

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○吉田 淳貴

大阪大学大学院工学研究科 正会員 西田 修三

1.はじめに

淀川流域圏の水環境の改善を図るには、上下水道の整備や環境維持用水の導水など、人工的な水・物質循環系が形成されていることを考慮し、単なる物理的な集水域としての河川流域の枠を超えて、人為的な影響が水環境に及ぼす範囲も複合的に捉えた議論が必要である。人工的な水・物質循環系の汚濁負荷流出に大きく関わる下水道システムは、普及率の向上および処理場での処理能力向上により、過去から現在にかけて淀川流域の水質改善に寄与してきた¹⁾。一方で、越流水など降雨時の非定常な負荷流出まで含めた議論は少なく、合流式下水道の改善など今後の下水道システム改善施策が水環境に与える影響についての評価はほとんどなされていない。そこで本研究では、合流式下水道の改善や放流水質改善などの下水道システム改善施策が、淀川流域圏の水環境改善に及ぼす効果について評価を行った。

2.淀川流域圏の概要と評価手法

淀川流域圏は図-1 に示すように、上流に琵琶湖と桂川、宇治川、木津川の支川を有し、これらが合流した淀川、およびその集水域をあわせた 8240 km² にわたる広大な流域圏である。桂川流域には京都市、下流には大阪市やその衛星都市など市街地域が発展しており、陸域における人間活動が水環境に大きな影響を与えている。

本研究では分布型流出モデルを用いて下水道システム改善施策の評価を行った。流域圏を水平方向に 1km×1km のメッシュに、鉛直方向に A～D 層の 4 層に分割し、各メッシュに気象、土地利用状況、人口分布、下水道普及率、下水処理場放流水質などのデータを入力条件として与えることで、流域圏の水・物質循環を表す。下水道システムについては分流式・合流式の雨水排水方法の違いを考慮しモデル化を行った。また、モデルのパラメータ決定と再現性検証のため、淀川流域圏内の代表河川と下水処理場において、晴天時・降雨時に河川水および放流水の採水調査を行い、水質データの蓄積を行った。



図-1 淀川流域圏の範囲と観測地点

3.現地調査データを用いたモデルの再現性検証

図-1 に示す桂川、宇治川、木津川とその合流支川である淀川の代表地点、および下水処理場において 2009 年 4 月～2010 年 8 月にかけて晴天時(月 1 回)および降雨時(5 期間)に採水を行い、N(窒素)、P(リン)、C(有機物)の全量・溶存態・懸濁態(TN,DIN,PN,TP,DIP,PP,TOC,DOC,POC)の水質分析を行った。河川では降雨時の流量の増加に伴い土砂および懸濁態成分が増大する傾向を示すデータが得られた。また、下水放流水についても降雨時に未処理水を含むと思われる放流が見られ、晴天時はほぼ 0 である懸濁態成分が降雨時に急増しているものがあつた。

調査結果で得られたデータを基に、モデルにおける表面流出係数、浸透係数などのパラメータの調整を行った。図-2 にパラメータ調整後の計算結果と観測結果の例として、淀川における TP および PP の時系列を示す。なお計算期間は現地調査を行った 2009 年度 1 年間とした。晴天時、降雨時ともに良好な精度で再現でき、特に降雨時のピーク濃度増加の様子を表すことができた。上流支川の桂川、宇治川、木津川における N、P、C とともに観測値と計算値は概ね一致しており、降雨時の非定常な汚濁流出を再現できたことから、モデルにより降雨時の流出負荷削減施策である合流式下水道の改善などの施策を含めて、下水道システム改善施策の評価を行った。

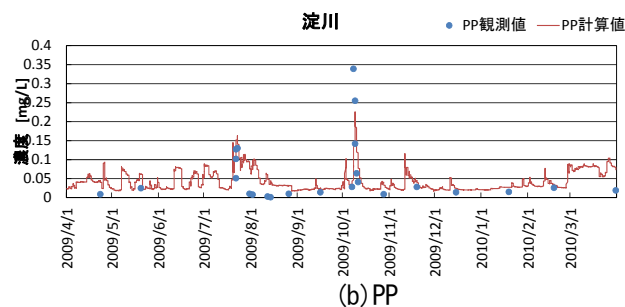
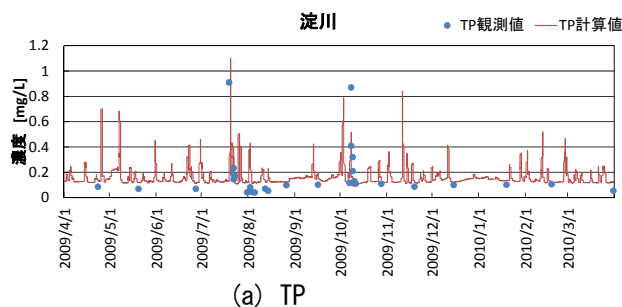


