

嘉瀬川水系の水管理に関する基礎的研究

佐賀大学大学院工学系研究科 ○学 樺島和枝 学 松本 誠
佐賀大学 理工学部 正 古賀憲一
佐賀大学 低平地防災研究センター 正 荒木宏之

1 はじめに 本研究の対象地域である嘉瀬川水系は、平野部の水路網システムと併せて高度な水利用が行われているために、利水に関しては脆弱な側面を有している。基本的には、嘉瀬川流域のような流域においては水質・水量から見た総合水管理が必要とされる¹⁾。総合水管理を行うには、問題分析や水政策分析のための手法が必要であり、特に水量・水質に関する総合的モデルの確立が望まれる。本研究は、水政策分析や問題分析のために開発された水質解析モデルを用いて、非灌漑期における嘉瀬川水系の水問題を水質解析の側面から考察したものである。

2 分析手法 ブランチ・ノードモデルは、開水路網の水量制御や水質管理のために開発されたものであり、低平地水路網²⁾や河川感潮部の非定常水質解析³⁾において有効性が確認されている。基礎式は以下の通りである。

(流れ解析モデル) 連続式 $\frac{\partial B}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$ (水質解析モデル) 物質保存式 $\frac{\partial BC}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial x} \pm P = 0$

運動方程式 $\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Qv)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + J(Q, h) = 0$ $S = QC - AD \frac{\partial C}{\partial x}$

ここに、B:滞れ断面積、Q:流量、v:断面平均流速、g:重力加速度、h:水位、J:摩擦項 C:濃度、S:物質輸送速度

P:反応項、A:流れ断面積、D:移流分散係数

物質保存式を1本のブランチについて積分する事によって解くべき一般的な方程式は以下のように表される。

$$S_i^+ = N_{m,1} C_i^+ + N_{m,2} C_j^+ + N_{m,3} \quad , \quad S_2^+ = N_{m,4} C_i^+ + N_{m,5} C_j^+ + N_{m,6} \text{-----} \textcircled{1}$$

ここに、 S_1^+, S_2^+ :ブランチ端の輸送速度 C_i, C_j :ブランチに隣接するノードの濃度、 $N_{m(1-6)}$:係数

ノードでの物質貯留は0($\Sigma S = 0$)であるので、各ノードの未知濃度に関する以下の連立方程式が得られる。

$$\sum_{j=1}^{j_{\max(i)}} M_{i,j} C_j + M_{i,0} = 0 \text{-----} \textcircled{2}$$

ここに、i:ノード番号、 $j_{\max(i)}$:全ブランチ数、j:ダミー変数、 $M_{i,j}, M_{i,0}$:係数マトリックス

①、②式を以下のように取り扱うことによって、水系全体を一元的に解析する事が可能となる。

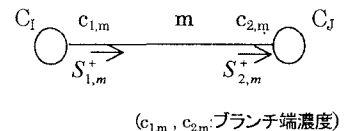


図-1 ブランチ端の輸送速度

1)ダム貯水池→河川 $S_{2,m}^+ = S_{1,m+1}^+$ ($S_{2,m}^+$:ダム放流ブランチ端、 $S_{1,m+1}^+$:河川(1)ブランチ端)

2)河川→取水堰($S_{2,m}^+ = S_{1,m+1}^+$ ($S_{2,m}^+$:河川ブランチ端、 $S_{1,m+1}^+$:流入ブランチ端))→水路網 $\sum_{j=1}^{j_{\max(i)}} M_{i,j} C_j + M_{i,0} = 0$

3)河道内(順流及び感潮河川) $\sum_{j=1}^{j_{\max(i)}} M_{i,j} C_j + M_{i,0} = 0$

3 流れ解析結果 水質解析に必要な水理量(流量、水位)は不等流流れ解析結果から得られたものを用いた。流れ計算における境界条件(流入流量、潮位)、水路幅、水路長、水路勾配は実測値を用いた。図-2 に流れ解析結果を示す。この図から流れの再現性は概ね妥当であることがわかる。

