

非点源汚濁負荷流出解析における L-Q 曲線の検討

長崎大学工学部 学生会員 ○池田 敬
 長崎大学大学院 学生会員 浦 里実
 長崎大学工学部 正会員 西田 渉

長崎大学大学院 学生会員 古江 雅和
 長崎大学工学部 フェロー 野口 正人
 長崎大学工学部 正会員 川池 健司

1. はじめに

貯水域における水質を清澄に保つためには非点源汚濁負荷流出抑制が重要である。長崎県諫早市の諫早湾では 1997 年に諫早湾干拓事業により湾奥部が締め切られた。閉鎖性水域となった諫早湾調整池では、富栄養化に伴う、水域の水質悪化が懸念されている。汚濁負荷流出抑制を行うには閉鎖性水域に流入する汚濁の流出機構を把握することが重要であるといえる。

これまで、流量から汚濁負荷量求めるために一価関数である L-Q 曲線が多用されてきた。本研究では図-1 に示すように、諫早湾調整池流域の 11 河川を対象とし、降雨時における観測データをもとに L-Q 曲線の有用性とその限界について検討した。

2. 対象流域の概要

諫早湾調整池流域は主として、平成の大合併で市域を拡大した長崎県諫早市を中心とした流域である。湾奥部に本明川が流入し、流域の北部では、境川、湯江川、田島川、小江川、深海川が流れており、流域の 7, 8 割は森林で占められている。また流域の南部では二反田川、有明川、千鳥川、山田川、大木場川が流れており、北部と比べ、森林の割合が少なく、都市域、畑の割合が多くなっている。また、北部に対し南部がより多くの汚濁が流出していることが分かっている¹⁾。

3. 結果と考察

従来、水質観測は降雨の影響がない形で行われてきた。しかし、非点源汚濁を対象とした場合、降雨時の観測が必要不可欠となる。本研究では農林水産省が諫早湾調整池流域において、降雨条件下で数年間にわたり水質観測を実施した結果を提供して頂いた。それをもとに L-Q 曲線を作成した。

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

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。L-Q 式は流量が求まれば平均的な汚濁

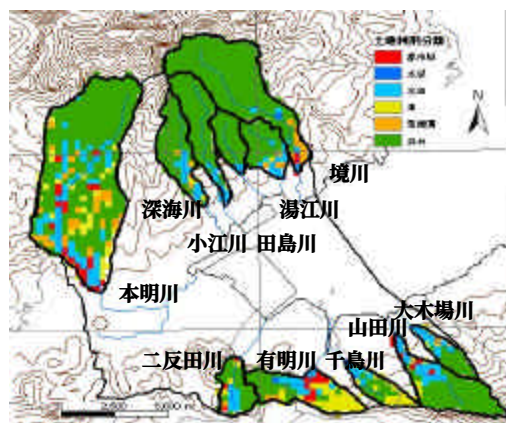


図-1 諫早湾調整池流域

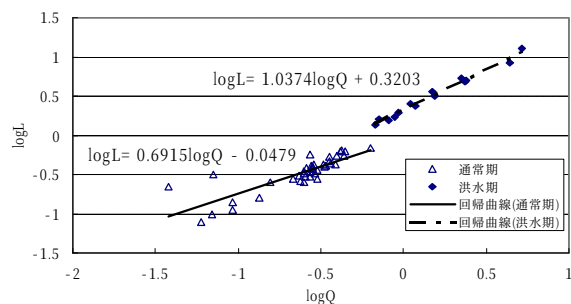


図-2.a 通常期と洪水期の L-Q 曲線(山田川)

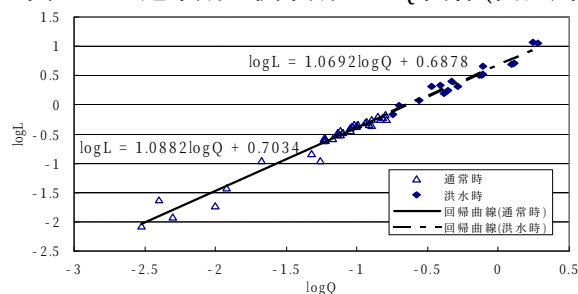


図-2.b 通常期と洪水期の L-Q 曲線(千鳥川)

負荷量が分かり、汚濁負荷量を評価するにあたって有効であると言える。図-2.a では通常期と洪水期での流量と汚濁負荷量の関係が分かる。洪水期は通常期に対し多く汚濁負荷量が流出しており、洪水期と通常期の汚濁流出の違いが明らかである。

しかし、洪水期のみに着目すると、流域の状態の違いにより、図-2.a と図-2.b は汚濁負荷量流出の形態が異なっている。そこで、L-Q 曲線を降雨の前半と後半すなわち、増水期、減水期に分けて解析する。

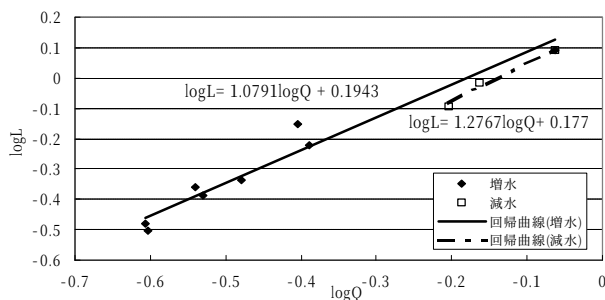


図-3.a L-Q 曲線(湯江川)

