

流域管理のための総合的な物質流動モデルの構築

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 ○辻倉 裕喜
国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 安田 佳哉

1. はじめに

湖沼の水質保全を図るためには、流域から湖沼に流入する汚濁負荷を削減することが不可欠である。研究対象である霞ヶ浦流域においては、茨城県が流域管理による湖沼水質保全を検討しており¹⁾、流域管理組織として霞ヶ浦に流入する河川流域単位で流域協議会を設置し、各流域協議会に関係する市町村が参加することを構想している。一方、通常河川流域と市町村区域が一致していないことが流域管理を困難にしている理由の一つに挙げられる。これを解決する手法の一つとして、河川流域と市町村区域を地理的に共通するメッシュで再構成し、メッシュ単位における汚濁負荷発生源の同定および流達過程を明確にした上で流域管理を行うことが有効であると考えられる。

2. 研究の目的

流域で発生した汚濁負荷は流域の水循環を介して水域に流入する。安陪・大八木ら²⁾は自然系水循環モデルとして開発された分布型流出モデルに人工系水循環を組み込み構築した総合的な水循環モデルにより、メッシュスケールとして標準地域メッシュ第3次地域区画（約1km²）を採用し、霞ヶ浦全流域1811メッシュの水循環を明確にしている。本研究では、上記水循環モデルに引き続き、汚濁負荷の流達過程を表現する総合的な物質流動モデルを構築することにより、霞ヶ浦流域の物質循環を把握することを目的とした。

3. 総合的な物質流動モデルの構築

標準地域メッシュ第3次地域区画（約1km²）単位での物質流動を表現するモデルとして、各メッシュ鉛直方向の層については、浮田・関根らが開発したシミュレーションモデル³⁾を一部簡略化して適用した。安陪・大八木ら²⁾が構築した総合的な水循環モデルでは考慮されている深層地下水層については、霞ヶ浦流域全体にわたってその上層に難透水層が確認されているため、浸透負荷が軽微であると考え物質流動モデルからは除外した。また、河道モデルについては、各層からの流出負荷量等を入力して堆積・掃流過程を解き、落水線に沿って次メッシュへ流出負荷量を引き渡すモデルとした。図-1に物質流動モデルの構造概要を示す。なお、人工系物質循環ではGISを活用し、流域内の全メッシュにおける生活・工業・農業・畜産系の取水・排出負荷量および下水負荷量を算定し、図に示すように自然系物質循環の各層モデルおよび河道モデルと組み合わせた。

3. 1 表層モデル

降雨負荷、面源負荷、農業系取水負荷の地表面堆積・掃流、堆積物への吸脱着、地中浸透を考慮した。表層に堆積・吸着する汚濁負荷は表層流の掃流力により流出し、溶解性の汚濁負荷は表層から不飽和層に浸透し、降雨時に一部が表層流により流出するものとした。面源負荷は懸濁性の堆積物とし、これら堆積物の流出負荷量は流量の2乗に比例するものとした。降雨負荷、農業系取水負荷については溶解性負荷とみなした。

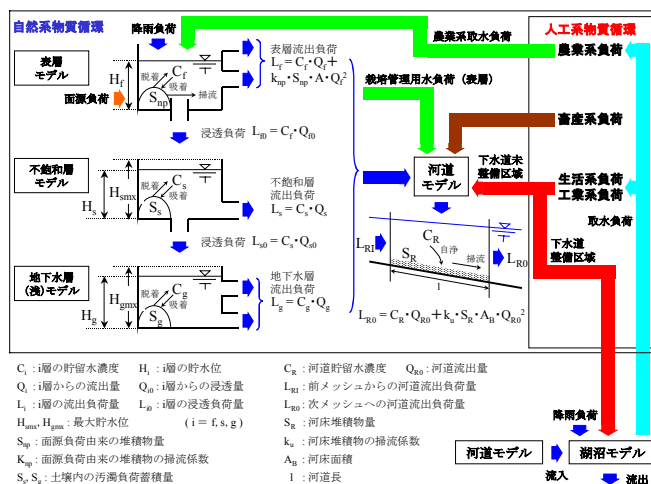


図-1 総合的な物質流動モデルの概要

キーワード 物質循環、物質流動モデル、流域管理

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1 国土技術政策総合研究所河川環境研究室 TEL 0298-64-2587

3. 2 不飽和層モデル

表層モデルより地中浸透した溶解性の汚濁負荷は土壤内に蓄積し、蓄積物から溶脱した溶解性の汚濁負荷は中間流によって流出、一部は地下水層へ浸透するものとした。

3. 3 地下水層モデル

不飽和層モデルと同様のモデルとした。ただし、汚濁負荷は地下浸透しないものとする。

3. 4 河道モデル

表層モデルからの掃流性流出負荷、溶解性負荷の自浄作用による河床への吸着等を含む河床堆積物が流量の2乗に比例して次メッシュへ流出するものとした。また、点源負荷（生活系・工業系負荷の自然排出分、畜産系負荷）、栽培管理用水負荷は溶解性負荷として河道に直接排出され、各層からの溶解性流出負荷と共に流量に応じて次メッシュへ流出するものとした。

