

流送能力型モデルを用いた雨天時汚濁負荷流出予測に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 城戸由能
株式会社建設企画コンサルタント 正会員 ○鎌田克也
国府町役場 正会員 湯谷真裕
鳥取大学工学部 学生員 鬼木 哲

1. はじめに

閉鎖性水域を対象とした水質管理計画においては、栄養塩類を中心とする年間汚濁負荷量の推定は、原単位法に基づいて行われ、その中で雨天時の流出汚濁負荷は土地系負荷量として一日単位面積あたりの原単位に基づいて算定されている。このため年間の降雨特性や流域の流出特性を十分考慮したものになっていないのが現状である。本研究では、湖山池に流入する河川流域での観測に基づいて流送能力型汚濁負荷流出モデルを作成し、汚濁負荷の流出特性と流域の土地利用や降雨特性との比較検討をおこなった。

2. 調査の概要

図1に示す湖山池流域図のうち南部に流入する3河川（三山口川、枝川、長柄川）を対象として降雨時の汚濁負荷流出特性の調査を行った。また、図2にこれらの河川流域の面積規模、土地利用割合を示す。

本年度の観測は1993年11月11日、11月18日の2回行い、それぞれの総降雨量は9.5mm、20mmであった。調査項目は水温、pH、電導度、DO、SS、T-COD、S-COD、T-N、T-P、流水断面積、流速である。なお、降雨量は鳥取地方気象台のデータを参考にした。観測時間は降雨開始時の河川水位上昇時から降雨終了後、平常水位回復までとした。

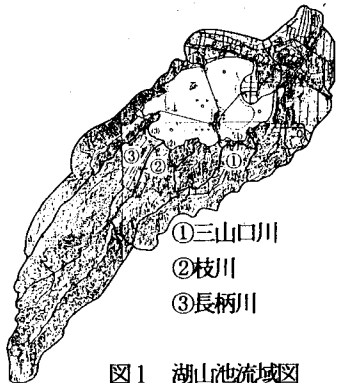


図1 湖山池流域図

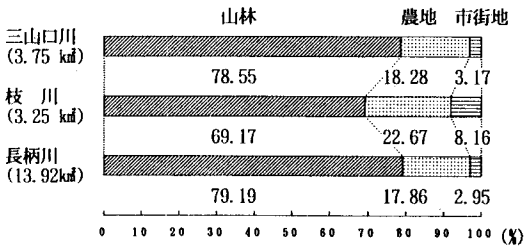


図2 各河川流域の面積、土地利用割合

3. 流送能力型汚濁負荷流出モデルによる検討

雨天時の流出汚濁負荷量の解析および予測を行うために、建設省土木研究所が開発した $L = kQ^n$ 型モデル（以下LQモデル）を用いる。LQモデルでは負荷量を流量の関数でとらえ、回帰分析によりk、n値を求め、この値によって流域特性を検討していく。ここで、k値は低流量時（晴天時）に対応する負荷量を表し、n値は負荷量の流量依存性を示している。流量-負荷量の対数プロット

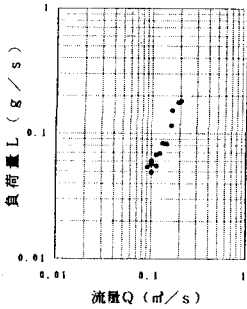


図3 T-Pの
流量-負荷量変化

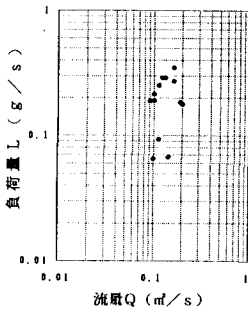


図4 S-CODの
流量-負荷量変化

した結果の例を図3、図4に示す。また、これらに対応する k 、 n 値、相関係数を求め、その結果を表1に示す。図3では観測データが直線上にありLQの相関は高く、精度の高い k 、 n 値が求められる。図4では汚濁負荷の流出特性が流量の増加過程と減少過程で異なるため、LQ曲線がループ特性を有しており、LQの相関が低くなる。そこでS-CODについては流量の増加過程と減少過程で分割し、それぞれを回帰分析