図-2 計算結果と観測値の比較

4.降雨時も含めた流出源別負荷量の把握

下水道システム由来の流出負荷が水環境に与える影響を把握するため、分布型流出モデルを用いて各支川流域における2009年度の年間流出負荷量を流出源別に算定した(図-3)。桂川流域におけるTN、TPは流出負荷量全体の約70%が下水道システム由来の負荷であり、これらが河川環境に大きな影響を与えていると考えられる。PN、PPについては下水道システム由来の流出負荷が占める割合は小さいが、特にPPについては全体の約20%と無視できない量であると言える。このことから下水道システム改善施策を講じることにより、桂川および淀川の水環境がより改善される可能性が示唆された。

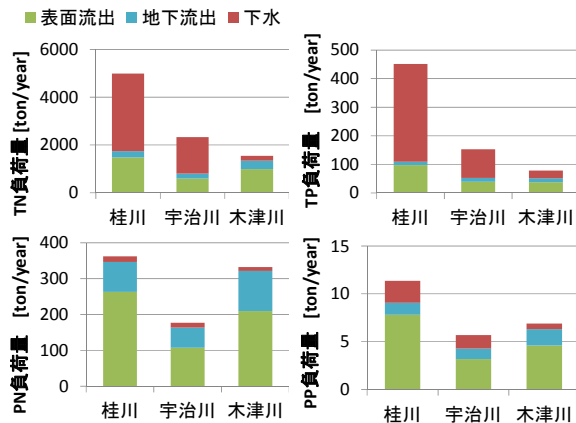


図-3 流出源別年間流出負荷量

5.下水道システム改善施策の評価

現在検討・実施されている下水道システム改善施策を参考に、表-1に示す4つの施策を仮定した条件を設定し計算を行った。各施策の計算結果を現況(施策0)と比較することで、各施策による水環境改善効果の評価した。施策1については下水処理場における放流水質改善の施策、施策2

表-1 評価対象とした施策の概要と計算条件

	施策の内容	計算条件
施策0	現況	2000年の状況を与える
施策1	大阪湾流域別下水道整備総合計画	現況において目標達成していない処理場について達成目標放流水質を与える
施策2	雨水排水システムの分流化	現況において合流式を採用している処理場について全て分流式に変更する
施策3	市街地域における雨水浸透対策	透水性舗装、雨水浸透ますなどの流出係数を基に市街地の流出係数を0.9から0.84に変更する
施策4	ライフスタイルの変化に伴う生活排水量の削減	発生汚水量原単位を300L/day/人から200L/day/人に変更する

については合流式下水道の改善の施策、施策3については市街地において透水性舗装などを整備するハード面での施策、施策4については節水型機器などの導入により、発生汚水量を抑制するソフト面での施策を仮定したものである。図-4に淀川流域圏の各河川での通過断面負荷量について、現況の計算結果に対する各施策による削減率を示す。TNについては桂川において施策1、4が同程度の削減率であり、この効果が淀川の通過断面負荷削減にも及んでいることがわかる。一方、TPについては施策1による桂川における削減率が低い。これは桂川流域に存在する処理場でのTP放流水質は、現況において既に目標水質に準ずる水質に達しているため、放流水質改善の余地が小さいことを表している。施策2については大きな改善効果が見られないが、施策3はTN、TPともに一定の削減率を有しており、下水道システムへの雨水流入量を抑制することで負荷流出量の一定の削減にもつながると考えられる。

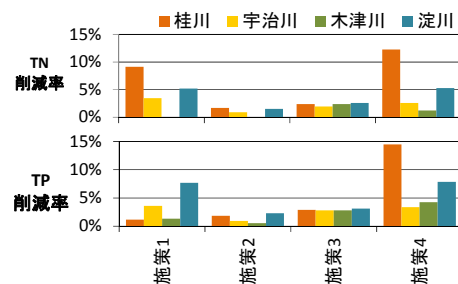


図-4 下水道システム改善施策による河川断面負荷量削減率

[参考文献] 1) 西田修三, 前田瑛美, 吉田淳貴, 長澤稔郎: 淀川流域圏の水質の変遷と下水道システムの影響解析, 水工学論文集, 第54巻, pp.1339-1344.2010