

水質シミュレーションを用いた糸島地域の水環境予測に関する研究

九州大学大学院 学生会員 ○永松由有 九州大学大学院 学生会員 磯野正典
九州大学大学院 正会員 久場隆広 九州大学大学院 フェロー 楠田哲也

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(図1)。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、GISを利用し糸島地域の各種統計及び社会状況のデータベースを構築し、瑞梅寺川を対象に分布型流出モデルを適用した河川水質モデルの構築及び水環境把握のための水質・水量調査、L-Q式の作成を行った。

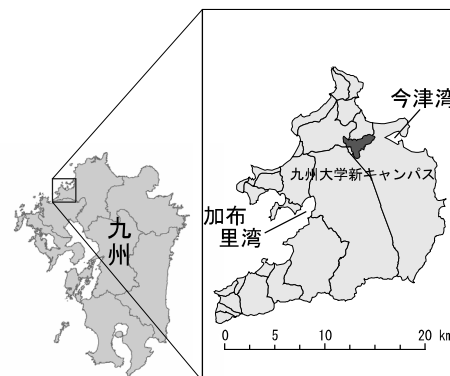


図1 糸島地域の流域図

2. GISを利用した水質予測モデルの構築

糸島地域における人口等の統計データをGISによりメッシュ化し、構築したデータベースから原単位法により汚濁物質の排出量の総量・分布状況を把握した¹⁾。その結果、糸島地域において最も都市化の影響が大きいと予想され、生態学的にも非常に重要な今津湾を河口域に有する瑞梅寺川流域における負荷量が多いことがわかった(図2)。

3. 河川水質シミュレーション

上記の結果より、瑞梅寺川流域を対象に水質モデルを構築した。瑞梅寺川は流域面積44km²、本川の流路長13kmの二級河川である。国土数値地図DEMからIDW内挿法を用いて100mメッシュ内の平均標高を算定し、各メッシュの傾斜角・方向を決定した。これより、落水線図を作成し、瑞梅寺川流域を53個の小流域に分割し、分布型流出モデルを構築した。

また、2004年7月から12月に亘って、現地調査による水質測定を行った。調査地点はA地点(奇徳:河口から13km)、F地点(井田:同6km)、H地点(池田:同4km)、L地点(太郎丸:同1km)である。

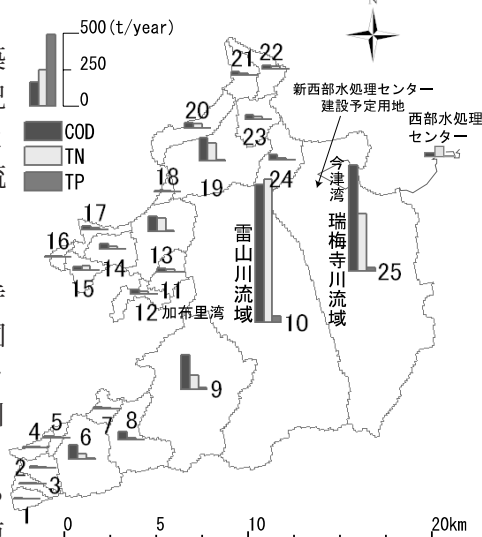


図2 糸島地域の汚濁物質の排出負荷量

3.1. 水循環モデル

原単位法及び分布型流出モデルを組み合わせることで、瑞梅寺川流域の水循環構造を推定した。降雨量等の気象データには2003年のアメダスデータ及び瑞梅寺ダムでの測定値を適用し、蒸発散量の算定にはThorntwaite式を用いた。次に、分割された小流域に1セットの土地利用別(水田・畑地・山林・市街地)4段タンクモデル²⁾を適用し、分布型流出モデルにより地表・地下水層からの降雨流出量を算定した。灌漑取水に関しては、季節別の維持湛水深を文献³⁾より決定し、常時それを維持するように取水量を設定している。また、特定汚染源からの排水は原単位法で算定した。

