

10-1 流域スケールで見た物質動態特性の把握に関する研究（1）

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：水災害研究グループ

研究担当者：岩見洋一、千田容嗣、

E.D.P Perera、

【要旨】

河川や閉鎖性水域において、種々の対策が行われているにも関わらず栄養塩濃度は横ばい傾向にある。発生源ごとの水域への栄養塩類の流出機構が明確でなく、発生源毎の寄与度と対策効果を総合的に評価できる流域規模の水・物質循環モデルが必要である。本研究は、印旛沼高崎川流域を対象に、家畜排せつ物法の適用前後での流域の家畜の状況を調査し、畜産由来の汚濁負荷（窒素、リン）、都市由来、森林由来のサブモデル化を検討し、これまで土木研究所で開発した WEP（Water and Energy Process）モデルのサブモデル開発を目的として実施している。平成 25 年度までに畜産における排泄物管理が河川への栄養塩（N,P）負荷流出に与える影響を評価するための畜産流出サブモデル、さらに、都市由来サブモデル、森林由来サブモデルを検討した。平成 26 年度は、印旛沼高崎川流域の小流域で平成 26 年度に観測した水質データを使って検証を行った。さらに、都市域の占める割合の多い、他流域での適用性を検討するため、印旛沼内でモデル流域を選定し検討の準備を行った。

キーワード：WEP モデル、汚濁負荷流出、窒素、リン、森林、都市化

1. はじめに

流域における土地利用の変化や人口増加、生活水準の向上など都市化による汚濁負荷が、河川や閉鎖性水域の水質に大きな影響を与えている。これらの汚濁負荷に対しては、総量規制や湖沼保全計画に基づき、点源からの発生負荷量は削減されているもの、栄養塩濃度は依然として低下していない状況にある。この原因として、面源からの流出負荷の比率が高く、それが減少していないあるいは増加しているため、点源からの負荷の削減が実際の流出負荷の削減に結びついていないことが指摘される¹⁾。

面源汚染からの負荷は、人間の土地利用や土地利用自体の変化など、多くの要因が影響を及ぼしている²⁾。農業は、面源負荷の主要因の一つとされており、農業活動の中で畜産も面源負荷としての影響が考えられる。通常は、畜産排出負荷は、畜舎排水による点源と考えられているが、たとえば家畜排せつ物法適用以前においては、野積み等の不適切な処理が残っていれば、排水処理を経ずに降雨流出過程を通して面源的に排出される状況も想定される。多くの水質モデルは、水域への汚濁負荷を推定するために開発されてきた。しかし、家畜の面源に関する研究は、負荷を把握することが難しいためほとんどモデル化されていない。

そこで本研究では、畜産の面源汚濁負荷が水質に与える影響を評価するために WEP (Water and Energy Processes) モデルを改良・開発する。

WEP モデルは、土木研究所で開発した分布物理型の水・物質循環モデルで、当初、水とエネルギー量の分析を流域スケールで行うために開発され³⁾、その後、窒素やリンを対象項目に加え⁴⁾、SS(Suspended solid)の影響も考慮する⁵⁾ことにより再現性の向上を図っている。平成 25 年度までに、窒素、リンの流域スケールのモデルリングモジュールの導入、土砂動態 (SS) モデルの改良を行った。さらに、家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律の前後での流域での家畜の状況を調査することにより、畜産の汚濁負荷が河川に与える影響についてモデル化し WEP モデルの改良を行った。平成 26 年度は、

高崎川流域において、都市化の進んだ小流域（以下「A 流域」と呼ぶ）と森林が比較的多く存在する小流域（以下「B 流域」と呼ぶ）の末端部に観測点を設け、降雨があった時に観測を実施し、得られた観測値と計算値を比較した。また、他流域での適用性を検討するため、印旛沼内でモデル流域を選定し、シミュレーションに必要な地形図、水質データ、降雨データ等を収集した。

2. 印旛沼高崎川流域の概要

印旛沼流域の高崎河川流域図を示す(図-1)。印旛沼流域は、湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼の指定を受け、これまで6期にわたる湖沼水質保全計画が策定されている。

高崎川は流域面積が、79km²の印旛沼流域内の河川である。比較的データが揃っていることから、モデル流域として研究を実施している。



図-1 印旛沼流域と高崎川流域

(印旛沼流域水循環健全化会議の提供資料に加筆)

3. 高崎川流域小流域での検証

3.1 小流域の概要

選定した小流域の観測地点(6),(8)より上流の土地利用状況及び位置図を示す(表-1、図-2)。A流域は、流域面積3.3km²で高崎川全流域と比較すると宅地や市街地の割合が大きく、山林や畑の割合が小さい。B流域は、流域面積2.5km²で市街地の割合が大きく、畑の割合が小さい。

