

B-23

大規模流域における農作業の不確実性を考慮した流出解析シミュレーション

岐阜大学大学院工学研究科 ○山本昌弘

岐阜大学工学部

松井佳彦

同上

井上隆信

同上

松下 拓

1. はじめに

農薬の使用は、農業において作物の安定した収穫と労働力の軽減から必要不可欠となっているが、その一方で、農薬が河川等へ流入すると生態系や水道水源への混入による人体へのリスクが存在する。そのため、農薬の流出挙動を把握することは、農薬による汚染のリスク管理に重要であり、また、農薬濃度の実地調査を行うよりも時間や労力の点からも有効である。

農薬の流出予測においては、農薬の散布量、散布日、水田の水管理などの農作業データが、農薬の河川への流出に大きな影響を与える。しかし、これらの農作業は、各農家により人為的に行われるものであるため、克明な農作業データを得ることは、流域が大きいほど困難となる。また、農薬の分解や吸着といった特性も、土壌の地質やその他の環境によって左右されるために、精密なデータを入手することは困難である。そのため、不確実なデータによる流出解析が避けられない。そこで、本研究では流域をメッシュに分割し、各メッシュの水田ごとに農作業日程、農薬の分解・吸着定数のある生起確率によって与え、モンテカルロ的なシミュレーションを複数回行うことで、不確実なデータを考慮した流出解析を行い、そのモンテカルロ法の有効性について検討する。

2. 対象流域

対象流域は、農薬成分濃度の観測が週 4~5 日と高頻度で行われている筑後川流域を選択し、濃度観測点である荒木浄水場を基点とする筑後川中上流域の 1884km² (図・1) とした。この流域を 1 km² ごとの計 1884 メッシュに分割し、それぞれのメッシュに 12 個のコンパートメントを配置したモデルを用いた。

3. 農薬データ

3.1 対象農薬

本研究では、水田で使用される除草剤のうち、以下の 2 条件を満たした農薬を解析対象とした。

- ・ 河川中の原体濃度が測定されている農薬
- ・ 農薬原体の分子量、水溶解度、土壌・水中半減期、土壌吸着平衡定数などの基本データが入手可能

以上より、対象とした農薬原体はプレチラクロール、メフェナセット、ジメタメトリン、ピリブチカルブ、プロモブチド、チオベンカルブの 6 種類である。農薬の使用量に関して、流域への散布量データが存在しないため、農薬要覧を用い、県別の農薬出荷量より流域への散布量を決定した。各農薬の分解係数、土壌吸着定数は複数の文献より、その最大・最小値を決定した。

3.2 農作業日程

各除草剤の散布期間は田植日を基軸として行っている。JA が発行している稲作ごよみを参考に田植と各農薬の散布期間を決定し、各々の農作業が実施される日にちの確率を三角形分布確率 (図・2) で表現した。流域の各水田における田植と農薬散布日を、図・2 の確率分布よりランダムに選定し、流域の田植・農薬散布日パターンを作成した。

4. モデルへの適用

農薬移動は、水分移動モデルに従った各コンパートメント間の移流による流入出の他、各コンパートメン

ト間の濃度差による拡散移動を考慮した。また各コンパートメント内で分解、吸着反応があるとする。土壌・水中での分解・吸着係数は、その生起確率を文献値の最大・最小値間の矩形確率分布と仮定し、各メッシュの分解・吸着係数をモンテカルロ法にてランダムに決定し、分解・吸着係数パターンを作成した。田植・農薬散布日パターンと分解・吸着係数パターンを作成後、モデルシミュレーションを行うことを100回繰り返すことによって、農薬散布、水田水管理等農作業日程及び農薬の吸着分解速度に関する不確実性を考慮した解析結果を導き出した。また、比較のため田植・農薬散布日パターンと分解・吸着係数パターンが流域で均一入力値によるモデルシミュレーションも行った。この場合は、田植日、農薬の散布日を農作業日程の確率が最も高い1日に農作業日程を決定し、農薬の分解・吸着係数は文献最大値と最小値の相乗平均値を用いた。

5. 結果と考察

解析結果を例として図-3に示す。グラフは、メフェナセット(1999年)による計算結果で、モンテカルロ計算は100パターンの農作業データによる平均値である。一方、均一入力による計算では、農薬濃度が離散的となり、極端な濃度結果となった。モンテカルロ計算でも、初期の解析濃度は高い結果となったが、次第にその濃度は小さくなり、連続的な解析結果となった。これは、田植日・散布日をランダムに設定することで、局所的な解析結果が緩和されたと考えられる。

次に、図-4は対象とする6農薬の精度分布(計算結果/観測結果)を日単位に行った結果である。均一入力では、10倍以上となる低精度が50%も存在したが、モンテカルロ計算では、低精度の割合が34%と均一入力に比べて少ない結果となった。また、モンテカルロ計算の方が、3倍以内の高精度の割合も高いことからモンテカルロ計算の精度が高いことが分かる。

これらにより、農作業データの不確実性をモンテカルロ計算にて行うことで、解析濃度が離散的に表現されたのが改善され、また精度の向上からも、モンテカルロ計算による有効性が示された。

本研究に対しては、農林水産省の研究助成(有害化学物質)を得た。(HC-03-2114-1)



図-1 対象流域図

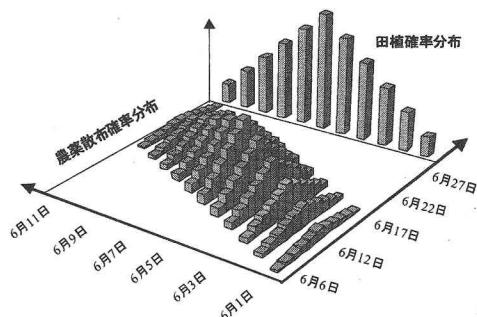


図-2 各農薬の田植え・散布確率分布

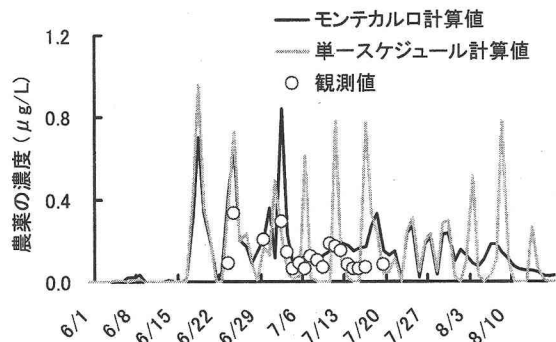


図-3 メフェナセットの濃度観測値と計算値の比較

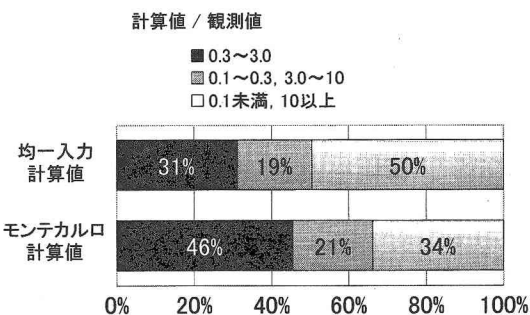


図-4 日別の観測値と計算値の比較