4. シミュレーション結果

平成6年～7年を対象に上述の物質流動モデルを用いてシミュレーションを行った。物質流動モデルの各種パラメータ値は、実測河川流出負荷量（水質測定値×測定時流量）を再現するように同定した。しかしながら、実測値（水質測定値）は低水時のみにしか存在しない。そこで、計算期間において、インプットデータである流域内全メッシュの排出負荷量の合計とアウトプットである霞ヶ浦に流入する流達負荷量の合計がほぼ整合するであろうと判断し、パラメータ値の同定においてはこのことにも配慮した。再現結果の一例として、図-2に小野川小野川橋地点における各汚濁負荷成分の流出負荷量計算結果（縦対数軸）を、図-3に霞ヶ浦全流域における年間物質収支（TP：1995年）を示す。

5. おわりに

本研究では、流域の物質循環を把握するために、汚濁負荷流達過程を表現する総合的な物質流動モデルを構築した。このモデルを適用して霞ヶ浦流域を対象に行ったシミュレーションにおいて、排出・流達負荷量それぞれの合計を整合させた上で、低水時の実測河川流出負荷量を良く再現でき、流域全体およびメッシュ単位の物質循環を把握することができた。今後、降雨・高水時の流出負荷量をより精度良く再現するために、水質の連続観測を行っている河川流域等へのモデルの適用を考えている。

参考文献

- 1) 霞ヶ浦流域管理研究会：霞ヶ浦における流域管理手法の検討結果報告書,2000
- 2) 大八木・安陪・安田：流域管理のための総合的な水循環モデルの構築,第56回年次学術講演会講演概要集,7-211,2001.
- 3) 國松・村岡：河川汚濁のモデル解析,pp.163～171,技報堂出版,1989.

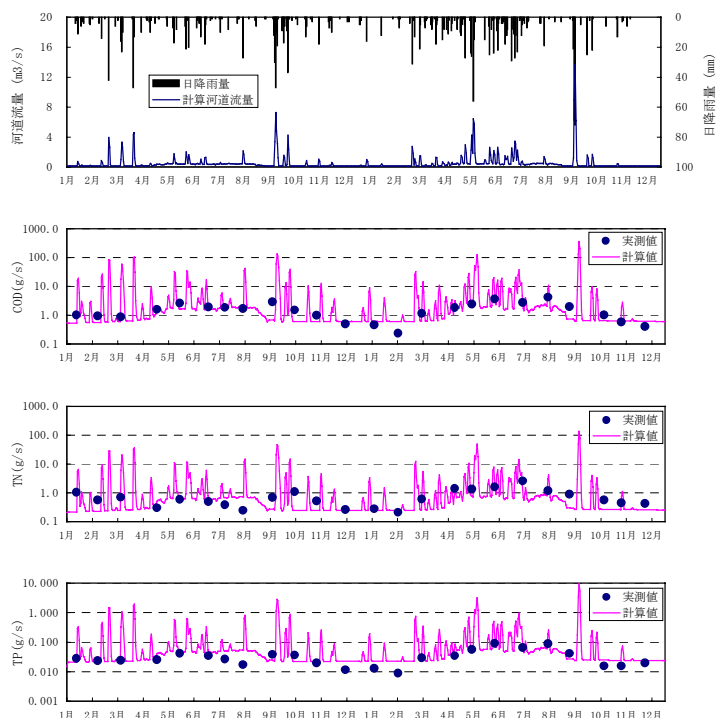


図-2 流出負荷量計算結果（小野川小野川橋地点）

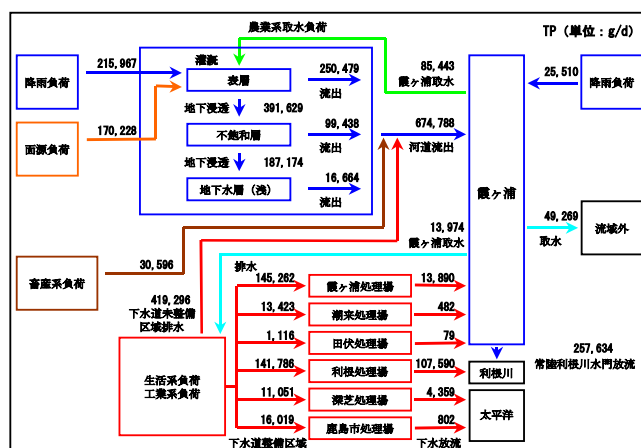


図-3 霞ヶ浦全流域における年間物質収支（1995）