

II-161 水-底泥系における農薬の環境運命予測

清水建設 正会員 °永井克弘
岐阜大学 正会員 東海明宏

1. 本研究の背景及び目的

環境に対して開放的な使用である農薬は土壌への残留、それにとまう大気への揮発、降雨流出による水系への進入づく水棲生物への暴露といったように各環境メディアに対して影響の評価が課題となっている。本研究では、なかでも河川水-底泥系での農薬の運命の検討を主体に行った。

試験流域をさだめ、農地の散布された農薬が降雨流出の作用によって面源として河川に流入し、河川中では底泥との反応を組み入れたモデルで評価地点での濃度の年間変動を1日単位で推定した。対象流域としては、琵琶湖に流入する真野川をとりあげた。

2. 研究の手順並びに解析方法

A) 農薬の環境中での挙動について

本研究では、農薬の環境中での挙動として次にしめす過程をとりあげた¹⁾。

1) 農薬の散布後、降雨による河川への流出過程

2) 農薬の河川水中、大気、底泥を含めた系での移動。ただし、大気系については揮発後の再降下は考慮していない。

そこで、1)については、耕地に散布された農薬が年間降雨量に対応する水体積と散布された農薬の土壌への吸着に關与する土壌体積に平衡分配されると仮定し、降雨1mmあたりの流出率を式(1)で推定した。

農薬の河川への降雨による流出量は、式(1)で求められた流出率を用いて式(2)で推定。

$$(\text{流出率}) = \frac{C_w \cdot V_w}{C_d \cdot V_d + \gamma \cdot C_w \cdot V_w} \quad (1)$$

(年間降雨量)

ここで、 V_w, V_d : 水及び土壌体積[l], [m³],
 C_w, C_d : 水中及び土壌中農薬濃度[mg/l], [mg/kg],
 γ : 土壌密度[kg/m³]

$$(\text{流出量}) = R_0 \cdot \{1 - \exp(-k \cdot i \cdot t)\} \quad (2)$$

ここで、 R_0 : 耕地における農薬の現存量[kg]、

k : 降雨1mm当たりの流出率[l/mm]

i : 降雨強度[mm/hr]、 t : 降雨継続時間[hr]

2) については、図1に示すように、河川水中での農薬の挙動を、大気-水-底泥系での物質の相互間移動を考慮した、1次元の移流分散方程式(式3)を中心として定式化を行った。

$$\frac{\partial C_w}{\partial t} = E_x \cdot \frac{\partial^2 C_w}{\partial x^2} - u_x \cdot \frac{\partial C_w}{\partial x} - r \cdot C_w \quad (3)$$

ここで、 C_w : 河川水中農薬濃度[mg/l]、 t : 時間[s]

x : 流下方向[m]

E_x : 水中流下方向拡散係数[m²/s]、 u_x : 流速[m/s]、

r : 分解等による減衰率[1/s]

B) 水質に対する農薬のリスク評価として以下の3つの指標をとりあげる。

1) 評価基準に対する濃度超過確率

各農薬について評価基準(水質目標等)を設け、年間において何日評価基準を超えるかという超過確率。

2) 用量反応関係の利用

飲料水として水質の評価指標の利用。ここでは、各農薬の動物実験の既存データをもとに、ワイブルモデルなどの検討をおこなった。

$$P = \exp\{-(\alpha - \beta \cdot x^m)\} \quad (4)$$

ここで、 P : 発症確率、 x : 農薬摂取量、

α, β, m : 実験データより推定されるパラメータ

3) 農薬の水棲生物等と与える環境影響

既存の水棲生物に対する各農薬の毒性と河川中での推定農薬濃度をもちいた評価。

以上の3指標による評価を相対的に判断することにより、農薬の環境影響の考察をした。

3. 結果及び考察

シミュレーションのシナリオの設定としては、農地の面的な分布状況から、河口から3km上流の地点において、降雨により流出した農薬が河川に侵入するとした。さらに、農薬の散布時期を4月第一週とし、降雨量は平成2年における滋賀県北松地方気象観測所の日単位降雨強度のデータを貯留関数法で日単位の流量を推定した。

