

モンテカルロ手法を用いた農薬の流出解析シミュレーション

岐阜大学工学部

稲熊 友洋

同上

正会員

松井 佳彦

同上

正会員

松下 拓

1 はじめに

農薬は作物の安定した育成と作業労力の軽減といった理由から農作業において必要不可欠となっているが、その一方で農薬が農地から流出することにより自然環境への汚染が生じている。特に水田用農薬は水を媒体として直接河川等の水環境へ流出されるため流出の割合も多く、水道水源への混入による人体への影響が懸念されている。また、平成 16 年 4 月 1 日から新たな水道法により、農薬類は総農薬方式のトータルで評価する新方式が採用されるようになった。このことから、河川中における農薬濃度を把握することが重要であるが、使用されている農薬の種類も多いことから、すべての農薬濃度を継続して観測することは困難である。そのため、シミュレーションによる流出解析を行い流出率や濃度が高い農薬を予測し、濃度観測計画を策定することが有効であると考えられる。

2 研究概要

2.1 対象流域

農薬流出解析の解析結果は観測値との比較によって精度検討を行う必要がある。そのため、十分な観測データのある河川流域が必要となる。そこで、本研究では農薬濃度観測が週に 4~5 回と高頻度で観測されている筑後川流域を対象流域（図 - 1）とした。農薬観測データは、久留米市の福岡県南広域水道企業団（荒木浄水場）のデータを得ることができた。計算対象流域は、久留米市にある濃度観測点（荒木浄水場）より上流側に位置する筑後川中上流域とした。また、この流域を 1 km^2 ごとのメッシュに分割し、それぞれ鉛直方向にコンパートメントを設置した。

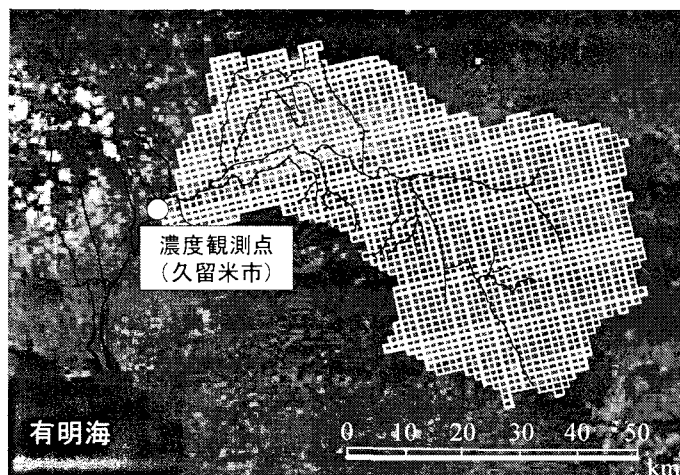


図 - 1 対象流域

2.2 解析手法

水田で使用する除草剤農薬原体に着目し、コンパートメントモデルによる流出解析を行った。まず、地理情報データと水文情報データを水分流出モデルに入力し、各コンパートメント間の水分移動量を計算する。その水分移動量の計算値と農薬情報データを農薬流出モデルに入力し、観測地点での農薬濃度を計算する。

しかし、各農家が個々に行う農作業に関するデータ（散布量・散布日・水田の水管理など）や、土壌の種類によって異なる農薬の分解・吸着に関するデータなどの入力データを流域全体にわたって詳細に入手することは困難である。また、これらのデータは流出解析に大きく影響を与える因子でもあるため、この不確実なデータの扱い方によって、解析結果は大きく異なると考えられる。そこで、データの不確実性を考慮するために、農作業日程や農薬の分解・吸着定数のある生起確率分布に従って個々の水田ごとに設定するモンテカルロ手法を用いて入力データを構築した。

3 モンテカルロ手法の適用

3.1 作付する品種の決定

水管理は田植日を基に決定されるが、イネの品種によって水管理が異なる。また、除草剤は水田に直接散布されることから、水田の水管理が農薬流出解析に影響を及ぼす因子であると考えられる。しかし、各農家が栽培しているイネの品種を調査することは困難であり、大規模流域で詳細なデータを入手することはほぼ不可能である。そこで、まず各品種の栽培面積から、各品種が栽培されている割合を算出する。そして、その割合に従って水田にランダムに当てはめることによって、各水田で栽培されるイネの品種を決定した。

