

性質の異なる農薬の斜面土壌からの流出解析

岐阜大学工学部 学生員 ○渡辺智洋
 岐阜大学工学部 正会員 松井佳彦
 岐阜大学流域環境研究センター 正会員 湯浅 晶
 北海道大学工学部 正会員 渡辺義公

1. はじめに

わが国では、高温多湿等の気候風土のために植物を害する病害虫や雑草による被害が発生しやすい条件があるので、農薬の大量使用が行われてきたが、散布後に水環境に流出することによって、河川の水生生物等の生態系に与える影響及び飲料水源への混入による健康への影響などが心配されてきた。

そこで、本研究では斜面流域の流出構造を念頭において、散布されたどのような性質の農薬がどのような降雨によってどのような流出経路をたどりどの程度の濃度で水分とともに流出するかを考察する。

2. 方法

水の不飽和浸透と農薬の土壌吸着性を考慮し、飽和・不飽和土壌中の水分移動と溶質移動を連結した農薬の土壌深さ方向と斜面方向の2次元土中移動解析法の開発と、その解析法による斜面の土壌表面に散布された農薬の降雨による流出解析を試み、ハイドログラフと流出濃度変化曲線の関連について検討する。

検討する項目は、農薬の性質、吸着性、降雨パターン、降雨強度、斜面長、土壌深さである。

ここでは斜面における土層中における溶質の移動を溶質を運ぶ媒体である水分の移動を記述する式と溶質移動の基礎式を図1に示す2次元斜面に適用して差分法で解く。

3. 結果

以前の研究において、降雨による土層からの農薬の流出は土壌に対する農薬の吸着のヘンリー係数と降雨強度により大きく影響されることが確認され、ヘンリー係数が小さい親水的な農薬は降雨強度が大きいときに農薬の流出は大きいことが分かっているが、農薬の土中移動は土壌深さ方向が大きく、斜面方向の移動はゆっくりしているため降雨の継続中には斜面端からの農薬の流出は生ぜず、数値解析が実際の観測と異なる点が図2のように見られた。

そこで、流出解析では降雨時に斜面端から水は流出しているにも関わらず農薬が流出し

ていない原因の一つとして、図2の計算に用いたモデル斜面では深さ方向で土壌の性質が同じと仮定した点をまず考えた。

土壌深さ z と飽和水分量 θ_s の関係は図3に示す。飽和含水量つまり土壌の間隙率は実際には深さが増すと減少している。この関係を、一次式で近似すると式(1)のようになる。したがって、水分量 θ と毛管ポテンシャル ψ の関係 (Harverkamp 他) の式(式2)) は図4に示すように深さごとに異なる。透水係数 K_s と飽和含水量 θ_s の関係(式3)は図5、不飽和透水係数 K と水分量 θ の関係(式4)は図6に示すように深さごとに異なる。

上述のように、土壌の深さ方向における飽和水分量の変化を考慮して農薬の流出解析を行った。図7に計算の結果を示す。これを図2と比較すると、農薬濃度の上昇がよくわかり、土壌の深さ方向における飽和含水量の変化が農薬の流出に影響を与えることがわかる。

$$\theta_s = -0.0036z + 0.7433 \quad \dots\dots\dots(1)$$

z : 土壌深さ(cm)

$$\theta = (\theta_s - \theta_r) \frac{a^2}{a^2 + \psi^2} + \theta_r \quad \dots\dots\dots(2)$$

θ_s : 飽和水分量 (m^3/m^3)

θ_r : 残留土壌水分量 (m^3/m^3)

a : 係数 (無次元)

$$K_s = K_{so} \frac{\frac{\theta_s^3}{(1-\theta_s)^2}}{\frac{\theta_{so}^3}{(1-\theta_{so})^2}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

K_{so} : 係数 (無次元)

$$K = K_s \left(\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \right)^\alpha \quad \dots\dots\dots(4)$$

α : 係数 (無次元)

K_s : 飽和透水係数 (m/s)

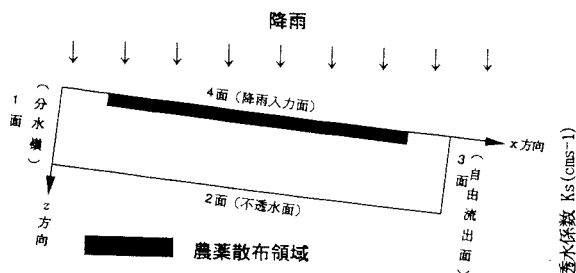


図1 計算に用いた斜面

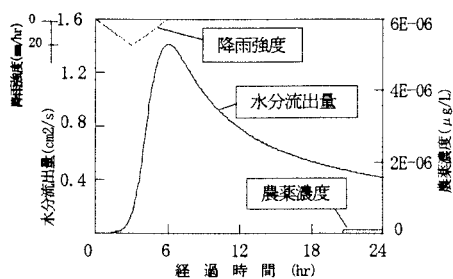


図2

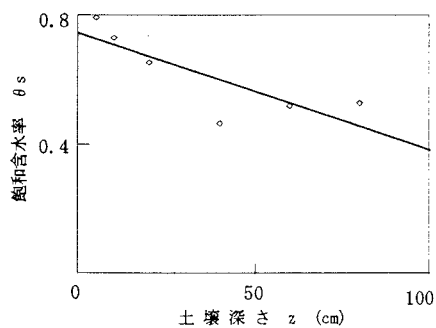


図3

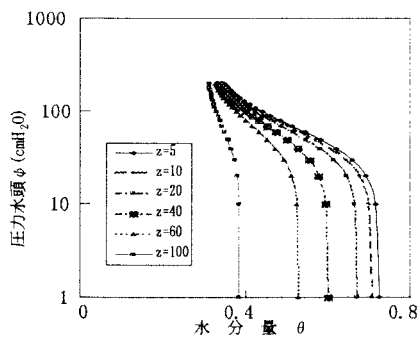


図4

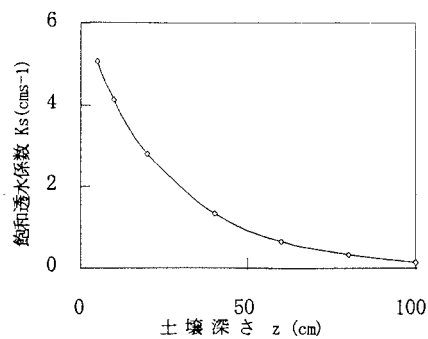


図5

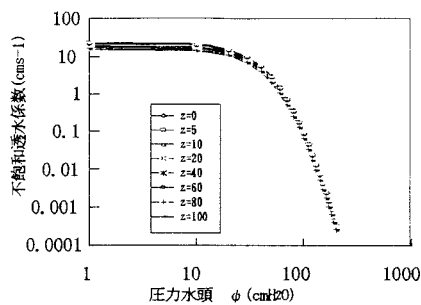


図6

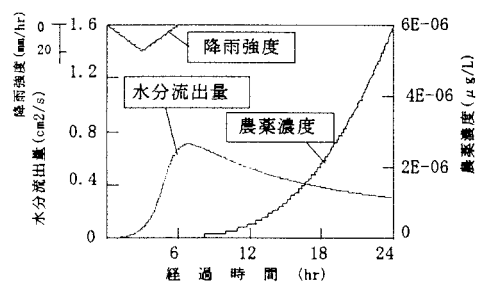


図7