シミュレーションに用いた農薬は、淀川水系で使用量の多い農薬の中から、殺虫剤のダイアジノン、DDVP、除草剤のCNP、モリネート、CAT、殺菌剤のIBP、EDDP、イソプロチオランの8種類を選定した。

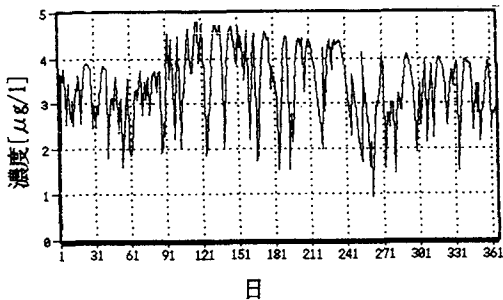


図1 河口付近での濃度変化曲線(CAT)

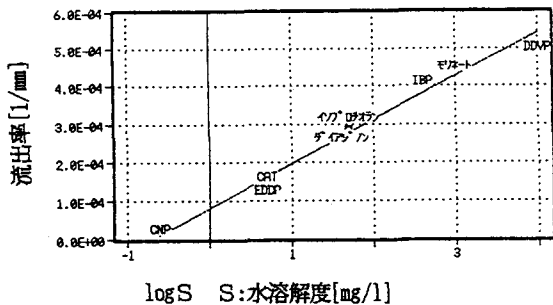


図2 各物質における水溶解度-流出率の相関

シミュレーションの結果の中の一例として、除草剤のCATについての、真野川河口付近での農薬濃度の日単位変化を示す(図1)。時系列的に50%程度の濃度の変動がみられ、徐々に減衰してゆくが、翌年まで土壌にかなりもちこされていることが示されている。この農薬濃度の一年を通じての減衰傾向は、各々に異なり、特にCNPは最も遅かった。この理由としては、

農薬の流出過程において、各農薬間の差を生じる要因として、各物質の水溶解度により降雨1mmあたりの流出率が決定されていることがあげられる。各農薬の水溶解度と降雨1mmあたりの流出率についての関係を図2に示す。

次に、リスク指標の推定結果を示す。濃度の評価基準に対する超過確率については、評価基準とすべきデータ等の不足より全ての農薬について評価を行うには至らなかったが、評価を行った中で評価基準(ゴルフ場使用農薬に関わる水道水の暫定水質目標の1/100)のを超える確率のあったのは、CATのみであったためここでは、そのみを示す(図3)。CATの場合、年間の超過確率が、70%であった。

用量反応関係、水棲生物への影響指標については講演時に示す。

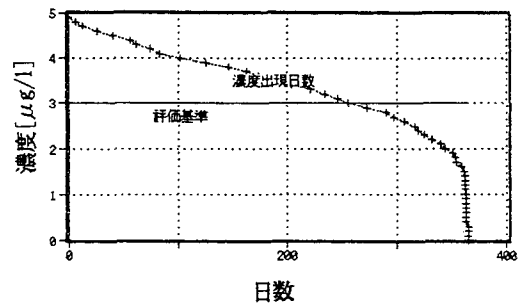


図3 評価基準に対する濃度超過確率(CAT)

4. おわりに

本研究では、とくに河川下流における評価地点での濃度の変動の推定のもとづく検討をしたが、土壌への残留量の翌年への持ち越し分や数十年(農薬が使用されている期間)の時間スケールでの評価など今後検討すべき点は残されており、この種のリスクを有する物質の管理を展望した研究に結び付けて行く予定である。

参考文献

- 1) D. J. Mossman, et al. (1988) Predicting the effects of pesticides release to the Rhine River, JWPCF, Vol.60, No.10, pp.1806-1812