して k 、 n 値を求める2段LQモデルを適用した。また、S-CODについて、1段LQモデルおよび2段LQモデルから得られたそれぞれの k 、 n 値と観測流量を用いて負荷量を予測し、予測負荷量と観測負荷量をプロットし、図5、図6に示す。

その結果、2段LQモデルではLQ

の相関および観測値、予測値の相関が高くなり、精度が上がっていることが分かる。S-CODおよびSSについてはすべての流域観測で同様の結果を得た。これは浮遊性の強い汚濁負荷では流出期間中に流量依存性に変化が現れることを示している。逆に他の物質は流出期間中にはほぼ一定の流出特性を有していることを示している。また、いずれも n 値は1~2前後であり、流量と負荷量の関係はほぼ線形に近いといえる。

4. 各河川の流域特性の検討

各河川流域での昨年度(枝川、長柄川)と本年度を合わせたT-COD負荷量と流量の観測データを同一スケール軸の対数グラフ上にプロットしたものを図7に示す。三山口川、枝川、長柄川のデータ集団がそれぞれのクラスターを形成し、流域ごとに流量-負荷量の流出特性が存在することを示している。三山口川は流域面積が小さく降雨にともなう汚濁負荷の流出が敏速であり、 n 値は大きい(流量が小さいために低流量時の汚濁負荷量は他河川より小さくなる。また、長柄川流域では山林地帯の占める割合が大きいため、降雨の浸透率が高く、汚濁負荷の表面流出が少なくなる。

このため、 k 、 n 値は小さくなるが、流域面積の規模が大きいため、低流量時の流量は大きく、負荷量も他河川と比較してある程度大きいことがいえる。他の水質項目でもほぼ同様の結果が得られた。

5. まとめ

以上のことより、水質項目によってはLQ曲線がループ特性を有する場合があるが、2段LQモデルにより精度が上がることが分かった。また、各河川流域における汚濁負荷の流出特性や流域面積、土地利用割合等の流域特性を反映したモデルが作成できた。今後、湖山地流域における土地利用割合の明確に異なる市街地流域での観測、同一流域でも季節の異なる時期の観測等の様々な観測データを収集していけば、このモデルは改善されると考えられる。

表1 k 値、 n 値、相関係数 R

		k 値	n 値	相 関 係 数 R
S - COD	T - P	2.704	1.705	0.962
	増 減 一 括	0.426	0.423	0.201
	増加過程	1.622	1.415	0.851
	減少過程	1.543	0.861	0.876

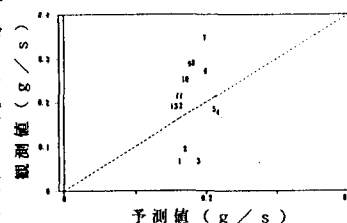


図5 1段LQモデル

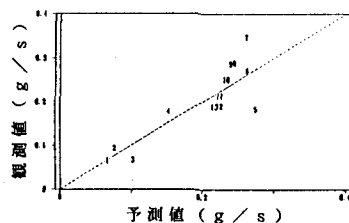
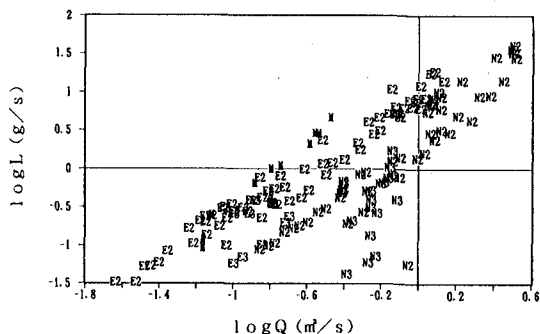


図6 2段LQモデル



M:三山口川 E2, E3:枝川(92, 93) N2, N3:長柄川(92, 93)

図7 各地点の流量、T-COD負荷量の対数変化