

香川大学工学部	学生会員	○溝口大介
香川大学工学部	正会員	石塚正秀
文珠システム (株)	非会員	井芝瑠美
日本興業 (株)	非会員	白神晴基

1. はじめに

香川県全域の河川の BOD 濃度の長期変化から、約 8 割の河川で河川水質が 30 年前と比較して改善していることがわかった。しかし、環境基準達成率では依然として全国平均よりも低い値で推移しており、さらなる水質改善の努力が必要である。しかし、水質対策に講じる予算と時間は限られており、より効果的な対策を進める必要がある。

そこで、本研究では中讃地区の 2 級河川である綾川流域（流域面積：137.5 km²）を対象に、COD について原単位法と比率法を用いて流域からの様々な汚濁源からの負荷量を算定する。さらに、排出源の空間分布図を作成し、河川水質シミュレーションを行った。さらに、負荷量を変化させたケーススタディを行い、府中ダムや綾川流域の水質改善に向けた対策の提案を行う。

2. 原単位法による負荷量解析

河川を汚染する負荷は、発生源によって発生過程や量は様々である。よって、対象流域の発生源すべてについて、各汚濁負荷量を実測することが望ましい。しかし、家庭排水や小規模事業場などを個々に、継続的に実測することは不可能である。そこで、文献値や過去の調査事例を参考にして、大規模工場や小規模事業場、各家庭の排水などの負荷量を算定した。例えば、生活排水による汚濁負荷量 D_L を例に原単位を用いた排出負荷量の算定方法を式 (1) に示す。また、流域単位でデータが得られない場合は、人口などの統計データを用いて比率法により負荷量を算定した。

$$D_L = \sum_{i=1}^{I_{\max}} \sum_{j=1}^{J_{\max}} (G_L \times P_i \times S_{ij} \times B_j) / 10^3 \quad (1)$$

ここで、 D_L :自治体 i の生活排水処理形態 j における負荷量 (kg/日)、 G_L :発生負荷量原単位 (g/日/人)、 P_i :自治体 i の人口 (人)、 S_{ij} :自治体 i における生活排水

処理形態 j の普及率 (%), B_j :生活排水処理形態 j の排出率 (%) である。

これらを用いて、汚濁源別に COD 負荷量を算定した結果を図 1 に示す。この結果、綾川流域の COD 負荷量は生活系からの負荷量が 29 % と最も多いことが明らかになった。

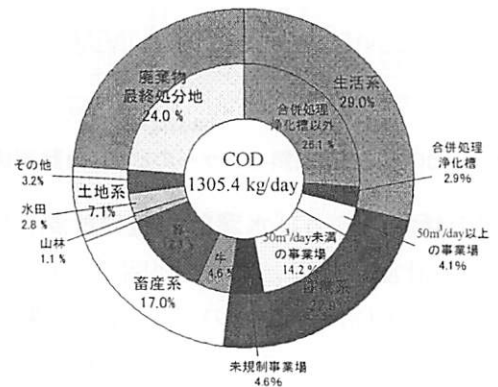
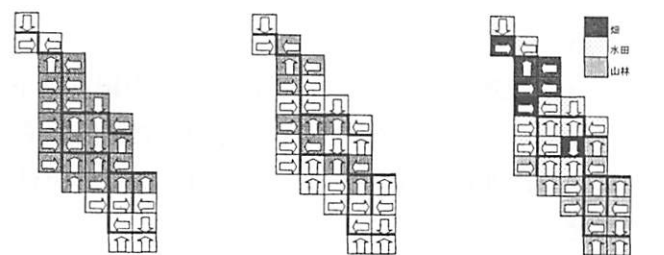


図 1 原単位法により求めた COD 負荷量の空間分布

3. 排出源空間分布

綾川流域を 2 km×2 km にグリッド化し、COD 負荷量の排出源を推定した空間分布の一例を図 2 に示す。この分布より、生活系、産業系では、中流域から下流域を中心に広がっていることがわかる。土地系については、上流部では山林が広がり、下流へ向かうにつれて水田、畑の順に広がっている。



(a) 生活系, (b) 産業系 1 (50m³/day 以上), (c) 土地系
未規制事業場

図 2 排出源の空間分布

4. 水質シミュレーション結果と検証

COD の濃度変化を解く基礎方程式を式 (2) に示す.

$$COD : u \frac{dC}{dx} = -k_b C - k_p C + L_c \tag{2}$$

ここで, C:COD 濃度 (g/m³), x:流下距離 (m), u:移流速度 (m/min), k_b:生物活動による酸素消費速度 (1/min), k_p:物理・化学作用による COD 除去速度 (1/min), L_c:COD 負荷量 (g/m³/min) である.

