物への残留モデルの開発が望まれている。

ところで、蒸散流を通じた根毛からの非解離性農薬の植物内部への吸収を考えた場合、植物での分配モデルの基本となる考え方が、Briggs らにより示されている。Briggs らは TSCF（Transpiration Stream Concentration Factor）という係数を用いて、非解離性農薬の根からの受動的な取り込み効率を示している。

TSCF＝(蒸散流中の農薬濃度)／(根を取り囲む水溶液中の農薬濃度)

植物の根を取り囲む水溶液中の農薬濃度を C_w とした場合、蒸散流中に溶解する農薬濃度は $TSCF \cdot C_w$（g/m^3）、時間当たりに植物に取り込まれる農薬量（g/s）は $TSCF \cdot C_w \cdot Q_w$ と表される。ここで、Q_w は蒸散流量（m^3/s）である。

本研究では Briggs らの TSCF の概念を用いて新規で実用的な非解離性農薬の植物への残留量予測モデル（根毛からの取り込み経路）を開発した。モデル作成部位は茎葉部、実部、根菜類根部とし、全ての可食部に対応できるようにした。

①茎葉部モデルについて農薬の取り込み速度として数式化すると、

$$I_f = \phi \times TSCF \times \gamma \times C_w \times Q_w - \lambda_f \times TSCF \times \gamma \times C_w \times Q_w$$
$$= (\phi \cdot \lambda_f) \times TSCF \times \gamma \times C_w \times Q_w$$

ここで λ_f は分解速度定数、γ は蒸散流中の全化合物量に占める親化合物の割合、ϕ は揮散等による消失割合であ

る。代謝・分解パラメータ（λ_f、γ）については親化合物の減少割合と時間との間の擬一次反応式を最小二乗法により求めることで取得した。

$\ln(C/100) = -\lambda t + s$

γ：t=0 のときの C/100（=蒸散流中の全化合物量に占める親化合物の割合）

非解離性農薬 6 剤を使用し、ダイズとホウレンソウにて茎葉部モデルの Validation を実施したところ、予測値と実測値の比は 0.44-1.49 と良好な結果が得られた。特に代謝・分解を受けやすい農薬については、代謝・分解に関するパラメータ（λ、γ）を新たに導入することにより予測値に大きな改善が認められた。なお、代謝・分解パラメータを求める簡易的な実験方法についても今回新たに創出し、提案した。

②実部モデルについて農薬の取り込み速度として数式化すると、

$$I_s = a \times Q_s \times UTSCF \times \gamma \times C_w - \lambda_s \times C_s \times V_s$$

ここで Q_s は一定時間当たりの実部に流入する水の全流量、a は Q_s のうち導管経由で流入する水の割合、UTSCF は Upstream Transpiration Stream Concentration Factor、$\lambda_s \cdot C_s \cdot V_s$ は実部での代謝・分解による農薬の消失量である。

非解離性農薬 6 剤を使用し、ダイズにて実部モデルの Validation を実施したところ、予測値と実測値の比は 0.43-2.93 と良好な結果が得られた。特に脂溶性の高い農薬については新たに創出されたパラメータ UTSCF を採用することにより予測値に大きな改善が認められた。

③根部［根菜類］モデルについて農薬の取り込み量として数式化すると、

$$= ERCF \times A \times C_w$$
$$+ ERCF \times C_w \times \phi \times Z \times t$$
$$+ (c \times Q_w \times TSCF \times \gamma \times C_w) \times t$$
$$- \lambda_r \times C_r \times Vr \times t$$

ここで、ERCF は Edible Root Concentration Factor、A は収穫時の根部表層（root peels）重量（g）、Z は根部表層面積（cm^2）、ϕ はコンダクタンス、c は蒸散流のうち根部に移行する（留まる）割合、$\lambda_r \cdot C_r \cdot V_r$ は根部での代謝・分解による農薬の消失量である。

非解離性農薬 2 剤を使用し、ダイコンにて根菜類根部モデルの Validation を実施したところ、予測値と実測値の比は 0.75-1.38 と良好な結果が得られた。特に根部への取り込みの主経路としては(1)蒸散流を通じた根毛からの取り込み、(2)根部表層への吸着、およびそれに続く根部内部への浸透・拡散による取り込みの 2 つがあり、いずれの主経路により根部に取り込まれるかは、農薬の logKow に大きく依存していることが判明した。

以上のことから、本研究で新たに開発された農薬の植物残留モデルは実用的で精度が高いモデルであることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

藤澤君は、農薬の植物体への取り込み・残留量を予測する新しいモデルを作成した。すなわち、茎葉部、実部、根菜類根部の親農薬の残留量を予測するモデルである。茎葉部と実部モデルでは、従来モデルに新しいパラメーターとして農薬の分解・代謝に関するパラメーターを組み込み、改良モデルを作成するとともに、それらのパラメーターを求めるための実験法も開発した。実部モデルでは植物生理学的性質を考慮に入れた新しいモデルを構築した。さらに、これらのモデルを 6 種類の農薬を用いた実測値と予測値を比較することにより検証し、茎葉部と実部モデルについては従来法に比較して大幅に改良されていることを示し、根部モデルについても予測値／実測値が 0.75-1.3 であることを示した。さらに根部への取り込みには農薬の水・オクタノール分配係数が大きく寄与することを明らかにした。

以上の成果は、単に農薬の取り込み・残留量を予測する簡便な手法を開発しただけではなく、農薬のリスクアセスメントに関する有益な知見を明らかにしたものであり、学術的にも社会的にも高く評価され、博士（薬学）学位論文として充分価値あるものと認められる。