

市街地の屋根面における汚濁負荷流出特性

愛媛大学工学部

正会員 渡辺 政広

愛媛大学大学院

学生員 ○永吉 光一

中電技術コンサルタント㈱

正会員 右近 雄大

鉄建建設㈱

片上 準也

1. はじめに

近年の公共用水域の水質悪化の一因として、ノンポイント汚染源からの汚濁負荷流出が挙げられている。こうした水質悪化の現象を詳細に解析し得る汚濁負荷流出解析モデルを開発する研究の有用な基礎資料を得るため、1996年6月より、愛媛大学工学部の実験棟において降雨流出と汚濁負荷流出の観測を行っている。本報告では、それら観測結果を基に、実験棟屋根面からの汚濁負荷流出特性および従来より用いられている汚濁負荷流出の式の妥当性について検討を行った結果を述べる。なお、ここでは、CODおよび濁度についての検討結果を示す。

2. 汚濁負荷流出の基礎式¹⁾

屋根面からの降雨による累加汚濁負荷流出量は、降雨期間中の屋根面への汚濁負荷の流入が無いものとして、一般に、次式のように表されている。

$$\int_0^t L_S dt = P_{S_0} - P_S = P_{S_0} \left\{ 1 - \exp \left(-\alpha_L k A \int_0^t r_e^b dt \right) \right\} ; \begin{cases} L_S = \alpha_L k r_e^b A \\ dP_S / dt = -L_S \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 L_S ：汚濁負荷流出量(mg/s)、 P_{S_0} ：初期堆積負荷量(mg/m²)、 P_S ：残存負荷量(mg/m²)、 r_e ：降雨強度(mm/hr)、 b ：ベキ指数(≥1)、 α_L ：単位換算係数=1/3600(mm/hr)^{1-b}、 k ：汚濁負荷流出係数(1/mm)、 A ：屋根面積(m²)、 t ：時間(sec)、である。

上式は、累加汚濁負荷流出量は、初期堆積負荷量と累加降雨量の関数であり、累加降雨量が大きくなるに伴って累加汚濁負荷流出量は初期堆積負荷量に近づくこと、同一の累加降雨量のもとでも初期堆積負荷量が大きいほど累加汚濁負荷流出量も大きくなることを表している。

次に、(1)式より、流出濃度 C_S は次式のように表される。

$$C_S = \frac{L_S}{Q_S} = \frac{\alpha_L k P_{S_0} r_e^b A}{\alpha_Q r_e A} = \frac{\alpha_L}{\alpha_Q} k P_{S_0} r_e^{b-1} \dots\dots\dots (2) \quad \text{ここに}$$

α_Q ：単位換算係数=1/3.6(mm/m²)、

Q_S ：流量(l/s)。

(2)式において、 $b=1$ の場合、 C_S は P_{S_0} のみの関数であり P_{S_0} は降雨期間中、常に減少するので C_S も降雨期間を通じて常に減少することとなる。一方、 $b>1$ の場合、 C_S は P_{S_0} と r_e の関数であるから、 $b=1$ の場合と異なり、強雨時には C_S は増大することとなる。

3. 汚濁負荷流出特性

(1) 累加汚濁負荷流出量と累加降雨量の関係；先述の観測データより得られる累加汚濁負荷流出量と累加降雨量の関係を図1, 2に示す。これらの図において、累加汚濁負荷流出量は、累加降雨量が大きくなるにつれ、ある一定値(初期堆積負荷量と考えられる)に収束する傾向がみられる。また、同一の累加降

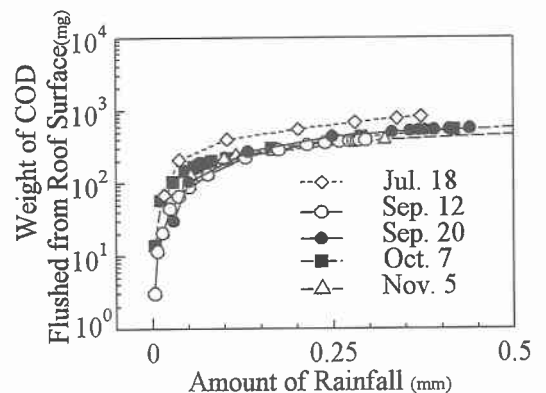


図1 累加汚濁負荷流出量と累加降雨量の関係

雨量に対する累加汚濁負荷流出量は、5 出水ごとに僅かながら違っている。これは、各出水ごとの初期堆積負荷量が異なるためと考えられる。これらの汚濁負荷の流出特性は、(1) 式が妥当であろうことを示している。

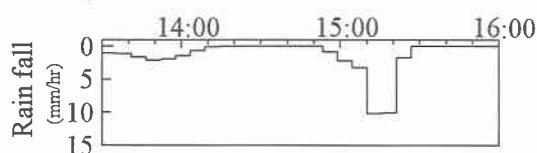
(2) 累加汚濁負荷流出量と API の関係：初期堆積負荷量と強い相関関係を持っていると考えられる先行降雨指数 (API) を取り上げ、先の 5 出水について、幾つかの累加降雨量(R)に対する累加汚濁負荷流出量と API との関係 (図 3, 4) を調べた。これらより、全般的には、API が大きくなるにつれ (初期堆積負荷量が小さくなるにつれ)、累加流出負荷量が小さくなる傾向、すなわち、(1) 式が妥当であることを示す汚濁負荷流出特性が確かめられた。