瑞梅寺ダム流入点において解析した流量を福岡県による実測値と比較することにより、タンクモデルの精度を確認した。その結果を図3に示す。実際の挙動を良く表現できている。また、水資源賦存量(約8200万m³/year)のうち、約3~4割が灌漑取水され、また、3%弱が浄水取水されていた。このため、現在の瑞梅寺川における年間の水質変動は灌漑時期に大きく支配されている可能性がある。また、将来の新キャンパス移転に伴う周辺地域の都市化により、降雨は表面流出が増加して地下水涵養量が減少すること、生活用水等の都市用水が増加することが予想される。

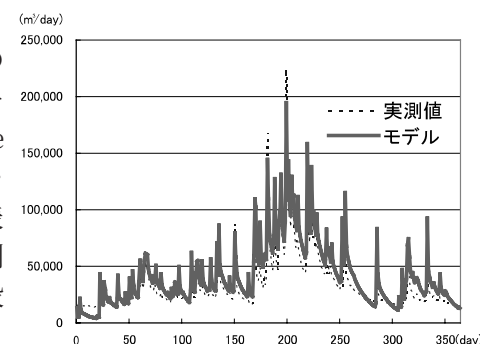


図3 瑞梅寺ダム流入水量

3.2. 水質予測モデル

水循環モデルにより、瑞梅寺川流域内の各小流域内における取水・排水量を算定した。これにより得られた値とKinematic Wave法による河川内流動解析により瑞梅寺川本川及び支川における河川水の流動を表現した。ただし、

キーワード: 糸島地域、河川水質予測、GIS、タンクモデル、L-Q式

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 TEL 092-642-3303

ダムの運用に関しては、瑞梅寺ダム管理室からその状況を取材し、常時満水量をある程度維持するように設定している。

前節の汚濁物質の排出量を河道内水質解析に利用した。非特定汚染源から流出する汚濁物質の流入時期に関しては、タンクモデルを利用している。河道内の水質解析では1次元移流拡散方程式を使った。

これらの条件で、瑞梅寺川のCOD濃度を推定した。河口から1km上流の昭代橋における解析結果を福岡県による測定結果と比較して図4に示す。解析結果は実測値と大きくかけ離れてはいない。実測値では年間を通した大きな変動は見られないが、解析結果を見ると、夏場にやや水質が悪化している。更に昭代橋に近い太郎丸(L)における2004年現地調査結果からも夏季における水質悪化の傾向が読み取れた。灌漑取水及び降雨量の増加に伴う面源からの物質流出の増加が大きな影響を与えていると考えられる。また、この結果、池田(H)における年間負荷量は393t程度と推定された。

空間的な水質分布を図5に示す。COD濃度は2003年12月を対象にした解析結果である。本川を流下方向に見ていくと、上流からH地点までは増加傾向であり、それより下流ではCODは緩やかに減少する。この傾向は同時期の2004年12月10日の現地調査結果と一致した。この要因として、(i)H-L間の前原市街地で発生する下水の多くが雷山川流域の前原下水管理センターに輸送されること、及び(ii)コンクリート等で覆われた都市域では水及び物質の大部分が降雨時に流入すること、(iii)河川の流下距離に対する流域面積が小さくなること、(iv)平常時においては、流入負荷量より生物化学的な分解及び沈降・付着による汚濁物質の除去能力が卓越していること等が考えられる。また、2003年の年間変動を解析した結果、水質が悪化するH-L間にて1.0～20.0(mg/L)の間を変動していた。

4. L-Q 式による負荷量把握

現地調査の実測結果より、池田(H)における負荷量 - 流量関係式(L-Q式)を作成した。池田(H)には、福岡県により水位計が設置されており、2003年以降の毎時の水位を把握することが可能である。2004年7月～12月の池田における現地調査の水質測定結果を用いて、汚濁物質の排出負荷量と河川流量の関係式を両対数紙上の回帰直線より決定した。表1に各水質項目毎のL-Q式及び前節の通り算出した河川の日流量をL-Q式に適用することで推定した年間負荷量を示す。瑞梅寺川流域では、池田(H)での年間負荷量がBODで132t程度、CODで96t程度、SSで460t程度と推定された。前節のCODの解析結果393t/yearと比較すると1/4程度である。降雨時データが無いために、L-Q式で非常に小さな傾きが得られたこと、及び、モデルにより推測された20mg/L程度のピークを降雨時のデータと比較できなかったことが原因と考えられる。いずれにせよ、L-Q式においては、実際より小さな値が得られていると考えられる。今後は降雨時のデータを充実させる必要がある。

