

立命館大学理工学部

正会員 市木 敦之

立命館大学大学院理工学研究科

山手 博之

立命館大学大学院理工学研究科

学生員 ○仲倉 香菜子

立命館大学大学院理工学研究科

坂田 典久

1. はじめに 流域で発生する多様な汚濁負荷は、河川や下水道等の雨水排水系統を通じて受水域へ流出する。琵琶湖の場合、大小 100 以上の流入河川を有するため、河川からの流入負荷量が湖内の水質形成に及ぼす影響は大きい。他方、近年、流域の都市化や分流式雨水管の整備にともなう、降雨時に都市表面から流出するノンポイント負荷の顕在化が指摘されている。しかし、こうした流出負荷が琵琶湖に及ぼす水質インパクトについては、これまで充分明らかになっていない。本研究は、琵琶湖へ流入する都市河川の市街地において分布型汚濁物流出モデルである SWMM(EPA Storm Water Management Model)を適用して、都市域ノンポイント負荷の流出シミュレーションを行うとともに、琵琶湖への流入負荷量とそれが流入した湖内水質の関係について検討を試みたものである。



図 1 伊佐々川流域

表 1 調査降雨概要

降雨番号	Event-1	Event-2	Event-3	
調査期日	99/09/07	99/10/19	99/10/27	
調査時間	5.8	6.0	19.0	
総降雨量(mm)	20.5	5.5	30.5	
平均降雨強度(mm/h)	5.9	1.0	1.6	
2mm降雨再起日数(日)	5	2	6	
サンプル数	13	15	23	
相関係数	流量	0.840	0.912	0.954
	SS	0.506	0.126	0.139
	COD	0.654	0.434	0.130
	TN	-0.274	0.227	-0.137
	TP	0.030	-0.136	0.476
平均相対誤差(%)	流量	45.4	78.8	41.6
	SS	222.7	413.3	580.3
	COD	31.9	11.9	92.1
	TN	64.5	81.8	74.0
	TP	79.1	74.5	81.9

2. SWMM を用いた都市域ノンポイント負荷流出シミュレーションの概要 対象としたのは琵琶湖南湖へ東岸から流入し、滋賀県草津市の中心部を流れている都市域中小河川、伊佐々川流域である(図 1)。ここでは、分流式雨水管が整備されている 563.8ha の排水区について流出シミュレーションを行った。流域人口は 9,300 人で、この排水区面積は流域の 57%を占めている。まず、滋賀県草津市における下水道台帳をもとに雨水管と排水区デジタイズし、ノード(接点)数、リンク(管渠)数ともに 1812 である数値地図を作成した。これに流量計算表における地盤高、管長、管径、管種、管底高、管勾配といった属性情報を加えることにより、流域の GIS データを作成した。ついで、この雨水管レイヤーに土地利用のレイヤー¹⁾をオーバーレイすることにより求めた管渠排水区ごとの不透水面積率を属性情報に追加した。雨水流出や汚濁物の挙動に関するモデルパラメータについては、筆者らが実施した汚濁物流出と市街地堆積物に関する実態調査をもとに別途定めたもの^{2),3)}を準用した。

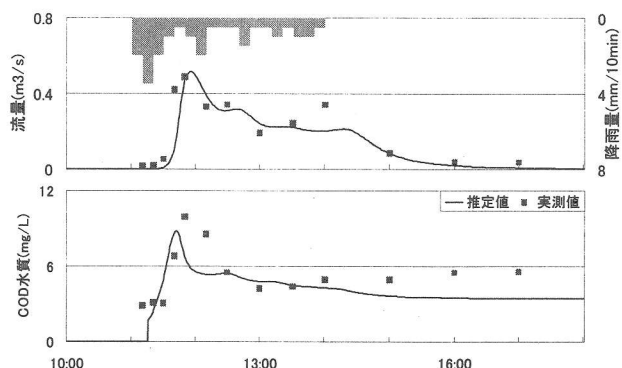


図 2 流出シミュレーションの結果 (1-3 号雨水管排水区)

