

Ⅶ-7

都市河川における水量・水質解析モデルを用いた流域管理システム

九州大学大学院	学生員	金 銀娥
同 上	学生員	巖 斗鈴
同 上	フェロー	楠田 哲也

1. はじめに

近年、都市化流域における河川では、都市化の進展に伴う低水流量の減少、流出汚濁負荷量の増加など深刻な問題が生じている。そのため、河川流域における流出・物質輸送機構を解明して適切な流域管理を行えるようにする事が求められている。そこで、本研究では博多湾流域を対象として、地理情報システム（GIS；Geographical Information System）を用いて各河川の水量・水質を定量化し、これらの結果をもとに水環境管理について検討をする。

2. 研究内容

2.1 小流域分割

博多湾流域を2級河川の水質基準点や水質測定点を基準とする39の小流域に分割した。その結果を図1に示す。

2.2 現況汚濁負荷量の算定

汚濁物質の点源負荷として、家庭排水、工場排水、下水処理場の放流水、家畜排水、面源負荷として、水田、畑地、山林、市街地を設定する。これらの発生源からの負荷量を処理施設などによる除去を経て実際に排出される負荷量、すなわち排出負荷量として原単位法により求めた。面源からの負荷には地域特性や時間に大きく依存する。特に農耕地では栽培作物、作付回数、施肥量、降水の特性などの影響を強く受けるため、原単位を利用せずに対象流域における実態を把握し、負荷量を算出した。このうち、河川に流入する負荷量は流下途中の沈殿、堆積、再流出などによって浄化する現象を表すため、流達率を乗じて算定した。

2.3 水量解析モデルの構築

(1) 計算方法

水の流出を直接流出（表面流出と中間流出）と間接流出（地下水流出）に分けた。図2に水量解析の概念を示す。直接流出としての地表水系を表すために、3つのタンクの直列貯留型を基本とした。そして、1/10メッシュ毎の日単位の降水量、蒸発量データとタンクモデルの基礎式を用いて河川流出量を算定した。また、間接流出としての地下水系の算定に際しては、福岡市の井戸の水位のデータから重回帰分析によって求めた地下水面に、20年間の降水量の平均値の雨を計算上降らせて安定化したときの地下水位を初期水位とした。そして、ダルシー則により、初期水量に日単位のタンクモデルからの浸透量を加えて河川への流出量と地下水存在量を算定した。

ここでGhyben-Herzberg（ガイベンヘルツベルグ）則により求めた塩水浸入地区には淡水の地下水が存在しないことにした。この結果を図3に示す。地表水系と地下水系から得られた河川への流出量と取水量、排水量などを加えて、各小流域毎の河川流量を算定した。

(2) 解析結果

図4に示すように、初期水位の計算値と井戸の水位の実測値とは相関が高い。また、図5には地下水存在量の変化は少しの時間のずれがあるものの降水量との連動をよく表している。降水量が少ない年初には急に減少するが、その後6月と

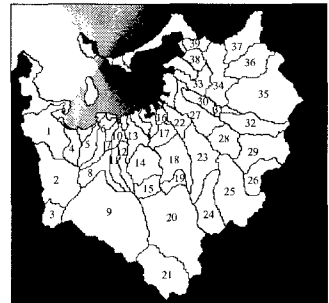


図1 流域分割図

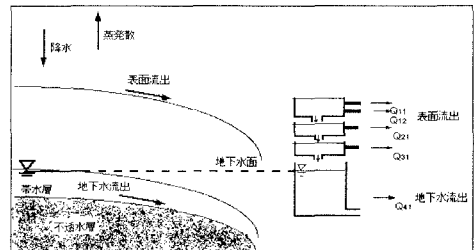


図2 水量解析モデルの概念図

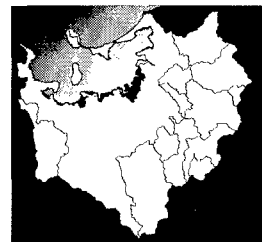


図3 塩水浸入地区

キーワード：都市河川、水量、水質、GIS、流域管理

〒812-8588 福岡市東区箱崎6-10-1 TEL 092-642-3301 FAX 092-642-3322

9月の大雨で増加している。地下水への供給水量は、年間約3億6千万トンとなる。

河川流量の検証に際し、2級河川の流量の実測値がないので、南畑・背振ダムの流入量とこれらのダムの流域と同一の小流域での流出量とを比較した。その結果は図6に示すように、晴天時にもよく合っているの、このモデルは渇水時に十分適用できると思われる。

2.4 水質解析モデルの構築

流達負荷量が本川に入ってから基準点まで流下する過程を Streeter-Phelps 式をもとに計算した。計算に必要なパラメーターである流下時間は河川断面、水路勾配、水位によって変わるため、各河川の 500m、1km ずつの横断面図でこれらの値の変化を把握し、算出した。また、流達負荷量は汚濁フレームから得られた結果を用い、自浄係数を実測値と比較しながら算出した。結果を表1に示す。ここで、河川に流入した汚濁物質は自浄作用によって減少して基準点まで到達するが、流入した負荷量より多く流出することは考えられないので、自浄係数がマイナスになる場合には0とした。そして各小流域の流出負荷量と流量により河川のBOD濃度を求めた。その結果を表1示す。