5. 結論

- ①瑞梅寺川本川のCODは河口4km付近で最大をとり、下流付近に向けて低下する。これをモデルで表現できた。
- ②瑞梅寺川の河川水質はモデル上、年間を通してCODで0.5～20.0mg/Lの間を変動している。
- ③現在の瑞梅寺川の季節的な水質変動は灌漑取水に支配されている可能性が高い。

流域の社会状況を入力データとする河川水質モデルが完成し、今後の社会状況変動を考慮した河川水質予測が可能になった。現状の灌漑水中心の水利用形態が都市用水中心へと変化することが予想され、また水質が悪化する場合は対策案が必要であろう。今後、社会状況の変化を考慮した幅広い将来シナリオをケーススタディすることにより、経済性を考慮しつつ、環境負荷の少ない将来の都市計画や新キャンパス建設の提言へとつなげる予定である。

参考文献 1) 永松由有・久場隆広・楠田哲也：糸島地域の水域へ排出される汚濁負荷の推定、土木学会年次講演会概要、2005。2) 国松孝男ら：河川汚濁のモデル解析、1989。3) 朴珍赫・小尻利治・友杉邦雄：流域環境評価のためのGISベース分布流出モデルの展開、水文水資源学会誌、2003。

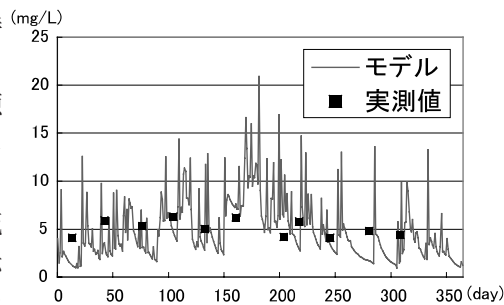


図4 昭代橋における2003年のCOD

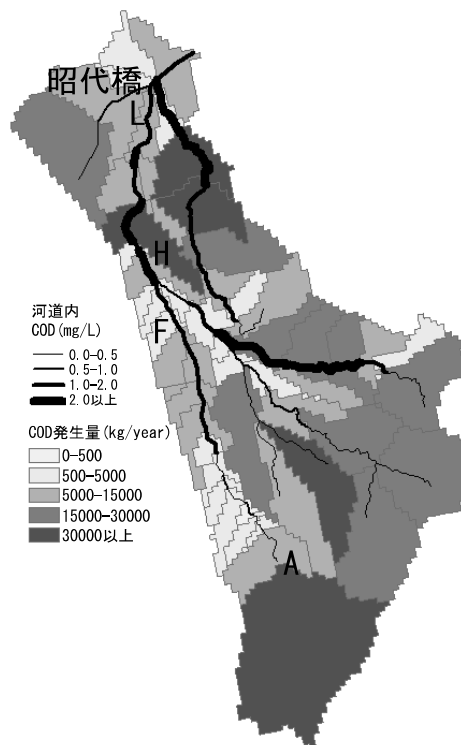


図5 瑞梅寺川流域の小流域別COD発生量と河川COD濃度分布(2003.12/26)

表1 池田(H)におけるL-Q式及び相関係数、年間負荷量推定結果

	負荷量(g/h)- 流量(m ³ /h)関係式	相関係数(R ²)	年間 総負荷量(t)
BOD	$L=0.33Q^{1.2}$	0.88	132
COD	$L=6.9Q^{0.82}$	0.81	96
SS	$L=456Q^{0.53}$	0.39	460
TN	$L=24Q^{0.69}$	0.77	100
TP	$L=0.21Q^{0.83}$	0.85	3.1