

原単位法による面源負荷評価に関する基礎的検討

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○坂井 文子
 東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄
 セリオ国際特許事務所 非会員 砂田 岳彦

1. はじめに

富栄養化の著しい湖沼や内湾の水質改善を目的として、水質総量規制制度が昭和 53 年より導入され、流域から水域への汚濁負荷総流入量が定められている。この際、汚濁負荷評価に用いられる原単位法の解析精度は、生活系・産業系排水からなる点源負荷については概ね良好である¹⁾。それに対して、市街地等を起源とする面源負荷に関しては、原単位自体が大きくばらつくことにより原単位法の解析精度は総じて高いとはいえず、原単位法による面源負荷の現況再現性や将来予測への適用には疑問点が多い。本研究では、面源負荷評価に対する原単位法の適用性を明らかにするために、原単位法の解析精度や原単位の設定法に関する基礎的な検討を行う。以下では、まず、原単位法による汚濁負荷解析結果の経年変化を L - Q 式 (L : 汚濁負荷量, Q : 流量) に基づく実測値と比較し、原単位法の解析精度を検証する。次に、原単位設定上の問題点の一端を明らかにするために、原単位の設定に必要な雨水排水の水質濃度を求め、また、市街地全体の排出負荷原単位とその主要構成要素である路面上の堆積負荷を比較した。なお、ここでの研究対象は、著者らが現地観測データを蓄積している千葉県手賀沼への主要流入河川である大堀川とする。

2. 研究方法

(1) 原単位法による汚濁負荷解析

原単位法により点源・面源負荷を算出するために、二瓶ら¹⁾と同様に、大堀川における流域環境情報（土地利用状況、下水道整備状況、規制特定事業所等）を 2003 年から 2005 年を対象として収集した。その結果と既存の原単位²⁾を掛けて、点源・面源汚濁負荷を算出した。

(2) 水理・水質調査結果に基づく年間汚濁負荷量及び雨水排水の平均水質の算定

千葉県による水位・水質観測結果と著者らが別途行っている平常時・降雨時水質調査結果や水位の長期連続観測結果等を用いて、 H - Q 式や L - Q 式を作成し、COD や T-N, T-P に関する年間汚濁負荷量の実測値を 2003 年から 2005 年までにおいて算出する。また、合計 7 回行われた降雨時調査結果を用いて、大堀川下流部・呼塚橋における降雨時河川水の平均水質を求める。

(3) 模擬降雨法による路面堆積負荷の実測

ブラックボックスとなる面源負荷の素過程を把握するために、面源負荷の中の市街地に着目し、市街地全体の排出負荷原単位と、市街地の主要構成要素である路面に関する「個別」負荷原単位を比較する。そこで路面堆積負荷を調査するために、砂田ら³⁾が提案している模擬降雨法に基づいて大堀川流域全 30 地点を対象とした路面堆積負荷調査を 2005/6/30, 7/21, 7/29, 8/29 に実施した。

3. 結果と考察

(1) 原単位法の汚濁負荷解析精度

図 1 は、2003 年～2005 年における T-COD 負荷量に関する原単位法と L - Q 式による解析結果を示す。ここでは、原単位法による解析結果を点源・面源負荷と分け、それと対応して L - Q 式による結果を非降雨時と降雨時に分割している。これより、原単位法による T-COD 負荷量は年々減少しており、これは下水道整備の促進に伴う点源負荷の削減によるものである¹⁾。一方、 L - Q 式による負荷量は大きく増減し、その増減には降雨時の寄与が

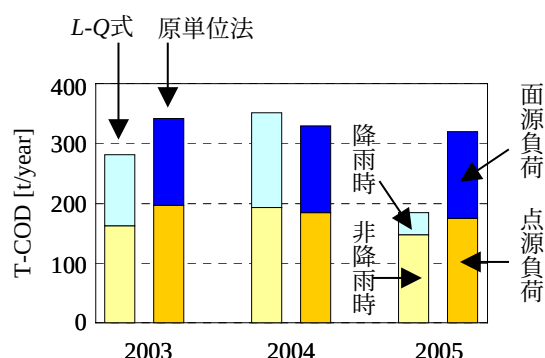


図 1 原単位法と L - Q 式により算出された T-COD 負荷量の経年変化

キーワード：面源負荷，原単位法，汚濁負荷解析，路面堆積負荷

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501（内線 4031）FAX：04-7123-9766

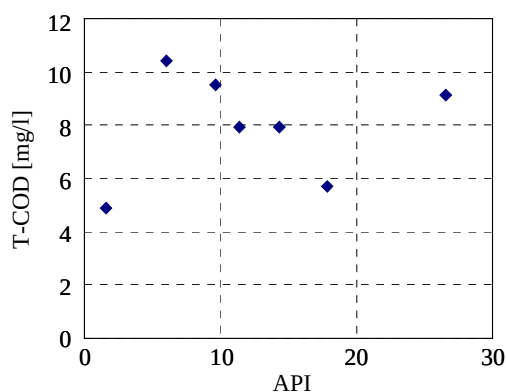


図2 降雨イベント毎の平均水質と API の相関関係

大部分を占める。両者の結果を比べると、両者の点源負荷は概ね一致するが、面源負荷に関しては両者は一致せず、原単位法の面源負荷はほぼ一定となるのに対して $L-Q$ 式では雨量に対応して大きく増減する。原単位算出には年間平均雨量が用いられており、面源負荷の経年変化評価には原単位法では限界がある。

