

流域からの汚濁負荷流出機構に関する研究

岡山大学大学院 ○学生員 山本邦一
岡山大学環境理工学部 正 員 河原長美

1. はじめに

近年の国や地方自治体による工場、事業所等からの排水規制や下水道の整備の推進の結果、公共水域へ流出する全汚濁負荷量において、非特定汚濁源からの負荷量の比重が益々高くなってきている。都市化されていない地域においては、農耕地からの汚濁物質が水域に与える影響はきわめて大きく、湖沼等の水質保全を目的とする場合には、その重要性は今後ますます増加していくものと思われる。

本研究では琵琶湖へ流入する日野川と野洲川の支流である杣川を対象として、流出汚濁負荷量（特にCOD、TN、TP）の予測モデルを作成し、本予測モデルにより、各種開発や汚濁防止対策が汚濁負荷量の変化に及ぼす影響について検討した。



2. 流域及び解析データの概要

本研究で対象とした杣川および日野川の各流域の概要を図-1および表-1に示す。両流域共にあまり都市化されていないが、日野川流域の方が人口が多い。

図-1 調査流域

3. モデルの概要

ここで定式化したモデルは、次の3つの部分から構成されている。特定汚濁源モデル、非特定汚濁源モデル、流下過程モデルとである。水文量に関しては、成分分離AR法を用いた。両流域において、対象流域下流端での流量を、表面流出と地下水流出とに分離し、更に、杣川では、流量の欠測データを降雨から推定した。ここでは、3つのモデルについて説明する。

3-1 特定汚濁源モデル

特定汚濁源としては、工場廃水、家庭排水および家畜排水を取り上げ、家庭排水については、し尿処理、合併処理、単独処理、農地還元なども考慮している。

また、家畜は、牛、豚をとりあげ、発生汚濁負荷量はそれぞれ異なるが流出率は同一とした。各点源からの流出汚濁負荷量は次式で算定した。

流出負荷量 = (各汚濁源の除去率を含めた流達率) × (原単位) × (各汚濁源の数量)

3-2 非特定汚濁源モデルと流下過程モデル

水田、畑、山林、宅地を取り上げた。なお、宅地には道路等も含めて考えており、これらからの負荷量を求めるに際して、表面流出と地下水流出量を利用した。モデル式を表-2に示す。

宅地の汚濁負荷量は、晴天時には単位面積あたり毎日同じ負荷量 α が堆積され、堆積した負荷量は1日ごとにある減衰係数 k で減少するとした。こうすることにより、晴天が続くと堆積汚濁負荷量は増加するが

表-1 流域の概要

		日野川	杣川
人口	総人口(人)	48613	25257
	単独処理(人)	5660	7789
	合併処理(人)	3046	1658
	雑排水(人)	45567	23599
家畜	牛(頭)	4457	717
	豚(匹)	2817	309
面積	全体(ha)	19942	11221
	山林(ha)	9899	8568
	水田(ha)	5306	2326
	宅地(ha)	3553	327

る一定値に近づく。晴天時に堆積した汚濁物質は、降雨時に流出するとした。

山林からの流出汚濁負荷量については、他の非特定汚濁源に比べ、未知の部分が多く残されている。そこで、本研究では、山林からの汚濁負荷量は、表面流出と地下水流出の関数として表した。

水田からの汚濁負荷量においては、COD、TPおよびTNの流出形態がそれぞれ異なるのでこれらを区別した。CODについては表面流出の関数として表した。またTP、TNについては、施肥の時期、回数、各時期の施肥量およびTN、TPの土壤中での挙動を考慮して、モデル化を行った。

河川の流下過程における水質変化に関しては、汚濁負荷が流入、水中での沈降速度、巻き上げ、並びに分解を考慮した。なお、モデルには多くのパラメータが含まれているが、非線形回帰分析手法の一つの手法であるMarquadt法と数値積分とを組み合わせ推定した。

表-2 モデル式

宅地	晴天日	$S(t) = S(t-1)e^{-k} + \alpha$
		$L(t) = 0$
雨天日		$S(t) = S(t-1) - L(t-1)$
		$L(t) = b + S(t-1) \cdot (P-R)^{b2}$
山林		$L = \alpha \cdot Q_s^{\beta} + \gamma Q_d$
水田	COD	$L = \alpha \cdot Q_s^{\beta}$
TN, TP		$L = (Q / \sum_{i=1}^{36} Q_i \cdot f(x)) \cdot \alpha \cdot f(x) \cdot A$
		$f(x) = \frac{C_1}{\sqrt{2\pi\xi}} \frac{1}{x} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(\ln x - \mu_1)^2}{\xi^2}\right] + \frac{C_2}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x - \mu_2)^2}{\sigma^2}\right] + \frac{C_3}{365}$
流下過程		$C_1 + C_2 + C_3 = 1$
		$L = \exp\{-(k+k_1)t\} \int_0^t (P+H) \exp\{(k+k_1)\tau\} d\tau + k_0 \exp\{-(k+k_1)t\}$

4. 結果と考察

ここでは、日野川のTNを一例として取り上げ、図-2に示す。比較的良好に観測された汚濁負荷量が再現されている様子がうかがえよう。ここで得られた結果を基に、総流出汚濁負荷量に占める各汚濁源の比率を示したのが、図-3である。図-3は、各発生源からの負荷量がないとすればどの程度流出汚濁負荷量が減少するかを計算した上で推定されている。

農地からの汚濁負荷量が多いことが判明したので、農地からの負荷量を施肥法や肥料の改善により、半分に減少させた場合に、どの程度汚濁負荷量が減少するかを検討したのが、図-4である。人為的負荷が比較的多い日野川流域ではあるが、農地における負荷量削減効果はかなりのことが伺えよう。

5. まとめ

本研究では、農地や山林に留意してモデル化を行い、農地からの汚濁負荷の検討を行った。紙面の都合で説明不足の点があるが、詳細については講演時に発表する予定である。

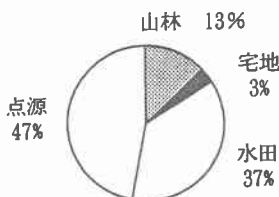


図-3 日野川における流出TN負荷の構成

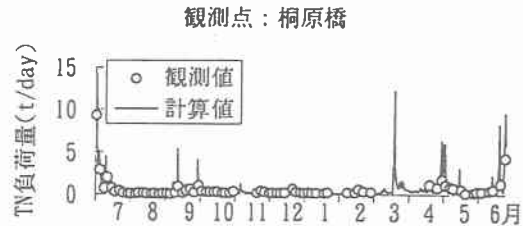


図-2 モデルの再現性

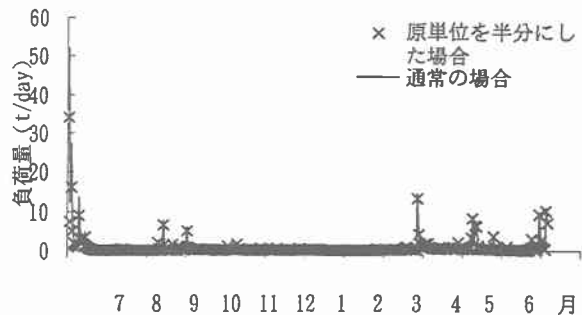


図-4 水田からの負荷量の影響