

降雨時における都市域の汚濁負荷流出機構の解明

長崎大学工学部 学生員 ○古江雅和
長崎大学工学部 フェロー 野口正人

長崎市役所 正会員 森尾宣紀
長崎大学大学院 学生員 野村佐和美

1. はじめに

都市河川の流域では、下水道整備などにより点源汚濁は抑制される傾向にある。他方、都市河川流域は不浸透域で覆われ、無降雨時に堆積した汚濁物質は浸透することなく、降雨とともに受水域へと流出する。そこで、本研究では都市河川である長崎市の出島川を例にとりあげ、流域に分布した汚濁物質が、降雨時に雨水排水路より流出する機構について観測データをもとに解明しようと試みた。

2. 対象流域の概要

本研究の対象である出島川は長崎港に流れ込む河川で、分流水道下水道がほぼ整備されているにも関わらず近年、水質悪化が問題にされている。出島川流域は独立した3つの流域から成り立っており、流域面積 37.37ha のうち上流部が 24.11ha、下流部が 13.26ha となっている。図-1において①地点は上流部の宅地化された斜面地を流域としている。⑩地点は下流域の一部で、低地のため雨水排水ポンプ場により強制的に雨水を排水している流域 (2.2ha) をもっている。この流域は商業施設が建ち並んでいる。今回この①、⑩地点において水質観測を実施した。

3. 観測結果とその考察

降雨における汚濁負荷流出量を確実に捉えるためには、降雨開始時から観測をしなければならない。今回は2度、現地での水質観測を実施した。1度目は2003年7月11日から12日にかけて、2度目は2003年12月11日である。今回は①地点の結果のみを示していく。対象となる水質指標は、BOD、COD、T-N、T-P、SSの5種類である。この中でT-Nの結果を降雨のデータと共に図-2、図-3に示す。今回、汚濁負荷の流出機構を調べることを目的としているので、1つのグラフに載せるため、流量は定数を乗じて汚濁負荷量と同じスケールにしてある。今回の2度の観測で大きく違うことは降雨の形態であり、7月の観測での降雨は短期集中型で観測時間1.5時間に対し、総降雨量は5.5mmである。12月の観測では観測時間5時間に対し、総降雨量6.3mmと少雨状態となっている。

両図から明らかなように、程度の差はあるが降雨初期に汚濁(濃度)が高くなる first flash が出現している。これは流量が少ない降雨初期の段階で、非点源汚濁や雨水排水路に溜まった堆積土砂の表層の部分が雨水と共に流されてくるのが影響していると思われる。

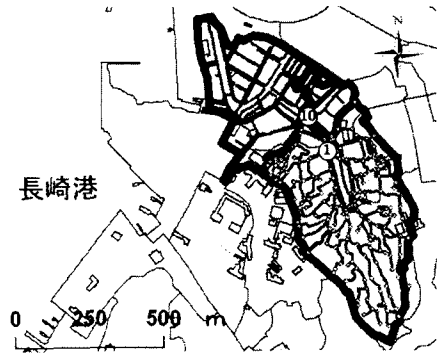


図-1 出島川流域の平面図

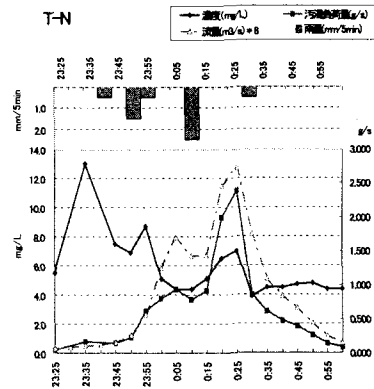


図-2 T-N 観測結果 (03.07.11)

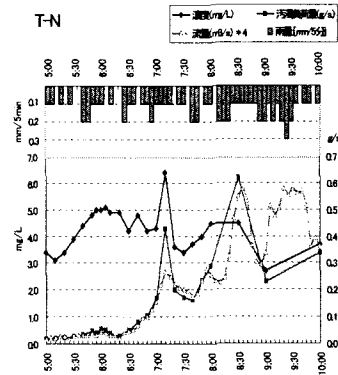


図-3 T-N 観測結果 (03.12.11)

