

都市内小河川流域における土地利用ごとの汚濁負荷原単位推定法

岐阜大学流域環境研究センター 正員 篠田成郎・湯浅 晶
 岐阜大学大学院工学研究科 学生員 ○都築克紀・山下幸伸・山内幸雄
 岐阜大学工学部 浅野 啓

1. 緒言

都市流域内に存在する汚濁負荷量の現存量を算定したり、将来予測を行う場合、汚濁負荷源ごとの原単位から求められることが多い。しかし、こうした原単位は社会構造や生活様式のみならず、経済活動状況などにも依存しており、時間と場所を選ばず適用できるわけではない。とくに、面源負荷に対する原単位の扱いには多くの疑問が存在しており、客観的に負荷源単位を推定できる方法の提案が望まれている。本研究では、汚濁負荷の発生源別の流下過程をモデル化することにより、土地利用種別に応じた原単位を推定する方法を現地観測および数値地図情報による土地利用分布から明らかにすることを目的としている。

2. 現地観測と対象流域内土地利用分布

図-1は、観測対象とした荒田川流域および測点の配置状況を示したものである。図中、○印で示される測点P.1～P.8が水文・水質観測地点である。ここでは、晴天期の続いた1997年8月20日～9月5日の16日間に得られた観測結果を解析対象とする。図-2は、各測点ごとの流量 Q 、全窒素負荷量 L_{TN} および全リン負荷量 L_{TP} を解析対象期間内の1日当たりの平均値として示したものである。また、対象流域内の土地利用分布については、ゼンリン発行の住宅地図(1997年版)を基に、現地踏査を実施することにより、50mメッシュ(3次メッシュの1/20のサイズ)の土地利用分布図を作成し直している。なお、この作業では、合計9種の土地利用種別に分けていたが、図-3では、建物用地(略称B:家屋・事務所、工場、寺社)、耕地(略称C:水田、畑地、草地)およびその他の3種類の土地利用種別にまとめて示してある。また、各測点を集水点とする集水域界に関しては、岐阜市河川・水路図および住宅地図を参考にして、現地踏査により水路および流下方向を調査することにより、土地利用分布と同じメッシュについての流下図を作成して、決定している。

3. 土地利用別排出原単位の推定

排出・流下過程を考慮した土地利用ごとの排出原単位を推定するためのモデル式¹⁾として、次式を使用する。

$$\Phi = \sum_n^N \left(\sum_{m|n}^{M|n} \beta^{l_{m|n}} \right) \Psi_n = \sum_n^N \lambda_n \Psi_n \quad (1)$$

ここに、 Φ :観測地点(集水地点)での負荷量、 Ψ_n :土地利用種別 n に関する排出原単位、 β :単位流下距離当たりの負荷変化率、 l :発生源から観測地点までの流下距離、 M :対象集水域内のメッシュ総数、 N :土地利用種別の総数、 $M|n$:土地利用種別 n のメッシュ総数および $m|n$:土地利用種別 n に関するメッシュの通し番号であり、 λ_n は、集水域面積の効果を含んだ土地利用別流下率である。式(1)において、単位流下距離を1kmとし、土地利用を建物用地と耕地の2種類に限定したとき、全窒素TNおよび全リンTPに関する土地利用別排出原単位 Ψ_n と流下に伴う負荷変化率 β は表-1のように推定される。表中の Ψ の添字は、上述の土地利用種別の略称を表す。なお、流下過程での負荷変化率を考慮しない場合($\beta=1$)についても併せて示してある。

4. 推定された排出原単位に関する考察

対象流域の建物用地のほとんどは家屋や事務所であるので、そこからの排出負荷は生活系排水に由来している。また、耕地の大部分は水田である。そこで、表-1で求められた排出原単位 Ψ_B および Ψ_C を、それぞれ生活系排水および水田排水によるものと見なし、従来より用いられてきている原単位と比較してみることにする。なお、 Ψ_B については、流域内人口密度の分布を用いて、g/人・日の単位に変換する。表-2は、表-1での結果を既存の研究で使用されている排出原単位の単位に変換したものと各文献²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾での排出原単位を比較したものである。点源負荷である生活系排水に関する原単位については、下水道普及率や汚水の処理方法などを基に求められるため、その算出根拠は明確である。このため、 $\beta \neq 1$ とした場合の推定された排出原単位と文献値との相違はほとんどなく、文献値との差は、下水道の普及率や汚水の処理方法の違いによるものと考えられる。これに対し、面源負荷である水田排水の原単位に関しては、 $\beta \neq 1$ として推定された排出原単位と文献値との相違が大きくなっている。従来の原単位では、水田を由来とすると考えられる河川中の汚濁負荷量を基に算出されるため、 $\beta=1$ として排出原単位を推定していることになる。このため、表-2における $\beta=1$ での推定値が文献値とほぼ一致してきていると考えられる。しかし、実際には、流下過程での自然浄化によって負荷量は漸減しているはずであり、 $\beta \neq 1$ として推定された排出原単位が、水田からの実質の排出原単位を表すと判断できる。この従来の原単位では、排出負荷量を過小評価していることになると予想される。