L_cは格子から流入する COD 負荷量であり, 流域を直線化したグリッド図 (図 3) にしたがって上流から流入していく. 式より, L_cが他の項の値より大きければ濃度は上昇し, 小さければ濃度は減少する. シミュレーション結果と観測データを比較した結果を図 4 に示す. 生活系や産業系の負荷が大きくなる中流域から COD 濃度が上昇する特徴を十分に再現できた.

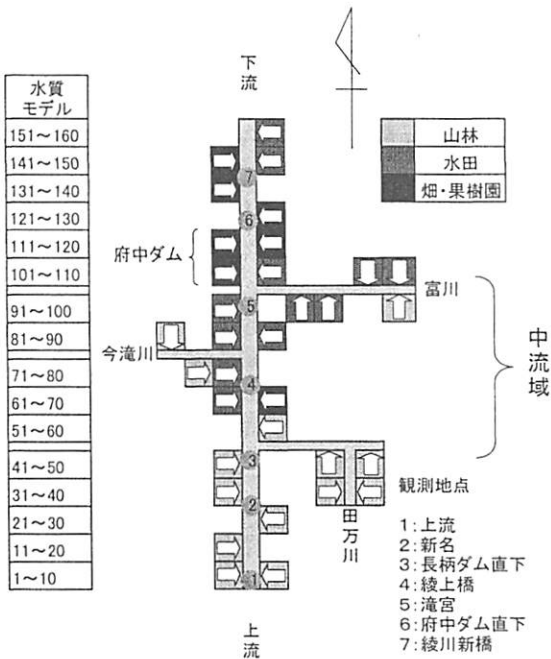


図 3 綾川流域の直線グリッド図

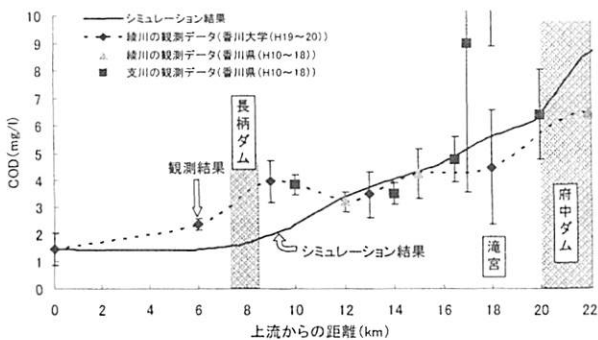


図 4 COD のシミュレーション結果

5. ケーススタディ

水質モデルによる現状再現の妥当性が確認できたため, 図 1 で示した COD 負荷量について生活系負荷量 82kg/day (6 %) を削減したケーススタディを行った. ケース 1 では富川からの負荷量を, ケース 2 では中流域で負荷量を削減した. その結果, 負荷量を削減することによって府中ダム地点において 0.6 mg/l の水質改善が可能であることがわかった (図 5). また, 同量の負荷量の削減に対しては, 双方ともに府中ダム地点では濃度は同じであるが, 中流域で対策を行った場合の方が, 富川で対策を行った場合と比較して, 中流域での水質が改善する結果が得られた. つまり, 中流域を対象とした対策を優先的に実施した方がより流域全体としての水質改善効果が高い結果が示された.

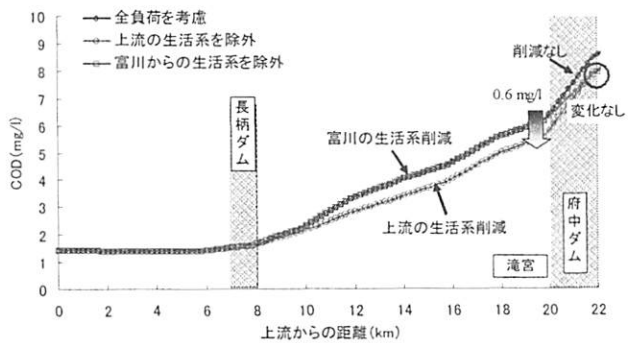


図 5 ケーススタディによる COD シミュレーション結果

6. まとめ

本研究では, 綾川流域の水質浄化の具体的な施策を提案することを目的とした. 負荷量解析により, 綾川流域の特徴として, COD に対しては生活系の負荷が最も多いことがわかった. そこで負荷量条件を変えたケーススタディとして水質改善対策の場所の検討を行った. 結果, 中流域での対策を優先的に行った方が効果的であることが示された.

謝辞

本研究は, 香川県と香川大学の連携融合事業による援助を得ました. ここに感謝の意を示します.

参考文献

1) 綾川流域水環境保全推進協議会: 綾川流域水環境保全行動計画, 35p, 2005.