4 嘉瀬川流域における水問題分析 嘉瀬川水系の概略を図-3に示す。上流に位置する北山ダムは利水と発電用のダムであり、

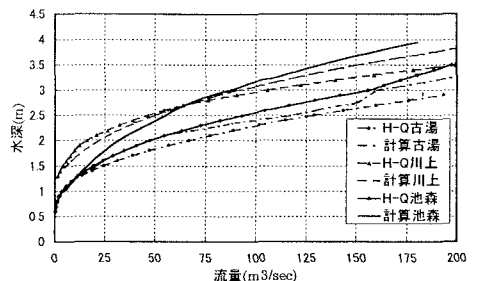


図-2 流れ解析結果

川上頭首工から嘉瀬川兩岸へ農業用水が取水されている。取水後の主要幹線水路は図に示す5本であるが、取水量の約7割が多布施川を介してその受益区域へ流れている。本研究においては非灌漑期における川上頭首工からの取水による下流域水質の影響を検討するために過去5年分の平均値を参考にして、取水量を比較的大きい取水量($6\text{m}^3/\text{sec}$)と水利権量レベル($3\text{m}^3/\text{sec}$)の2種類に設定した。主要幹線の流量は、同時流量観測データから平均流量を参考にして川上頭首工からの取水量を配分した。幹線水路の流量は田畑への供給水路へと分配されていることから、幹線水路から等量ずつ取水することで再現させた。幹線水路から取水された用水路網での水質の検討を行うために、水質悪化が懸念されている市の江幹線下流部を対象として水質解析を行った。水質モデルは受益面積の約5%の面積の1池モデルにより行った。水質項目は停滞水域での水質解析が重要であることからCOD(藻類生産・沈降)について行った。水質解析結果を表-1、2に示す。取水量 $6\text{m}^3/\text{sec}$ の場合、嘉瀬川本川において池森から下流部での藻類生産が若干認められ、祇園川由来の負荷により藻類増加が増長されることが分かる。取水量 $3\text{m}^3/\text{sec}$ の場合、 $6\text{m}^3/\text{sec}$ に比べれば本川の水質は改善されるが、幹線水路の流量減少のため、幹線水路下流部において藻類増殖とSSの沈降による水質悪化が認められる。市の江幹線下流部においては絶対的な水量不足による水質悪化が認められ、水深を浅くすると藻類の生産が抑制され、相対的に沈降が卓越するため、水質は改善されるが、沈降により水路床のヘドロ化が問題となる。以上の結果から非灌漑期における嘉瀬川水系の主な問題点として1)川上頭首工からの取水による嘉瀬川下流域の水量不足。2)主要幹線末端部における水量不足による水質悪化。の2点が挙げられる。非灌漑期における水量不足に起因する問題を解決するためには、流量再配分に関する検討が必要である。流量再配分については、まず、現在の単一目的化された取水形態と利用形態の見直しから開始する必要がある。現状の水利用形態から見た問題分析結果からは、絶対的な水資源不足と水路維持用水の確保、市街部の水辺環境の再生が挙げられる。今後は環境や水辺環境の再生の要望が高くなるものと考えられる。従って、異なる水利用目的地域間での繰り返し利用が想定し得る実現可能な施策となろう。下流域へ良好な水質を供給できることを前提条件とし、水辺環境の再生を主目的とする地域へ水量転換(流路変更)が可能となれば、下流域の水量確保と再配分問題も解決される。併せて、渇水時における供給システムの危機管理からも有効な方法と思われる。いずれにしても、複合化した水利用形態であることを前提とした政策分析が今後も必要である。

5 おわりに 嘉瀬川水系においては絶対的な水資源量が不足していることから、流量の再配分による需要と供給について健全な水循環システムの構築が必要と言える。本研究においては非灌漑期における嘉瀬川水系の水問題分析を主に水質解析の側面から行ったが、具体的な施策の実現可能性の検討、灌漑期における問題分析等については今後の課題としたい。謝辞：貴重な資料を提供して頂きました九州地方建設局ならびに佐賀県など関係機関各位に深謝いたします。

【参考文献】1) 松本、樺島、古賀、荒木、「嘉瀬川水系の水利用と水質特性に関する基礎的研究」 土木学会年次学術講演会 1998

2) 樺島、古賀、荒木、渡邊、「佐賀クリーク網の水質モデルに関する研究(Ⅱ)」 土木学会年次学術講演会 1997

3) 佐藤、清水、野原、古賀、荒木、「開水路網の水質予測モデルに関する研究(Ⅱ)」 土木学会年次学術講演会 1993

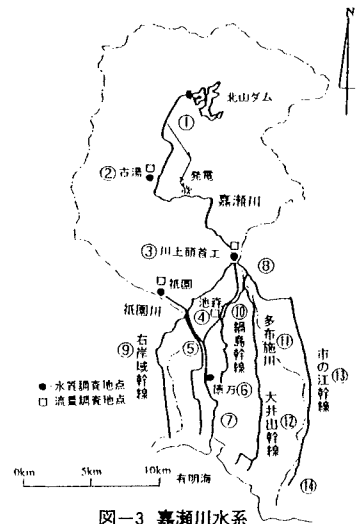


図-3 嘉瀬川水系

表-1 COD 濃度計算結果
(川上頭首工取水量 $6\text{m}^3/\text{sec}$)

番号	地点	COD濃度
1	北山ダム放流	3.00
2	古湯	2.00
3	川上頭首工	2.44
4	池森	2.64
5	祇園川合流	3.56
6	徳万	4.03
7	嘉瀬川大堰	4.34
8	取水地点(川上頭首工)	2.35
9	右岸域幹線水路	2.38
10	鍋島幹線	2.50
11	多布施川	2.38
12	大井出幹線	2.53
13	市の江幹線	2.55
14	市の江幹線下流域水深1.0m	15
	市の江幹線下流域水深0.5m	2.5

表-2 COD 濃度計算結果
(川上頭首工取水量 $3\text{m}^3/\text{sec}$)

番号	地点	COD濃度
1	北山ダム放流	3.00
2	古湯	2.00
3	川上頭首工	2.38
4	池森	2.45
5	祇園川合流	2.88
6	徳万	3.05
7	嘉瀬川大堰	3.15
8	取水地点(川上頭首工)	2.35
9	右岸域幹線水路	2.48
10	鍋島幹線	2.51
11	多布施川	2.39
12	大井出幹線	2.55
13	市の江幹線	2.60
14	市の江幹線下流域水深1.0m	43
	市の江幹線下流域水深0.5m	2.5