

水田からの汚濁負荷量モデルに関する研究

岡山県	正員	○田頭 浩志
岡山大学	正員	河原 長美
東レ エンジニアリング	正員	檀野 秀樹

1, はじめに

本研究では、岡山県の一級河川の1つである旭川を対象として旭川の流域を上流から2つのダムを境界として3つのブロックに分割(図1参照)し、それぞれのブロックで汚濁発生源を面源と点源とに大別し、ダム及び河川の流下機構を考慮したマクロ的なモデルにより、流出汚濁負荷量の定量化を行った。従来の旭川のモデルを少しでも改善させようと、面源の1つである水田からの流出汚濁負荷量モデルについて、本研究で用いたモデルと従来のモデルとの比較、検討を行なったものである。なお、水質指標としては比較的データのそろっているCOD, TN(総窒素), TP(総リン)の3項目を用いた。

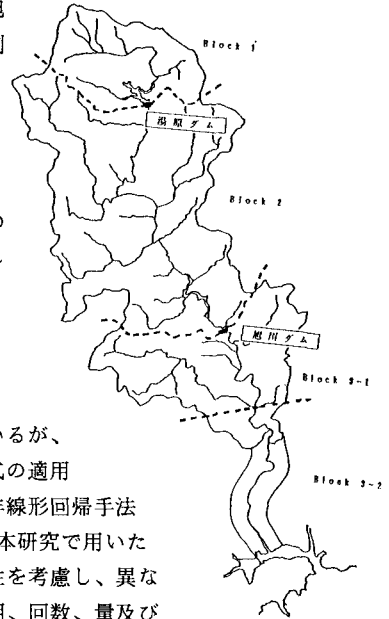


図1 旭川流域図

2, 解析方法

本研究では、面源として、水田、畑、山林、宅地を取り上げているが、このなかの水田からの汚濁負荷量の流出に着目し、新しいモデル式の適用を試みた。なお、モデル中のパラメーター値の決定については、非線形回帰手法の1つであるMarquardt法を用いた最小自乗法により行なった。本研究で用いた水田からの汚濁負荷量モデルは、各水質指標にそれぞれの流出特性を考慮し、異なったモデル式で表した。まず、TN, TPについては、施肥の時期、回数、量及び土壤中での挙動を考慮して、次の式を用いて表した。

$$L_x = \left(Q_x \cdot \sum_{x=1}^{365} (Q_x \cdot f(x)) \right) \cdot a \cdot f(x) \cdot A$$

$$f(x) = \frac{c_1}{\sqrt{2\pi} \cdot \xi} \cdot \frac{1}{x} \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{2} \cdot \frac{(\log x - \log \mu_1)^2}{\xi^2} \right\}$$

(1)

$$+ \frac{c_2}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{2} \cdot \frac{(x - \mu_2)^2}{\sigma^2} \right\} + \frac{c_3}{365}$$

(2)
(3)

ここで、 $c_1 + c_2 + c_3 = 1$, L_x : 流出汚濁負荷量, Q_x : 減水深+降水量-蒸発散量

A : 水田の面積, x : 日数, μ_1, μ_2 : ピークの生じる日, a : 原単位

式中の下線部(1), (2)及び(3)の意味は、(1)は、5月初旬の元肥によって急激に流出負荷量が増加し、その後の追肥及び実肥によって、汚濁負荷の流出がゆるやかにしか減衰しない様子を表現しており、(2)は、TNについては、秋耕に伴う乾土効果によって汚濁負荷の流出が増加することを表すものであり、秋耕の時期に各世帯による分布が存在することにより、ゆるやかに汚濁負荷の流出が増加しその後ゆるやかに減衰する様

子を表している。TPについては、還元による汚濁負荷の流出を表現しており、還元によるTPの流出もゆるやかな増減現象であると考えられている。(3)については、冬季から春期にかけての時期にもわずかながらも負荷の流出が生じることを表している。

