

果樹園栽培が盛んな流域を対象としたTN流出負荷量解析

和歌山大学大学院システム工学研究科 学生会員 ○日野良太
 和歌山大学システム工学部 正会員 江種伸之
 香川大学工学部 正会員 石塚正秀
 和歌山大学システム工学部 正会員 平田健正

1. はじめに

紀の川の流域では、2002年以降毎年のようにアナベナなどの植物プランクトンに起因する水道水のかび臭問題が発生している。蜜柑、柿、桃などの果樹栽培が盛んな紀の川流域では、果樹園から河川への窒素やリンの流出過程を解明し、河川水中の窒素やリン濃度の管理が重要となる。そこで、分布型モデルによる数値解析を実施して果樹園からの窒素(TN)流出過程の解明を行った。

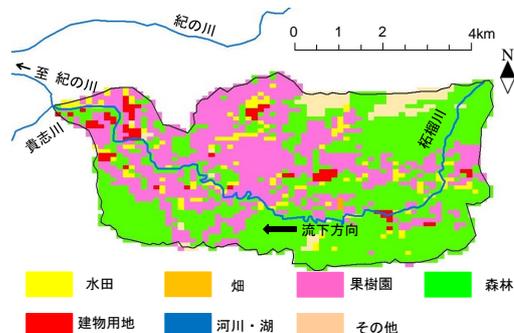


図-1 柘榴川流域の土地利用

2. 流域の概要

本研究では果樹園からのTN流出過程の解明を目的としているため、土地利用が多様な紀の川本川ではなく、流域に占める果樹園の割合の高い支川の柘榴川を対象流域に選んだ。柘榴川の流域面積は26km²、幹線流路延長は14kmで、土地利用は大きく森林(52%)と果樹園(34%)に分かれる。図-1は柘榴川流域の土地利用、図-2は数値解析に用いた柘榴川流域の1kmメッシュモデル図である。最下流部のTN濃度は、秋から冬にかけて高く、TN換算で3.5mg/L前後で推移し、春先から低下し、春から夏には2.0mg/L程度を示す¹⁾。

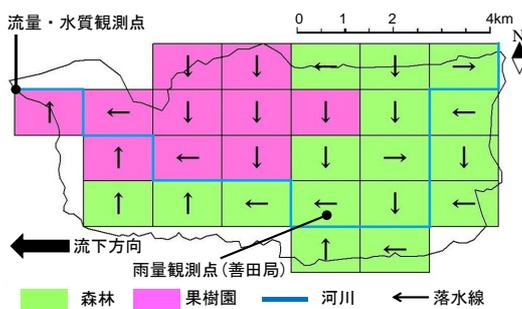


図-2 流域メッシュモデル(1km×1km)

3. モデル解析

本研究では、分布型モデルを用いて、(1)原単位法によるTN排出負荷量解析、(2)キネマティックウェーブ法・貯留関数法による水流出解析、(3)マクロモデルによるTN流出負荷量解析の順で実施した。

(1)原単位法によるTN排出負荷量解析

流域内のTN発生源は、生活排水(生活系)、工場排水(産業系)、および果樹園、森林、水田、畑、市街地に分けられるため、文献²⁾より引用した原単位に人口、製造品出荷額等、土地利用面積などの統計データ(和歌山県集計)を乗じて排出負荷量を算定した。なお、面源の原単位は、森林が440kg/km²/年、水田が1280kg/km²/年、畑が6900 kg/km²/年、市街地が1620 kg/km²/年であり、果樹園については園地の窒素収支式¹⁾から求めた7207 kg/km²/年を用いた。

(2)キネマティックウェーブ法・貯留関数法による水流出解析

紀の川流域への適用実績があり、解析に必要な諸数値が既知の分布型水文流出モデル³⁾を使用した。このモデルは、降雨遮断過程に関する森林遮断蒸発サブモデル、蒸散過程及び地下浸透過程に関する浸透・蒸散サブモデル、および斜面流と河道流に関する斜面・河道流出サブモデルから構成されている。今回のモデル解析は、流域から河川へのTN流出過程の解明が目的なので、水流出解析では河川に接する流域メッシュからの表面・中間流出量と基底流出量の算定を行うが、解析結果の精度を確認するため、河川最下流部の流量も求めて実測値と比較した。

キーワード：果樹園、窒素流出過程、原単位法、水流出解析、マクロモデル
 連絡先：〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷930 和歌山大学
 TEL 073-457-8331 FAX 073-457-8330 E-mail egusa@sys.wakayama-u.ac.jp

