

B-27 半閉鎖性水域の雨水調整池における水質特性

高知工科大学大学院 ○亀田千明
村上雅博

1. はじめに

高知県南国市にある十市川の流域平野部は地盤標高が低く川幅狭小で流下能力が悪いため、しばしば洪水氾濫を繰り返していた。また十市川上流域の宅地開発（十市ニュータウン）により、ますます下流側に洪水氾濫を起こす危険性があつたため、石土池周辺の湿田であつた場所に雨水調整池を設置するとともに、併せてその調整池を有効に生かした河道改修計画を組み合わせる治水事業を実施した¹⁾。

雨水調整池の役割は、開発区域内の降雨流出のすべてを池に一時期貯留することになっているため、降雨により流域表面から流出した汚濁物質はすべて池に流入することになる。よって雨水調整池の水質悪化の要因は降雨時に流出する汚濁物質（ノンポイント汚染源負荷）であると考えられる。

本研究では、雨水調整池における降雨時の都市排水の水質特性を明らかにし、ノンポイント汚染源負荷が雨水調整池の水質特性に与える影響について検討した。

2. 観測概要

1/1 確率に相当する1時間雨量 10～20mmの降雨を調査対象とする。水質観測の対象は半都市化流域を代表して第1排水区、都市化流域を代表して第2排水区の暗渠から放流される雨水排水である。また比較のため調整池の水門付近の水質も同時に観測する（図1）。

採水はバケツによる手動方法により降雨開始から10分間隔、これを1時間半連続して行った。採水終了後、直ちに水質分析を行い、水質分析項目はCOD、全窒素（T-P）とオルトリン酸態リン（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）、参考までにYSI5100・水質ロガーにて水温、電気伝導度、DO、pH、酸化還元電位、Nitrate N、濁度、クロロフィルを観測した。雨量は平坦な場所に水槽を設置し、降雨開始から10分毎に水槽内に溜まった雨水の水深を計測した。

降雨時の河川水質は時間変動が大きく、晴天時に行っているような場所では採水が行えない等の問題があり、水質測定場所や観測手法を変更・改良を繰り返し、最終的に2004年11月11日に実施した観測結果が分析可能なデータとしてまとめて得られたので以下に報告する。

3. 観測結果

1時間半雨量を観測した結果、降雨強度(R)は11mm/hであつた。都市化流域であるA点、半都市化流域であるB点のいずれもピーク濃度に達する時刻は異なるがその後減少傾向を示している。また3地点の水質変化を比較すると、池の水門付近であるC点は十市川と石土池が合流しているため水質変化が緩やかであるが、



図1. 水質測定位置図

A・B点は水質時間変化が著しい(図2)。

2004年1月～12月まで行った雨水調整池における毎月の水質濃度の平均値(CODは3.88mg/lで、T-Nは1.61mg/l、 $PO_4\text{-P}$ は0.13mg/l)を平常時における池の水質濃度と仮定すると、今回の都市雨水排水の水質(COD)は降雨開始40分後のピーク以降は希釈効果により、平常時より低い濃度となっている。

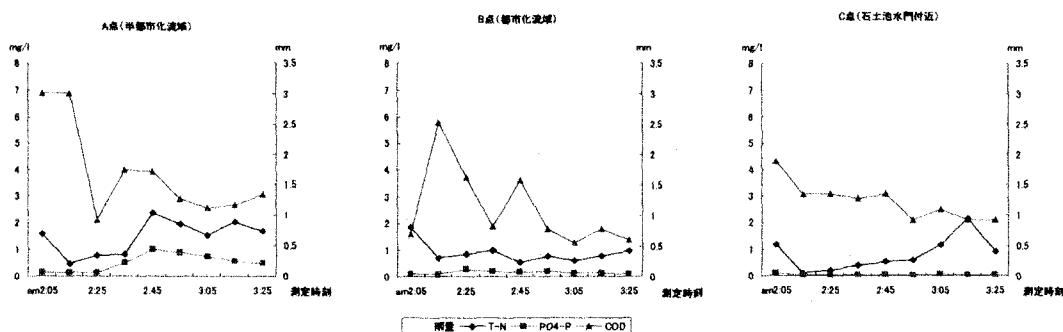


図2. 降雨時の水質変化

4. 雨水流出量の推定

対象流域から汚濁物質がどのくらい流出しているかを定量的に評価するため、対象流域の流出量が必要になるが、降雨時の流量観測は危険な作業であるため降雨流出量を以下の仮定のもとで算出した。対象河川の治水安全度(計画規模)は1/50で、確率降雨強度Rは109mm/時、平均流出率 f_a は0.8である¹⁾。

過去50年間の確率降雨強度の中で、最小値である昭和4年の降雨強度31.3mm/時は1年に1回の確率で生じる降雨とほぼ等しいと仮定する。この降雨強度に対応する流出率(f_b)は年間平均流出率(f_a)にほぼ等しいと仮定する(ただし、十市川流域には雨量観測所がないため、流域近傍において観測精度が高かつ長期間の連続した資料がある高地気象台の高知降雨記録を当流域の代表降雨と仮定している)。

