

無次元 L - Q モデルに基づく汚濁負荷量評価法の提案

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻
東京理科大学理工学部土木工学科
大和鋼管工業(株)

○滝岡 健太郎
二瓶 泰雄
田中 辰弥

1. 序論

適正な内湾環境管理を実施し、将来的に求められている内湾環境のリアルタイム予報を実現する上では、陸域から河川を経由する汚濁物質の流入量をモニタリングすることは必要不可欠である。そのため、時々刻々計測される流量 Q と各河川固有の L - Q 式 ($L=aQ^b$, L : 汚濁負荷量, a, b : 係数) を用いて、汚濁負荷量の時系列データを取得する方法が一般に採用されている。しかしながら、この L - Q 式を作成するには平常時から出水時までの広範囲の流量に対する負荷量データの実測値が必要となるが、公共用水域データが充実する平常時水質データと比べ、観測に多くの労力と経費を必要とする出水時の実測データは少ない。このようなことから、出水時データが皆無の河川における出水時 L - Q 式推定法の開発が強く望まれる。この要請に応えるべく、本研究では、一般に充実している平常時水質データと流域情報のみに基づいて出水時栄養塩・COD 輸送量に関する無次元 L - Q モデルを提案することを試みる。ここでは、本研究室で多くの観測データを蓄積・収集している 7 つの東京湾流入河川 (江戸川, 荒川, 多摩川, 中川, 隅田川, 小櫃川, 神田川, 出水イベント数: 11) と 1 つの手賀沼流入河川 (大堀川, 出水イベント数: 8), 4 つの印旛沼流入河川 (神崎川, 師戸川, 桑納川, 手繰川, 出水イベント数: 4) を対象として本モデルの構築及び適用性の検証を行う。

2. 無次元 L - Q モデルの概要

観測データの無い河川における出水時 L - Q 式を推定するために、負荷量 L と流量 Q を平常時と出水時の閾値 L_0 と Q_0 で除した無次元 L - Q モデルを考案した (図 1)。具体的には、平常時の L - Q 式を算定する、平常時と出水時の流量閾値 Q_0 を設定し、この流量に対応する負荷量の閾値 L_0 を平常時 L - Q 式から算定する、観測データのある河川の出水時 L - Q 式を無次元化し、その式中の係数 b と土地利用特性との関係式を作成し、この関係式と対象河川流域の土地利用特性から係数 b を算定して、出水時の無次元 L - Q 式を抽出する。ここでは、東京湾流入河川 (神田川を除く) のデータの無次元 L - Q 式の係数 b と山林, 市街地の土地利用率を用いて、重回帰分析を行い、関係式を作成し、全河川における係数 b を推定した。なお、各河川の流量閾値 Q_0 は滝岡ら¹⁾を参考にして与えた。

3. 結果

無次元 L - Q 式の推定精度を検証するために、全河川において得られた係数 b の観測値及び本手法による推定値の相関図 (COD) を図 2 (a) に示す。ここでは、関係式の作成に使っていない手賀沼・印旛沼流入河川, 神田川の結果も表示している。図 2 (a) より、係数 b の推定値は概ね観測値と一致しており、東京湾流入河川では誤差は 20%以内、他の河川では誤差は 25%以内に収まっている。このように、流域情報から L - Q 式の係数 b を良好に推定し得ることが分かる。さらに、観測データのみに基づく既存の L - Q 式及び本手法を用いて、手賀沼流入河川 (大堀川) における 8 つの出水イベントの総負荷量を出水イベント毎に算出した結果 (図 2 (b)), 本手法の誤差は $\pm 30\%$ 以内であり、既存の L - Q 式と同程度で小さい。以上より、流域情報や低水時の水質データのみに基づく無次元 L - Q 式が出水時データの無い河川における L - Q 式作成に極めて有用であることが示された。

参考文献: 1) 滝岡ら, 水工学論文集, Vol.54, pp.1381-1386, 2010。

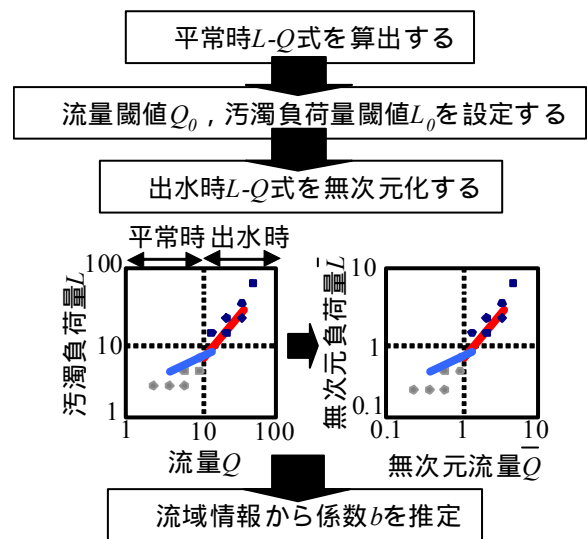


図 1 無次元 L - Q モデル作成過程の概念図

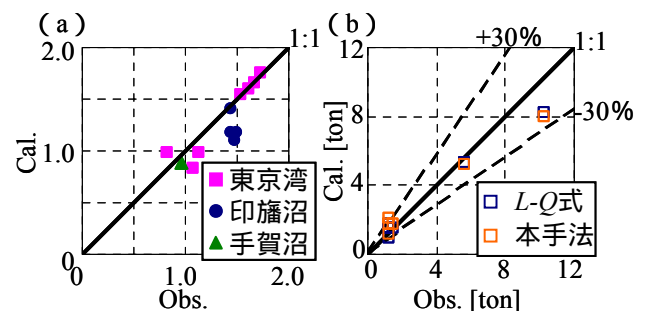


図 2 (a) 係数 b の推定値と観測値の比較 (COD), (b) 大堀川出水におけるイベント別総負荷量の比較 (COD flux)

みに基づく既存の L - Q 式及び本手法を用いて、手賀沼流入河川 (大堀川) における 8 つの出水イベントの総負荷量を出水イベント毎に算出した結果 (図 2 (b)), 本手法の誤差は $\pm 30\%$ 以内であり、既存の L - Q 式と同程度で小さい。以上より、流域情報や低水時の水質データのみに基づく無次元 L - Q 式が出水時データの無い河川における L - Q 式作成に極めて有用であることが示された。