表-1 土地利用状況

	土地利用	高崎川全流域(%)	A流域(%)	B流域(%)
1	山林	22.7	13.9	29.1
2	田	9.1	1.4	1.6
3	畑	33.4	3.4	7.5
4	宅地	14.7	21.5	7.1
5	市街地	6.6	40.8	34.0
6	道路	7.9	12.1	10.8
7	公園	4.9	5.8	7.5
8	水面	0.8	1.0	2.4
		100.0	100.0	100.0

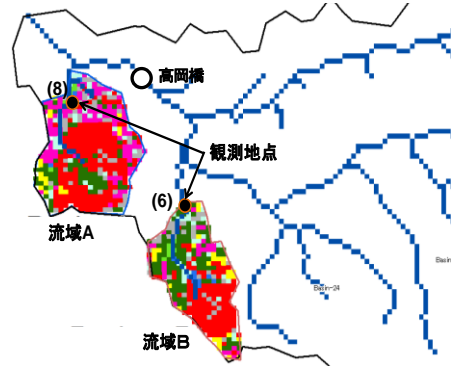


図-2 高崎川における小流域の位置図

3.2 観測値と計算値の比較

(1) 観測時の降雨状況

平成25年10月5日4時から6日12時にかけて連続雨量132~176mm、最大時間雨量11~17mm(10月6日_8~11時)(流域周辺にある印旛土木事務所、馬渡、八街、富里観測所の結果)の降雨があり、観測地点において4時間おきに採水(観測)を実施した。上記4観測所で得られた降雨データから流域平均をした時間雨量及び計算により求めた流量を示す(図-3)。最大時間雨量は、A流域で15.5(mm/h)、B流域で17.0(mm/h)であった。

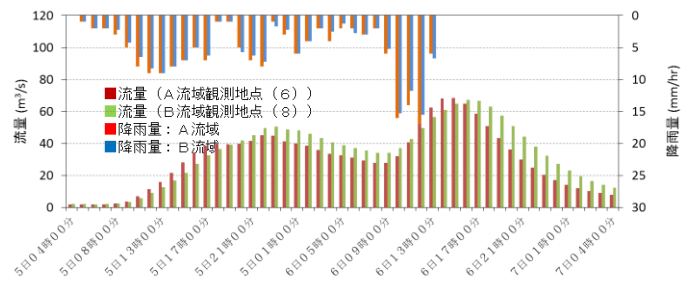


図-3 降雨量及び流量状況(A、B流域)

(2) 比較計算

下記条件設定で計算値を行った。

- ・メッシュサイズは100mとした。
- ・計算に用いたモデルは、高崎川流域高岡橋で2005年度の観測データ(千葉県)を用いてチューニングしたパラメータを用いた。

A流域及びB流域におけるTP、TNの観測値と計算値を比較した結果を示す(図-4)。

A流域、B流域ともにTP、TNの計算値は観測値より小さめに算出される傾向がみられた。

この原因としては、使用した施肥データの精度、100mメッシュを使用した場合、小流域への適用限界等が考えられる。今後、事例を蓄積し検討する予定である。

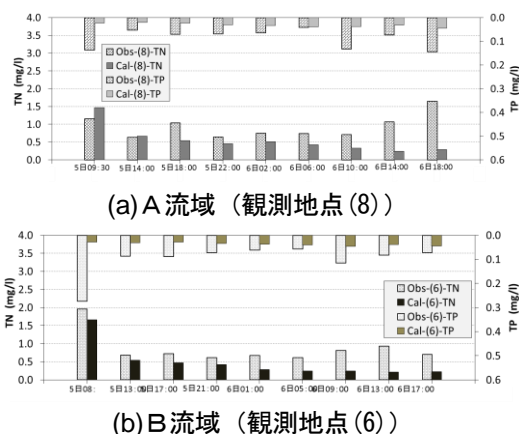


図-4 A流域及びB流域における観測値と計算値の比較

4. 他流域での検証

高崎川流域以外でも適用できるモデルに改良するため、印旛沼流域内の他河川での検証を考えた。流域の選定にあたっては、高崎川流域は山林や畑の占める割合が比較的大きいため、都市化進んだ流域(都市域(宅地、市街地、道路)の占める割合の大きい流域)を選定条件とした。平成26年度は候補となり得る流域の選定、計算に必要なデータの収集を行った。

4.1 流域の選定

印旛沼流域内の主な河川は、高崎川(85km²)、鹿島川(153km²)、手繰川(31 km²)、神崎川(53km²)、桑納川(25.3 km²)があり、これらの土地利用割合を示す(図-5)。手繰川流域、神崎川流域、桑納川流域が都市化の進んだ流域の候補として選定され、水質観測状況から手繰川流域を選定した。