また、CODについては、未知な部分が多く観測結果の報告がほとんど見あたらないので、やむを得ず流量に着目して次のような式を用いた。

$$L = a \cdot Q_s^b \quad \text{ここで、} Q_s: \text{表面流出成分, } a, b: \text{係数}$$

これに対し従来のモデルは、雨水流出量と汚濁物堆積量に着目して、次のようなモデル式を用いて表していた。

$$L(t) = S(t) \cdot \{1 - \exp(-\lambda \cdot R \cdot t)\}$$

ここで、L: 流出汚濁負荷量, S: 降雨降り初めの汚濁物堆積量, R: 雨水流出量, λ : 定数

3. 再現性の評価および結論

参考に表1に各指標別の相関係数の値を示す。なお再現性の評価は相関図も用いて行なっている。

まず、CODに関してであるが、本研究で用いたモデル（以下Aモデルと呼ぶ）、従来のモデル（以下Bモデルと呼ぶ）ともにパラメーターの推定期間においては、両モデルともに、よい予測精度を持っており互いに優劣はつけがたかったが、検証期間においてはAモデルの再現性の方が優れていた。TNに関しては、ほとんど両モデルの優劣の差はなかったが、ややAモデルの方がよい結果がでていた。TPに関しては、ほとんど両モデルの優劣の差はなかったが、パラメーターの推定期間においてBモデルの再現性の方が優れていた。すなわち、水田からの負荷量を観測値に基づいてモデル化を行い、従来の概念的なモデルと比較を行なったが、今回の結果では大きな差は認められなかった。

以上、本研究で得られた結果を述べたが、本研究で推定したモデル式の精度も十分であるとは、いい難く、今後、さらに精度を向上させるためには、①面源からの汚濁負荷の状況を、より実際の状態に即したかたちでの流出汚濁負荷量の定量化、②工場やし尿処理場などの大きな点源の把握、③パラメーターの推定をおこなう際の精度の向上、などが必要とされる。

表1 相関係数 R: 相関係数, $\log y = a \log x + b$, y: 観測値 x: 計算値

モデル	水質指標	R	a	b
A	COD	0.9177	1.1748	-0.3265
	TN	0.8293	1.1884	-0.0552
	TP	0.7008	0.9017	-0.1139
B	COD	0.9152	1.3817	0.1467
	TN	0.8187	1.0805	0.1231
	TP	0.7729	1.0501	0.1536

パラメーター値の推定期間 (1981年)

モデル	水質指標	R	a	b
A	COD	0.8949	1.1748	-0.3161
	TN	0.9027	1.1262	-0.1550
	TP	0.8276	1.0012	-0.2197
B	COD	0.6730	0.8806	-0.0757
	TN	0.8587	1.0536	0.0898
	TP	0.8368	1.2513	0.1399

検証期間 (1983年)

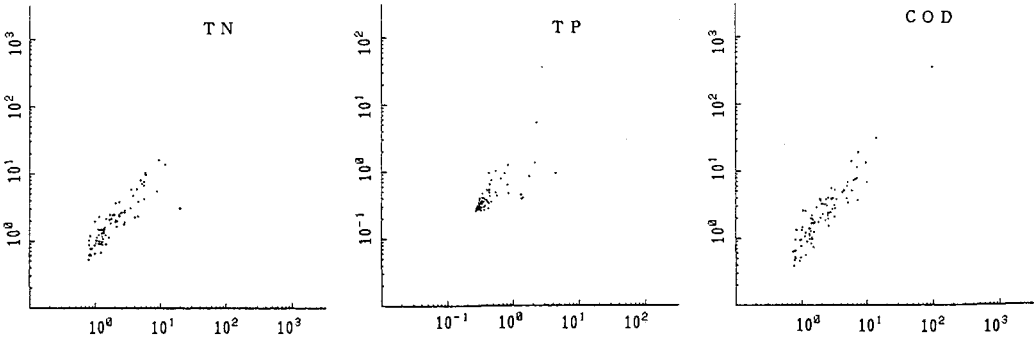


図2 検証期間における相関図 (横軸: 観測値, 縦軸: 計算値)