流量に関しては、ピークが大きく分けて2回現われている。そこで観測結果を7月の観測では前半（23：25～00：05）と後半（00：10～01：00）に、12月の観測では前半（05：00～07：00）と後半（07：05～10：00）に分けて、汚濁負荷量（ L ）と流量（ Q ）の関係を調べてみる。そこで次式のように置いた。

$$L = aQ^b \quad (1)$$

ここに、 L は汚濁負荷量、 Q は流量、 a 、 b はパラメータである。

通常 $L-Q$ 曲線は汚濁負荷量が平均的には流量の一価関数として表されるとの立場をとっている。これに対して著者らは、流域からの汚濁負荷流出を非点源汚濁の成分をも含めて *physically based* な立場で明らかにしようとしている。すなわち、降雨時の流量に関して増水部と減水部とでその物理機構が異なるように、汚濁負荷流出量が降雨の初期と、十分な時間の経過後で変化することは容易に推察できる。このような観点から、降雨時の汚濁負荷流出量を降雨の前半と後半とに分けて解析することにした。紙面の都合上、その他の水質指標に対しても同様の処理を行っているが、表示を省略する。パラメータの b と a の値を示せば、表-1 のようになる。表から明らかなように、ほぼ全ての水質指標において回帰曲線の傾きに当たる b の値は降雨の後半が高い値を示している。また物理機構を考えれば容易に推察できるように、降雨後半の汚濁負荷流出量は相対的に小さくなっている。流域水質管理の観点で適切な汚濁抑制を行うためには、累積降雨の多寡や、降雨強度などの降雨の程度に応じた汚濁流出量の評価が欠かせない。図-6 では、降雨の前半と後半の b の比率を累積降雨との関係で明らかにしようとした。目下のところ、観測例が限られていること等で明確な関係は得られていない。しかしながら、この種の関係を求めることの重要性は改めて言うまでもなからう。

4.おわりに

本研究では都市域における降雨時の汚濁負荷流出機構を累積降雨を考慮して評価することを試みた。実行していくに当たり、今回の累積降雨との関連性は重要になっていくと考えられる。今後は水質観測と共にデータの整備、都市域における汚濁負荷量と降雨の状況との関係性を調べていく必要がある。

謝辞：最後に本研究を進めるにあたり、資料の提供や、試料の計測等で多大なご支援を頂戴した長崎市役所の関係各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献 1)森尾宣紀, 野口正人: 都市域の点源及び非点源汚濁負荷流出 - 長崎市の事例 -, 水工学論文集, 第 48 巻, 2004 (印刷中)

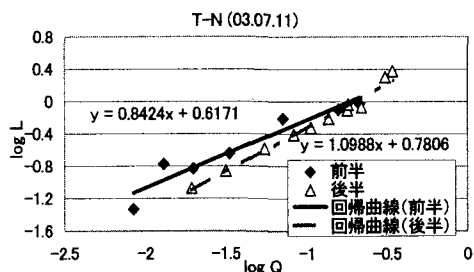


図-4 T-N の汚濁負荷量と流量の関係 (03.07.11)

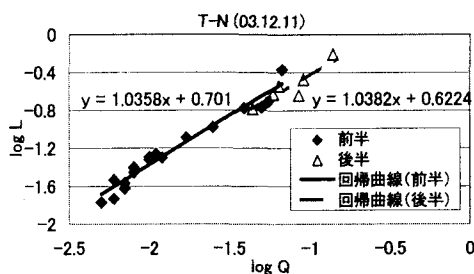


図-5 T-N の汚濁負荷量と流量の関係 (03.12.11)

表-1 b と a の算出結果

		03.07.11		03.12.11	
		b	a	b	a
BOD	前半	1.346	19.634	1.183	11.668
	後半	1.528	6.266	1.136	8.851
COD	前半	1.184	17.539	1.004	7.852
	後半	1.263	11.015	1.082	10.069
T-N	前半	0.842	4.140	1.036	5.023
	後半	1.099	6.039	1.038	4.188
T-P	前半	1.301	0.931	1.154	0.506
	後半	1.123	0.267	1.614	1.514
SS	前半	1.941	480.839	1.665	99.770
	後半	2.715	164.816	2.173	276.058

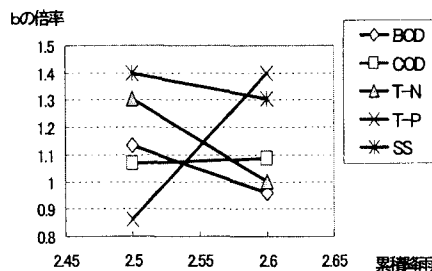


図 6 b の倍率と累積降雨との関係