3.2 農薬を散布する場所の決定

農薬の散布場所や散布量は農薬流出解析に影響を及ぼす因子ではあるが、どの農薬がどの水田にどれだけ散布されているのかを調査するのは困難である。そこで、まず各農薬の流域内での使用量と水田面積当たりの使用量から、各農薬の使用された水田面積を算出する。そして、農薬の使用された水田面積を農家一戸が作付する水田面積にて分配することで、各農薬を散布する農家を決定した。各農薬が散布されるメッシュの決定は、農家をランダムにメッシュに当てはめることで行った。

4 結果と考察

図-2に解析シミュレーションにより算出された農薬濃度の最小値・最大値・平均値（計算回数 2000 回）と観測濃度の比較を示す。平均値は観測濃度に近い値を示している。特に、6月中旬から7月初旬では、観測濃度と同様の流出挙動を計算値が示していると思われる。しかし、7月中旬からは平均値が観測濃度に比べて高い値を示す結果となった。また、最小値と最大値の幅も大きくなっている。これは、チオベンカルブの土壌吸着性が高いために残留農薬量が高くなったことと、モンテカルロ手法に用いた吸着定数の幅が大きいことが、流出挙動に影響を与えたことによると思われる。

図-3に農薬が観測される6月から7月の観測値の平均濃度と濃度観測日における計算値の平均濃度の比較を示す。各農薬原体とも計算濃度は観測濃度に近い値を示している。このことから、モンテカルロ手法を用いた解析シミュレーションの精度の高さがわかる。このようなシミュレーションを対象流域で使用されている農薬（除草剤約 50 種類、殺菌・殺虫剤約 80 種類）に適用することによって、未実測の農薬を含めた全ての使用農薬の流出濃度を予測することが可能と思われる。本研究では約 50 種類の除草剤について、実測の必要性の順位付けを行う。

5 おわりに

本研究では、モンテカルロ手法を用いた解析により、不確実なデータでも精度の高い解析が行えることがわかった。このことより、実測されていない農薬の濃度を推定することができると考えられる。

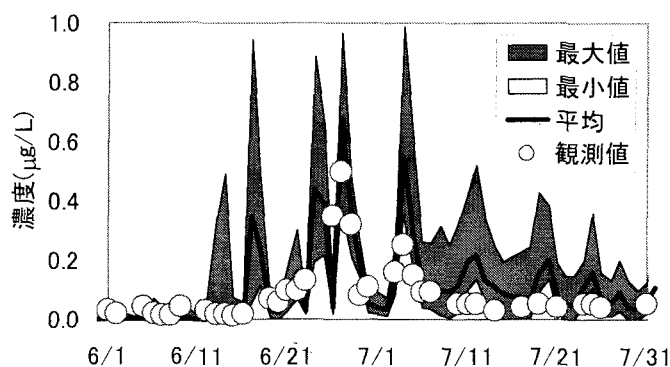


図-2 チオベンカルブの濃度観測値と計算値（2000 年）

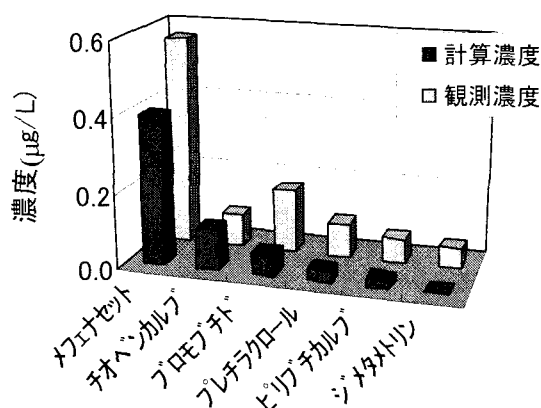


図-3 各農薬原体での観測濃度と計算濃度