

## 瑞梅寺川流域における水量解析と汚濁負荷量の推定

九州大学大学院 学生会員 佐野弘典  
九州大学大学院 正会員 久場隆広

## 1. はじめに

福岡県西部に位置する糸島地域において、九州大学新キャンパスの移転事業が進行中である。また、現在ポンプで流域外に排出している下水処理水を閉鎖性水域である今津湾に排出する新西部水処理センターの建設も計画されている。将来、新キャンパス及びその周辺地域の開発により水域への汚濁物質の排出量の増加が懸念され、今津湾や加布里湾等の水環境への影響も予想される。本研究では、伊都キャンパス周辺を流れ今津湾に注ぐ瑞梅寺川(図1)を対象に現地調査を行い、モデルによる水量解析及びLQ式の作成によって流域における汚濁物質の流達負荷量を定量化することを目的とする。

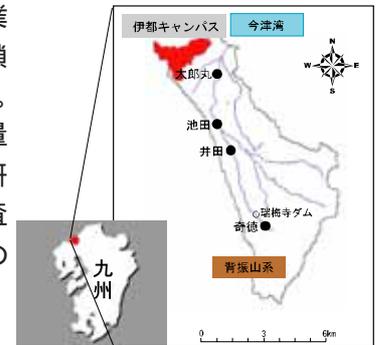


図1 瑞梅寺川流域図

## 2. 現地調査による対象水域の水環境の現状把握

瑞梅寺川は、前原市瑞梅寺の井原山に源を發し今津湾に注ぐ、幹線流路延長12.8km、流域面積44km<sup>2</sup>の2級河川である。2004年6月から2005年11月にかけて現地調査を行った。調査地点は上流から順に、奇徳(河口からの距離13km)、井田(同6km)、池田(同4km)、太郎丸(同1km)の4点である。測定項目はBOD及びCOD、SS、TN、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、TP、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-Pである。図2に4地点におけるBODの分析結果を示す。下流ほど物質濃度が高い傾向が見られ、太郎丸ではA類型の環境基準値(2.0mg/l)を大きく上回る値が確認された。下流域に点在する畜舎や灌漑による排水が汚濁負荷源になっている可能性がある。その他の地点ではほとんど基準値以内に収まっており、現段階では良好な水質を保っている。また2005年11月11日から12日にかけて池田において降雨時の汚濁物質の流出観測を行った。計19時間における総降雨量は33mmで、先行晴天日数は4日間であった。1時間毎に計測した水量及び水質の実測データを用いて降雨流出時の流達負荷量を算定し、その流出特性を検討した。具体的には、実測によって求めた各物質濃度に1時間毎の流量を乗じ、それぞれの流達負荷量を降雨開始からの時系列(19時間)で積分することにより、降雨流出時における流達負荷量を求めた。また降雨開始直後の値を19時間一律に加えたものを「無降雨時」として定義し、「降雨時」との比較を行った。算定結果を表1に示す。SSにおいて、降雨時に約60倍の負荷が流達される結果を得た。これは初期流出に加えて、河床からの巻き上げの影響を大きく受けている可能性が高い。溶存態に関しては、2-8倍の流達負荷量となり、CODやSSよりも低い結果となった。以上より、瑞梅寺川における降雨時の流達負荷量は懸濁物質の影響を強く受けている。

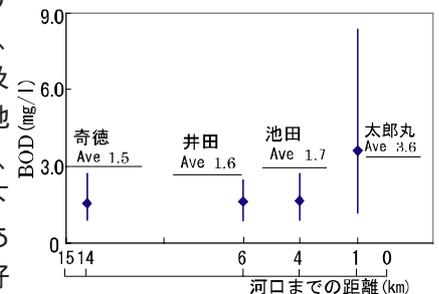


図2 4地点におけるBOD実測値

表1 降雨による汚濁物質の流達負荷量

	流達負荷量[kg/19hr]	
	無降雨時	降雨時
COD	17	421
SS	54	3325
TN	13	176
NO <sub>3</sub> -N	2.9	22
NO <sub>2</sub> -N	0.1	0.2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	0.5	1.1
TP	1	16
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	0.8	2.4