(3) マクロモデルによるTN流出負荷量解析

TN流出負荷量の算定には簡易なマクロモデル⁴⁾を用いた。生活系と産業系の流出負荷量は、本流域では下水道が普及していないため(解析対象の2002年当時)、下水道などの流出過程における貯留は考えず、原単位法により求めたTN排出負荷量を365で除して、日TN流出負荷量とした。面源からの流出負荷量は、水流出解析で求めた表面・中間流出量および基底流出量のべき乗(式(1))、果樹園に関してのみ、さらに窒素収支式¹⁾と地元JAの施肥基準情報より求めた園地内の窒素量のべき乗に比例するとした(式(2))。

$$TL_i = \sum_{j=1}^{365} \sum_{k=1}^2 \alpha_{i,j,k} A_i Q_{j,k}^\beta \quad (1)$$

$$TL_6 = \sum_{j=1}^{365} \sum_{k=1}^2 \alpha_{6,j,k} A_6 Q_{j,k}^\beta M_{j,k}^\gamma \quad (2)$$

ここに、下付き*i*は土地利用、*j*は日数、*k*は水流出過程(表面・中間流出または基底流出)、*A*は面積割合、*Q*は河川への流出量(表面・中間流出量または基底流出量)、*M*は果樹園に存在する窒素量、係数 α と上付き β, γ はフィッティングパラメータである。なお、市街地の地表面はアスファルトやコンクリートなどに被覆され、降水の地下浸透はないと仮定し、市街地からのTN流出では基底流出過程は考慮しなかった。3つのフィッティングパラメータは、式(1)と式(2)で計算される年間流出負荷量が原単位法によって計算されたTN排出負荷量に等しくなるように試行錯誤的に求めた。

4. 結果と考察

図-3にTN排出負荷量を示す。これより、果樹園の割合が82%を占め、果樹園からの排出負荷が最も大きいことがわかる。

図-4に2002年の水流出解析結果を示す。なお、実測値は著者らが2002年に月1回から2回の頻度で11時頃に実測した値である。日平均値で表した解析結果と比較すると6月から9月に差が大きいこともあるが、全体的な傾向は再現されている。

図-5に月別TN流出負荷量を示す。月別のTN流出負荷量は、3月、4月、10月、11月に多く、8月と9月に少ない傾向を示した。これは、果樹園の施肥時期および河川水中のTN濃度変化の傾向とも一致している。このことから、果樹園からの窒素肥料の影響が柘榴川のTN濃度変化に影響を与えていると推察される。

5. おわりに

本研究では、果樹栽培が盛んな柘榴川流域を対象に分布型モデルによる数値解析を実施して、流域からのTN流出負荷特性を考察した。今後は、今回使用したモデルを河川水質予測が可能なものに改良して、果樹栽培が盛んな流域からのTN流出特性のより詳細な検討を行っていききたい。

6. 参考文献

- 1) 江種伸之, 三尾谷雅史, 鷺田勉, 平田健正: 土地利用の異なる隣接した二流域の河川水質特性, 水工学論文集, Vol.48, pp.1471-1476, 2004.
- 2) 日本下水道協会: 流域別下水道整備総合計画調査指針と解説, pp.31-69, 1999.
- 3) 石塚正秀, 江種伸之: 農業用水取水ルールを考慮した分布型水文流出モデルによる紀の川流出解析, 水工学論文集, Vol.52, pp.391-396, 2008.
- 4) 市木敦之: 水理公式集例題プログラム集 平成13年版(CD-ROM), 第6編水環境編, 例題6-15, 土木学会, 2002.

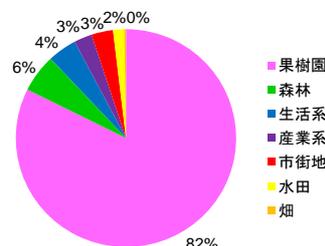


図-3 TN排出負荷量(合計: 約11万kg/年)

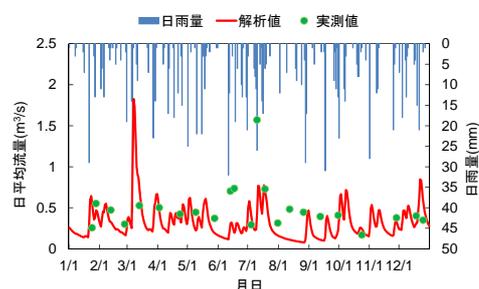


図-4 最下流地点の日平均流量と日降水量

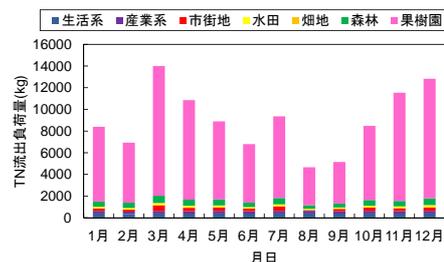


図-5 TN流出負荷量