十市川に最も近い物部川の年間平均流出率(f_a)0.6を参考に対象流域の年間平均流出率(f_a)を0.55と仮定すれば、1/1確率降雨強度31.3mm/時に対応する流出率は0.55となる。

そこで確率降雨強度に対する流域の流出率是对数正規の関係にあると仮定し、(109mm、0.8)(31.3mm、0.55)を通る対数正規分布グラフ(図3)より、任意の確率降雨強度に対応した流出率の推定モデルを検討すると以下の回帰式が得られる(式4.1)。

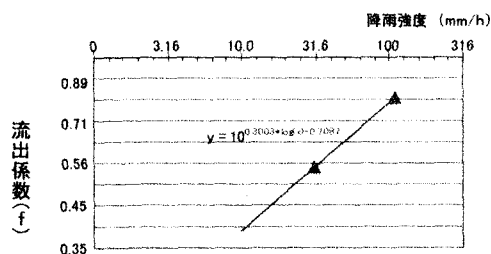


図3. 任意の確率雨量強度に対応した流出率の評価

$$y = 10^{0.3003 \times \log(x) - 0.7082} \dots \dots \dots < \text{式 4.1} >$$

回帰式4.1より、今回の観測した降雨強度R=11mm/hに対応する平均流出率fは0.4となる。この平均流出率より、対象流域の観測時の流量は1.18m³/sである²⁾。

5. 汚濁物質の流出負荷量

雨水調整池の面積は約 25ha、調節容量は 675,000m³であり、そのときの平均水深 2.7m のうち 2m は計画高水位として治水用に確保され、平常時の貯留量(Q)は 175,000m³である¹⁾。

平常時における雨水調整池の汚濁負荷貯留量は COD が約 679kg、T-N は約 2815kg、PO₄-P は約 23kg である。

全流域からの汚濁物質の流出負荷量は COD が約 50kg/時、T-N は約 15kg/時、PO₄-P は約 4kg/時であり、全流域からの流出負荷量が平常時における雨水調整池の汚濁負荷量に占める割合は COD が約 7%、T-N は 1%未満、PO₄-P は約 17%である。これより流域からの汚濁物質の流出負荷量は雨水調整池の水質環境にほとんど影響がないことがわかる。また対象降雨後の雨水調整池の水質濃度は、COD が約 3.55mg/l、T-N は約 1.43mg/l、PO₄-P は約 0.14mg/l と、平常時における雨水調整池の水質より降雨後の水質濃度が流量増加とともに、希釈効果で低くなっている。

以上のことから降雨時に流出する汚濁負荷は雨水調整池の水質環境に影響はなく、都市雨水排水の流入は池の水質汚濁の直接的な主要因ではないことが考えられる。

表 1. 本流域における観測時の汚濁物質の流出負荷量

排水区	水質濃度 (mg/l)			汚濁物質の流出負荷量 (kg/時)		
	COD	T-N	PO ₄ -P	COD	T-N	PO ₄ -P
第1	4.45	1.34	0.48	18.9	5.7	2
第2	3.07	0.96	0.18	13	4.1	0.8
第3	0.42	0.13	0.02	1.8	0.6	0.1
第4	0.21	0.06	0.01	0.9	0.3	0.1
第5	1.55	0.48	0.09	6.6	2.1	0.4
第6	0.31	0.1	0.02	1.3	0.4	0.1
第7	0.52	0.16	0.03	2.2	0.7	0.1
第8	1.21	0.38	0.07	5.1	1.6	0.3
				50	15	4

6. おわりに

流域から降雨時に流出する COD・T-N・PO₄-P の汚濁負荷量は、平常時における雨水調整池の汚濁負荷貯留量の 2%にしか過ぎず、雨水調整池の水質環境にほとんど影響を与えることはなく、むしろ雨水流出量の増加とともにその希釈効果で水質濃度が低下する傾向にある。この理由の一つとして、高知県の降水量は全国平均の 1.5 倍で非常に雨に恵まれていることより、他の大都市と比較してノンポイント汚染源負荷が水質環境に与える影響は小さいことが考えられる。

今回の観測結果からは、ノンポイント汚染源負荷は雨水調整池の水質を悪化させる直接的な主要因ではないことより、その他に要因があると考えられる。石土池開発以前の周辺土地利用は湿田であった。湿田には高濃度に窒素やリンが集積した粘性土壌が厚く堆積している。湿田を調整池に開発した場合、池底から除々に窒素やリンが溶出している自然要因が考えられる。

他方、池には浮遊性植物であるホテイアオイが繁殖している。ホテイアオイは一般に窒素やリンを吸収する能力が高いが、冬季に枯死することにより池底にヘドロとなり堆積する。そのヘドロから溶出する窒素やリンが大きく影響していることも考慮する必要がある。雨水調整池の底へ堆積しているヘドロから窒素・リンがどのくらい溶出（まき出しを含む）しているかについて定量的に評価することが今後の課題の一つである。

参考文献：1) 高知県：十市川中小河川改修（防災調整池）事業全体計画水理計算書，pp1-9, 43-46（1980）

2) 菅原正巳：流出解析，共立出版株式会社，pp. 121-124（1972）