## 3. タンクモデルを利用した分布型流出モデルによる河川水量解析

瑞梅寺川は、堰が多く存在し灌漑取水量も多いという地理的特性を持つ。また2005年は少雨の影響もあり、中下流域において断流が生じた。そのため一般的に利用されている連続的な河川流動モデルでは実現象を表現することが難しい。そこで河道内の流動解析を(1)、(2)式により表現した。

$$B \cdot L \cdot \frac{\partial h}{\partial t} = Q_{i-1} - Q_i - E + R - Q_{out} + Q_{in} \quad (1)$$

$$Q_i = C_d \cdot B \cdot (h-w)^{3/2} \quad (2)$$

ただし、 $B$ :河道幅、 $L$ :河道メッシュ長、 $h$ :水深、 $Q_i$ :メッシュ*i*から*i+1*への越流量、 $E$ :蒸発散量、 $R$ :降雨量、 $Q_{out}$ :取水量、 $Q_{in}$ :排水量、 $C_d$ :流量係数、 $w$ :堰高である。

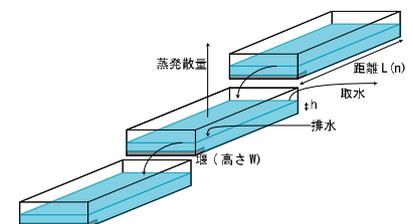


図3 堰を考慮した河道内流動解析概念図

キーワード: 糸島地域、河川水質、LQ式、流達負荷量

連絡先: 九州大学大学院・都市環境システム工学専攻・都市環境工学研究室〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1

092-642-3303

まず河道を堰毎に分割することでメッシュ化し、各メッシュにおける水収支を堰の越流量及び蒸発散量、降雨量、取水量、排水量にて表現した。さらに本川の池田（河口から4km）における堰越流量実測値と幾つかの公式を比較した結果、堰の越流公式として(2)式( $C_d=1.55m^{1/2}/sec$ )で表現される台形堰式を適用した(図4)。また特定汚染源から水域へ排水される水量及び浄水場への取水量、地下水取水量を原単位法によって表し、非特定汚染源から流出する水量及び灌漑取水量の解析には土地利用別4段タンクモデルを適用した。

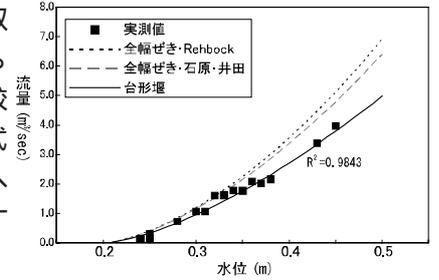


図4 堰の越流公式と実測値の関係

4. 瑞梅寺川の水位解析結果

池田では、福岡県によって毎時の水位が測定されている。本研究では、水量モデル結果との比較にこの実測水位を利用した。図5に2004年1月1日から2005年12月31日までの池田における水位解析結果と実測値を示す。2005年の夏季以降を除き、水位を十分に表現し得ていない。これは、堰の断面及び流速を計測した時期が2005年夏季以降であるためである。瑞梅寺川では浚渫及び水門の開閉等のため、時期が異なれば、同流量であっても同水位とならない。即ち、堰の越流公式を適切に設定した時期においては、本モデルにより河川水位を十分に表現し得る。