2.5 各河川の維持流量の算定

河川を管理するために維持すべき流量、すなわち維持流量は舟運、漁業、景観、塩害の防止、地下水位の維持などを総合的に考慮し、決める流量であるが、本研究では近年問題になっている生態系重点をあてて計算した。河川の生態系での食物連鎖の最上位に位置している魚類を代表として、その魚類が生息できるように河川が確保すべき水理的条件に着目して算出した。さらに、水量解析モデルで求めた河川流量からこの維持流量を差し引いて年間の水不足量を求めた。

2.6 コストによる水供給と評価

ここでは各河川の水不足を補う対策として下水処理水の補給を考える。博多湾流域にある各下水処理場では処理水を直接に海に放流するところもあるが、ここでは全ての処理水を再利用できると仮定し、各小流域においてコスト最小の視点で供給を行い、その後のBOD濃度変動とコストを算定した。結果を図7に示すが、この図により、一年間を通じて水質が良くなる時もあるが、ほとんど悪くなっていることが分かる。また、管の設置にかかるコストは、流域の全体で約270億円となる。

3. 結論

- 博多湾流域における各河川の水質と水量に関して解析・予測することができた。
- 渇水時における河川の水不足を下水処理水で補うことは可能であるが、一方で河川の水質が悪化するため、検討する必要がある。
- 水環境管理の施策方策として下水処理水の再利用を検討したが、他の様々な対策の影響も検討する必要がある。

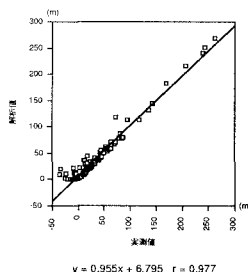


図4 実測値と計算値の比較

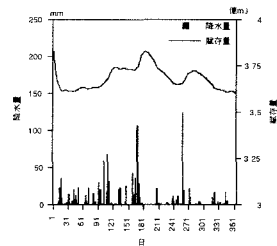


図5 降水量と賦存量の関係

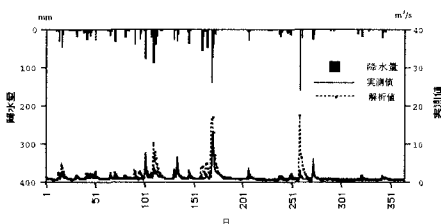


図6 南畑・背振ダムのハイトグラフ

表1 自浄係数と流出負荷量

河川名	地点名	自浄係数	流出負荷量 (kg/d)	計算水量 (m³/d)
福岡市川	池田川橋	2.2	152.875	1.9
	昭代橋	0.5	555.728	4.9
	七寺川	0.0	88.538	5.8
	十郎川	2.7	33.577	2.4
名瀬川	興徳寺橋	2.8	58.043	3.9
	矢倉橋	0.0	267.917	2.4
	橋本橋	0.5	296.887	2.2
室見川	室見橋	0.4	208.234	2.4
	市原橋	3.1	56.028	4.7
	有田橋	5.3	33.586	2.6
金沢川	服石橋	3.0	95.089	3.1
	友原寺橋	4.0	109.611	3.3
藤井川	田今川橋	2.0	134.043	3.3
	今光橋	5.9	82.952	1.8
黒川	黒川橋	1.0	117.677	2.3
	塩津橋	4.5	86.276	5.8
	住吉橋	13.1	1.592	3.7
	那津大橋	2.0	23.585	5.6
御堂川	朱雀大橋	3.0	69.522	4.8
	山田橋	7.5	296.156	4.5
	金馬橋	0.0	766.678	10.9
	千鳥橋	2.9	510.770	6.5
宇美川	鳥山野橋	0.0	490.356	7.3
	堤の本橋	1.0	389.931	4.8
須磨川	須磨橋	5.7	164.944	6.9
	休也橋	0.8	175.909	6.0
	深井橋	0.0	60.783	0.6
多々良川	大瀬橋	0.0	210.550	1.7
	南水橋	0.0	1083.445	4.3
	名瀬橋	0.6	1306.252	5.5
	香椎橋	4.5	48.522	4.8
唐の原川	坂田橋	0.3	40.291	5.8

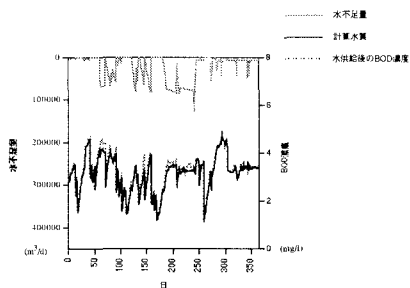


図7 水供給後のBOD濃度の変動