3. 都市域ノンポイント負荷の流出特性 流域の一部（1-3 号雨水管排水区）において、筆者らが実施した流出調査降雨(表 1)に対するシミュレーション結果の一例を図 2 に示す。モデルパラメータには実測値に対するカーブフィッティングなしに定められたものを用いているものの、SWMM による推定値は実測値と概ね一致しており、特に流量の再現性は高い結果となった（相関係数 0.840～0.954）。しかし、水質項目によっては、流量増による希釈効果や流量低減部の水質悪化といった現象が的確に再現できていない箇所があるため、相関係数や相対誤差にすると低いレベルにとどまってしまうものがある。図 3 は、筆者らが伊佐々川流域において 1994 年 11 月～1995 年 4 月の半年間継続的に実施した流出調査降雨に対するシミュレーション結果である。降雨にともない琵琶湖へ流入する負荷量の変動が示されている。

4. 都市域ノンポイント負荷と南湖水質の関係 琵琶湖面を 1 km メッシュに分画し、1994 年 12 月～1995 年 4 月の 5 ヶ月間に湖内の環境基準点(47 地点)で実測された水質値⁴⁾を用いてスプライン補間することにより、伊佐々川流入部メッシュの水質を月ごとに算定した。伊佐々川流域の都市域ノンポイントソースからのこの間の流入負荷量は図 3 であるため、両者の関係は図 4 となる。SS、COD、TN については必ずしも顕著な傾向を認めるに到らないものの、TP については負荷量と水質に右上がりの傾向が見て取れ、都市域ノンポイント負荷による湖内水質へのインパクトがうかがえる。

5. まとめ SWMM を用いることにより、都市域ノンポイント負荷を概ね良好な精度で再現できるようになった。また、スプライン補間法により琵琶湖内の河川流入部水質を推定し、流入した都市域ノンポイント負荷との関係を示した。今後、対象とする流域を広げることにより、さらに琵琶湖に及ぼす水質インパクトについて検討していきたいと考えている。

【参考文献】1) 山田・市木ら：第 34 回日本水環境学会年会，2000.3、2) 市木ら：水環境学会誌，Vol.19,No.2，1996.2、3) 市木ら：環境工学研究論文集，Vol.40，2003.11、4) 滋賀県環境白書，1995-1996

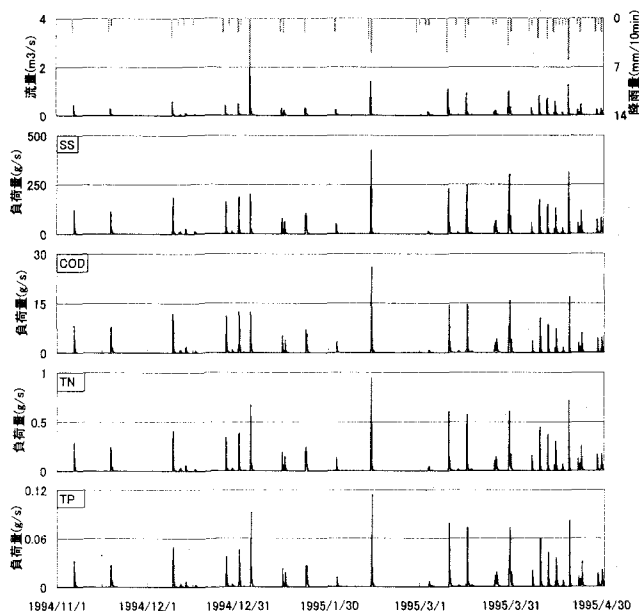


図 3 SWMM による流出シミュレーションの結果
(伊佐々川排水区、1994 年 11 月～1995 年 4 月)

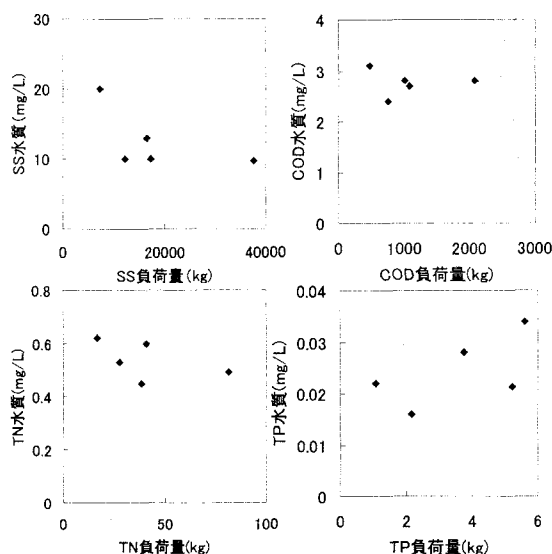


図 3 伊佐々川における都市域ノンポイント負荷と流入部メッシュ水質の関係(1994 年 12 月～1995 年 4 月)