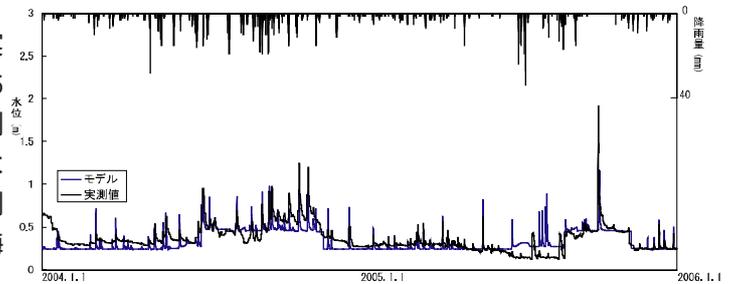


図5 2004年1月1日から2005年12月31日における池田の水位

5. LQ式による年間流達負荷量の算定

現地調査の実測結果より、池田における負荷量-流量関係式(LQ式)を作成した。ここでは、最も計算が容易なLQ法を用いた。しかし、LQ関係を一意に表す単純なLQ式では、湧水等の河川状況の変化や降雨の有無に対応できず、負荷量を過小あるいは過大に見積もる可能性が高い。この問題を改善する対策として図6のようにLQ式を2つ用いた。これは、降雨流出時と無降雨時における物質濃度と流量の関係が大きく異なると考えたからである。

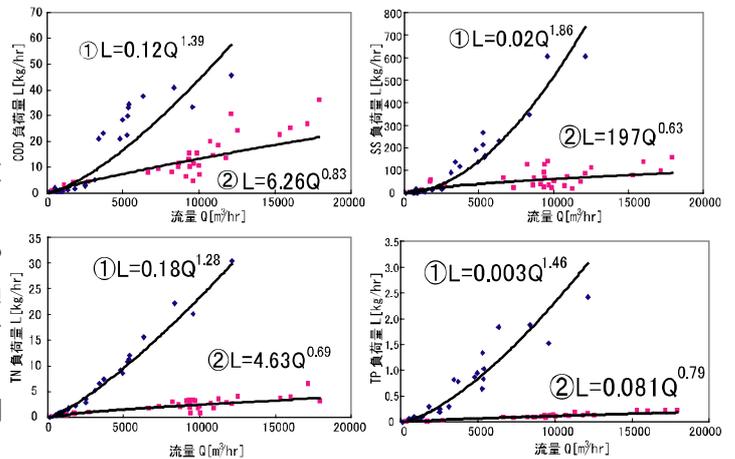


図6 年間流達負荷量の算定に用いるL-Q式

$$L=A_1 \cdot Q^{b_1} \quad (h_{up} > 3cm)$$

$$L=A_2 \cdot Q^{b_2} \quad (h_{up} \leq 3cm)$$

表2 各汚濁物質の年間流達負荷量

ここで、 $h_{up}$ :降雨に伴う水位上昇(cm)である。表2に各水質項目毎の年間流達負荷量を示す。2005年は、年降雨量が約1000mmであり(平常時は約1700mm)、特に灌漑時期において少雨であり、河川流量も少ない年であった。一方、9月の台風期や11月の集中豪雨の際には、大量の汚濁物質が流出し、結果として全負荷量に占める降雨流出時における負荷が増大した。また、求めた流達負荷量を降雨(1590hr)・無降雨(7170hr)に分類した結果、降雨時には無降雨時に比べ2-20倍の負荷が流出していることが分かった。

	流達負荷量(t/year)			降雨時負荷が占める割合(%)
	総量	降雨時	無降雨時	
COD	82	67	15	82
SS	2233	2124	109	95
TN	5	3	2	57
TP	4	3	0.5	88

6. 結論

- 1) 4 定点における定期的な水質調査を行った。その結果、下流ほど物質濃度が高い傾向が見られ、下流域に点在する畜舎や灌漑排水が汚濁負荷源になっている可能性がある。
- 2) 池田において降雨流出時の流達負荷量を算出し、降雨の影響によって平常時の2-60倍の負荷が流達されることが分かった。
- 3) LQ式を用いて2005年の池田における汚濁物質の年間流達負荷量を算定した。その結果、降雨による負荷が総量の57-95%に及ぶことが分かった。

今後モデルの推定精度を高め、そのモデルを糸島全流域に適用させることで、大学の移転や周辺地域の開発による水環境への影響を評価し、将来の流域からの排出量の低減化や生態系の保全を検討していく。

**参考文献** 1) 永松由有・久場隆広・楠田哲也：瑞梅寺川の水質・水量と今津湾へ流入する汚濁物質の推定、九州大学工学部修士論文、2006。 2) 国松孝男ら：河川汚濁のモデル解析、1989。