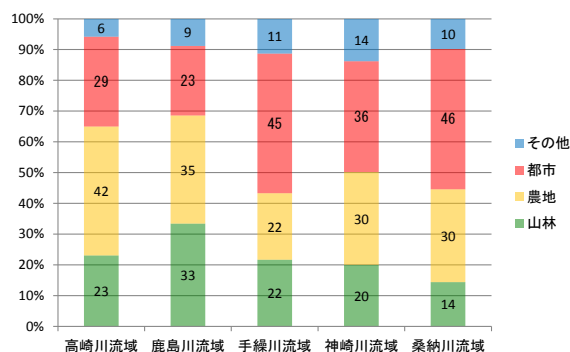


図-5 各流域の土地利用状況

※印旛沼流域水循環健全化計画 第11期行動計画(案)に記載され土地利用割合を再整理した。

4.2 データの収集

印旛沼流域手繰川流域での検証に必要な地形、地質データ(国土地理院公表データ)、土地利用状況、

水質データ、降雨データ、河川流量データ(千葉県)を収集した。

5. おわりに

平成26年度の検証は、最大時間雨量が10mmを超える場合の観測値と計算値との比較を行った。その結果、計算値が観測値より小さめに出る傾向がみられた。平成27年度は、検証結果を踏まえてパラメータの調整を行ったモデルに対して、引き続き、様々な降雨パターンで検証するとともに、土地利用形態の異なる手繰川流域でも検証し、水・物質循環モデルを構築する。

謝辞

本研究で用いた印旛沼・高崎川流域の水文、水質データは千葉県および印旛沼流域水循環健全化会議により観測・収集されたものです。貴重なデータを提供していただいた両者に対し、ここに謝意を示します。

参考文献

- 1) 社団法人日本水環境学会：「非特定汚染原からの流出負荷量の推定手法に関する研究 Study on Load Estimation of Non-point Source Pollution」、平成23年度 環境省環境研究総合推進費成果報告書(RFb-11T1)、平成24年3月
- 2) Novotny, V., (1999). Integrating diffuse/nonpoint pollution control and water body restoration into watershed management. Journal of the American Water Resources Association 35 (4), 717-727.
- 3) Jia, Y., Ni, G., Kawahara, Y. and Suetsugi, T., (2001). Development of WEP model and its application to an urban watershed. Hydrological Processes 15, 2175-2194.
- 4) Jia, Y.W., Kinouchi, T. and Yoshitani, J., (2005). Distributed hydrologic modeling in a partially urbanized agricultural watershed using WEP model. Journal of Hydrologic Engineering, 10, 253-263.
- 5) Rajapaksha, H., Inomata, H. and Fukami, K., (2009). Diffuse-source particulate nitrogen and phosphorus pollution modeling in Yata river basin in Japan using process-based WEP model coupled with a sediment erosion-transport model. Ann. Conf. of Japan Society of Hydrology and Water Resources

STUDY ON COMPREHENDING DYNAMIC MATERIAL CIRCULATION AND RUNOFF ON BASIN SCALE (1)

Budget: Grants for operating expenses (General account)

Research Period: FY2011-2016

Research Team: Water-related Hazard Research Group

Author: Yoichi Iwami, Yoji Chida, E.D.P Perera

Abstract:

Impacts on river basin environments because alterations in water and material cycles have been concerned in recent past due to those impacts are very serious in water quality point of view and especially where the water quality in the basins are at or above the threshold of contamination. Land use changes due to urbanization and intensive agricultural activities including high level fertilization and livestock farming significantly impact the water quality of river basins. Point source and non-point source pollutions in river basins should be controlled to maintain the river water quality standards. Recently in many watersheds point source pollution has been managed however still non-point source pollution is a challenging task for the river basin managers. At this end ICHARM has been developing a basin scale hydrological and material (nitrate, phosphate and suspended solid) circulation model updating the already existing WEP (Water and Energy Process) model which was developed by PWRI. This study focuses on non-point source pollution loading by livestock farming in Takasaki river basin which is a tributary to the Inbanuma Lake in Chiba prefecture. In this fiscal year, the Takasaki river basin was divided into the small basin where comparatively many forests exist, and the small basin where urbanization progressed. We compared the calculation results of TN and TP with observed data in the two different sub basins and found that the calculated values of TN and TP were smaller than observed ones. We will continuously study in terms of calibration and validation of the model by adding other cases. In order to apply the model to another basin, Taguri river basin was selected as a model.basin