(3) 降雨強度のベキ指数 b について；流出濃度 C_s と降雨強度 r_e との関係 (図 5) をみると、COD では、5 出水のいずれにおいても、降雨強度に係わらず降雨期間を通じて C_s は常に減少する流出特性、すなわち $b=1$ である特性が認められた。一方、濁度については、全般的には、強雨時には C_s が増大する傾向、すなわち、 $b>1$ であろう特性がみられた。これらは、COD は溶解性 (浮遊性) の、濁度は粒子性の汚濁であることによると考えられる。

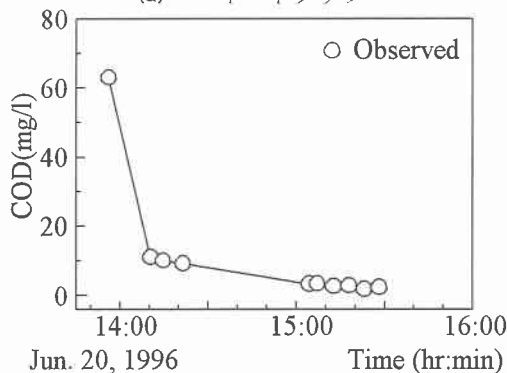
4. おわりに 今後は、道路面、裸地面などの降雨・汚濁負荷流出の観測と解析を行っていきたい。

参考文献

- 1) Huber, W. C. et al.: Storm Water Management Model: Ver.4-Part A : User's Manual, U. S.EPA/600/3-88/001a, 1988.



(a) ハイエトグラフ



(b) COD 濃度

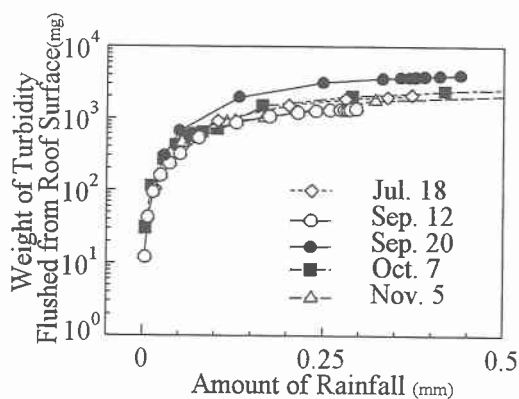


図 2 累加汚濁負荷流出量と累加降雨量の関係

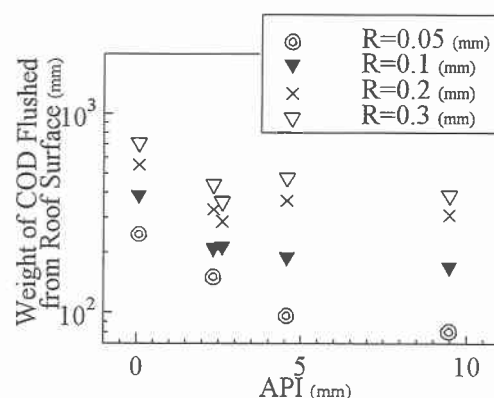


図 3 累加汚濁負荷流出量と API の関係

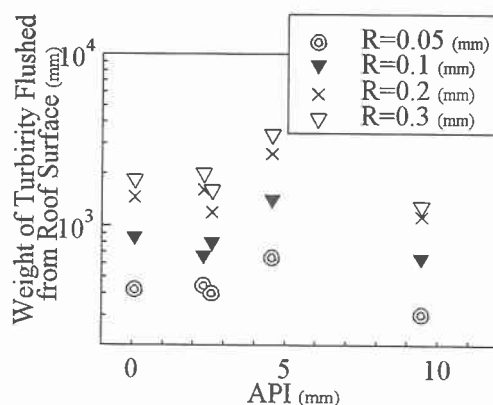
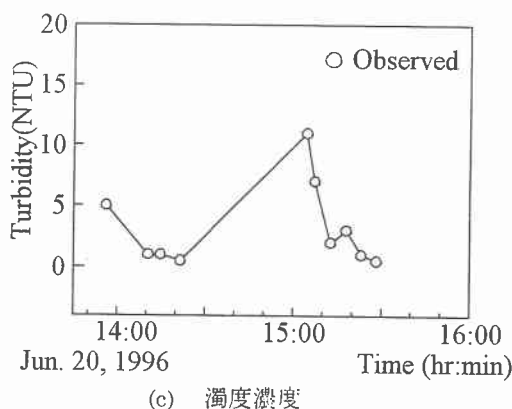


図 4 累加汚濁負荷流出量と API の関係



(c) 濁度濃度

図 5 降雨と汚濁負荷流出濃度