(2) 雨水排水の平均水質濃度

原単位を算出する際に使用される降雨時水質環境の実状を見るために、合計 7 回の降雨イベント時における平均水質と先行降雨指標 API を比較した結果を図2に示す。ここでも T-COD を例とする。これを見ると、T-COD は 5~11mg/L と大きく変化し、その上、T-COD と API には明確な相関性は見られない。このように大きく変化し、かつ、規則性が見出されない水質濃度値を用いて算出される原単位は、自ずと大きくばらついた値が設定されることとなる。

(3) 市街地全体及び路面の汚濁負荷原単位の比較

都市域の面源負荷の代表例である路面堆積負荷の実態を見るために、T-COD を例として、模擬降雨法により得られた大堀川流域における路面堆積負荷マップを図3に示す。これより、路面堆積負荷は大きくばらつき、地域性や用途地域別の違いは明確には見られない。この路面堆積負荷と路面を主要汚濁源の一つとする「市街地」に用いられている原単位の差を見るために、路面堆積負荷の観測値と原単位と先行晴天日数の積を比較した結果を図4に示す。後者は、原単位により評価される各観測日の堆積負荷量に相当する。これより、路面堆積負荷は大きくばらつき、また、その中央値は原単位による負荷よりも 1 オーダー大きい。このような路面堆積負荷の時空間変化から市街地全体で一定の原単位を設定するのは限界があり、今後汚濁負荷評価を高精度化する上では、路面や屋根面等の個別の場所での原単位の時間変化を表現可能なモデルの開発が必要である。

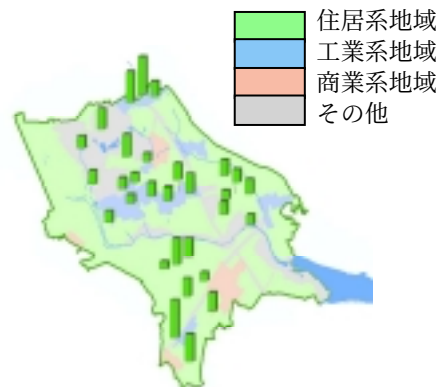


図3 大堀川流域の路面堆積負荷分布 (T-COD, 4 回の観測の平均値)

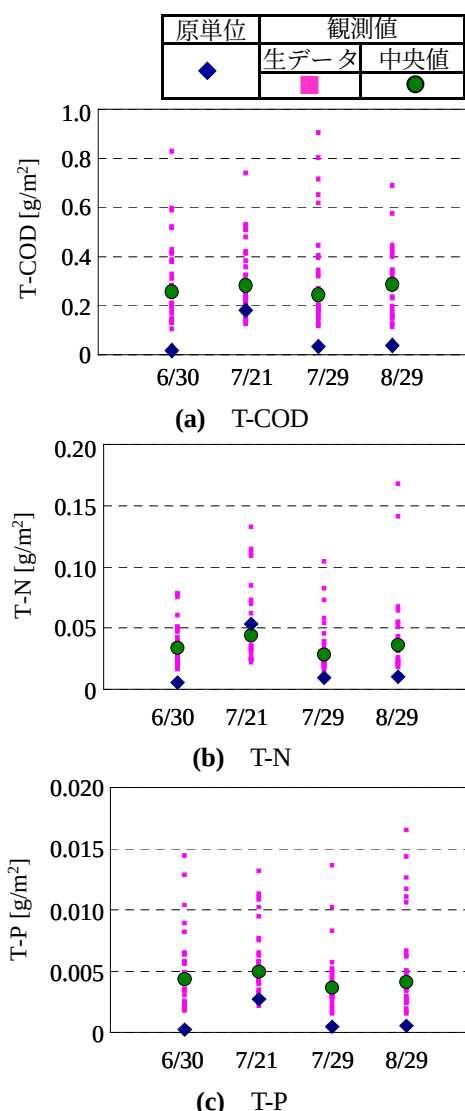


図4 路面堆積負荷の実測値と市街地排出負荷原単位の比較

4. まとめ

面源負荷を原単位法により評価することに大きな限界があることをいくつかの解析例を通して示した。今後は、面源負荷に関する現況再現性や将来予測の精度向上を目指して、路面・屋根面堆積負荷の実態把握のための調査データを蓄積していく予定である。

参考文献

- 1) 二瓶ら：水工学論文集，Vol.48，pp.1459-1464，2004.
- 2) 小林・平間：水環境学会誌，Vol.19，pp.35-45，1996.
- 3) 砂田ら：水工学論文集，Vol.49，pp.1573-1578，2005.