図-3.a では降雨前半に対し降雨後半の L-Q 曲線の傾きが大きくなっている。しかし図-3.b では降雨前半に対し降雨後半の L-Q 曲線の傾きが小さくなっており、図-3.a と全く異なった結果になった。これらは流域の土地利用の形態や、先行降雨、現行降雨の違いによって変化するものであると考えられ、降雨時における L-Q 式ではこれらのことを十分に考慮しなければならない。

今回は、流域の状態の観点から検討を行う。表-1 は降雨前半と降雨後半の a と b の値である。それぞれ降雨前半を a1, b1 とし、降雨後半を a2, b2 とする。a1 と a2 の値を河川ごとに比べると、千鳥川の値が a1, a2 とも大きい値をとっている。表-2 から千鳥川は山田川に比べ、流域面積がほぼ 1/2 である。また土地利用の割合を比較すると、都市域、水田共に近い値であるが、千鳥川において畑は約 40% を占めていることがわかる。分かるそれに対して山田川は森林が約 70% を占めており、ここに a の差が生じたと考えられる。

また、b2/b1 の値に着目すると、田島川、小江川は 1 より大きい値をとっているが、千鳥川、山田川は小さい値をとっている。b2/b1 の値が 1 より小さいということは、降雨前半に対して降雨後半が L-Q 曲線の傾きが小さく、同じ流量に対して多く汚濁負荷量が流出しているといえる。これらは都市域の割合に着目すると田島川、小江川は 1.8% に対し、千鳥川、山田川は 6.5% ほどである。このことから b2/b1 の値は流域の土地利用と相関があると考えられる。図-4 の土地利用の指標は森林 1、果樹園 2、畑・水田 3、都市域 5 とし、指標が大きいほど汚濁源になりうるものとしている。指標が増加するにつれて b2/b1 の値は減少している。これは指標が大きくなるほど降雨後半の汚濁負荷流出量が大きくなるといえる。

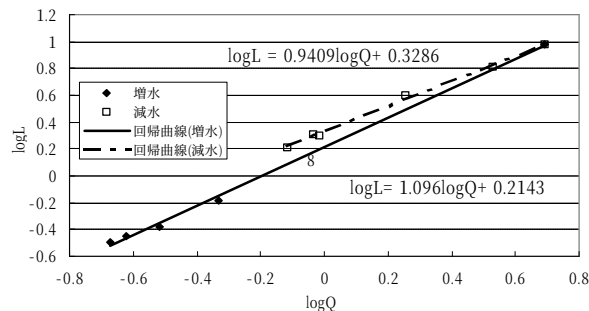


図-3.b L-Q 曲線(山田川)

表-1 a, b の値

	日付	降雨前半		降雨後半		b2/b1
		a1	b1	a2	b2	
湯江川	2002.07.17	1.56	1.08	1.50	1.28	1.18
田島川	2002.07.17	0.80	0.92	0.92	0.93	1.01
小江川	2003.06.12	2.21	1.00	2.25	1.09	1.10
千鳥川	2003.11.05	5.81	1.11	5.80	1.02	0.92
	2004.10.19	3.92	1.01	4.11	0.84	0.83
山田川	2004.09.23	1.68	1.24	2.10	1.01	0.82
	2005.02.18	2.08	1.30	2.18	0.94	0.73

表-2 土地利用 (ha)

	都市域	水域	水田	畑	果樹園	森林	合計
湯江川	45(7.7)	9(1.5)	117(20.0)	9(1.5)	63(10.8)	342(58.5)	585(100)
田島川	9(1.8)	0(0.0)	99(19.3)	36(7.0)	0(0.0)	369(71.9)	513(100)
小江川	18(1.8)	0(0.0)	198(19.6)	18(1.8)	54(5.4)	720(71.4)	1008(100)
千鳥川	27(6.4)	0(0.0)	72(17.0)	189(44.7)	0(0.0)	135(31.9)	423(100)
山田川	63(6.5)	0(0.0)	180(18.5)	54(5.6)	0(0.0)	675(69.4)	972(100)

※()内の数字は百分率

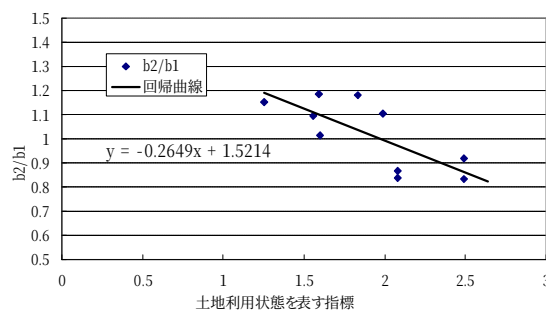


図-4 b2/b1 と土地利用の相関

4. おわりに

本研究は諫早湾調整池に流入する河川での観測データをもとに L-Q 曲線の有用性と限界を検討した。降雨時において L-Q 曲線は流域や降雨の影響を受け多様に変化する。今後は L-Q 式のパラメータを適切に求める必要があり、定量評価へと導きたい。謝辞：最後に本研究を進めるにあたり、観測データや、資料の提供等で多大なご支援を頂戴した農林水産省の関係各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献 1) 野口正人, 西田渉, 川池健司, 野村佐和美, 洲上雄作: “流域からの汚濁負荷流出抑制”, 平成 15 年度長崎大学公開講座資料「未来指向型の水環境整備」, pp.135-149, 2003.