5. 結語

以上、本研究では、排出・流下過程を考慮した排出源単位推定モデル式による面源負荷に対する実質の排出原単位の算出方法を示した。

最後に、本研究で用いた岐阜市河川・水路図をはじめとする各種資料は岐阜市衛生部より提供されたものであり、ここに記して感謝の意を表す。また、本研究が奨励研究(A)(課題番号:09750591)の一部であることを付記する。

参考文献 1) 篠田成郎・早藤貴之・都築克紀・湯浅晶：都市内小河川流域での晴天期全窒素・全リン流出特性と土地利用分布との関係，第4回河道の水理と河川環境シンポジウム論文集，pp.249-254,1998年6月。2) 國松孝男・村岡浩爾編著：河川汚濁のモデル解析，技法堂出版，pp.59,181-182,1989。3) 市川新：都市河川の環境科学，培風館，pp.149,1980。4) 田淵俊雄・高村義親：集水域からの窒素・リンの流出，東京大学出版会，pp.157-158,207,1985。5) 松井賢一：長良川流域の現況水質解析と発生源別排出汚濁負荷量の算定，平成9年度岐阜大学共学研究科修士論文，1998。

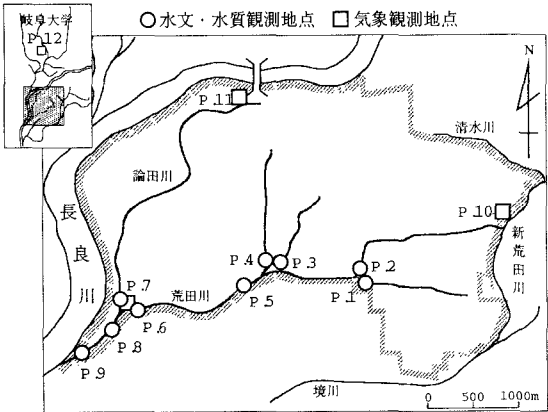


図-1 観測対象流域と観測地点

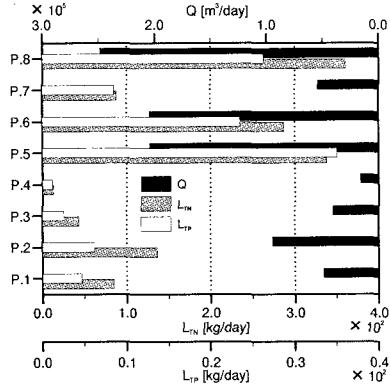


図-2 観測地点ごとの日平均流量 Q ，日平均全窒素負荷量 L_{TN} および日平均全リン負荷量 L_{TP}

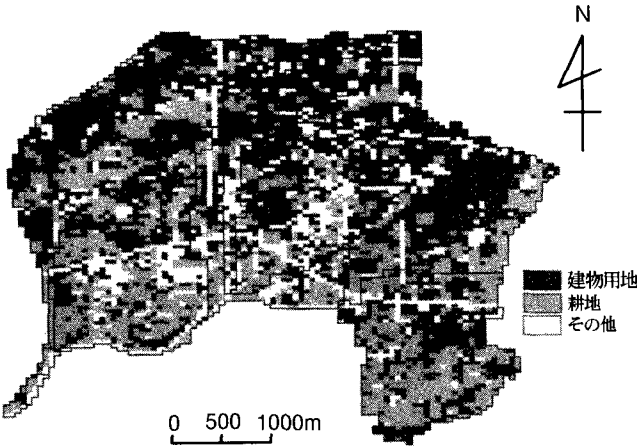


図-3 対象流域内の土地利用分布と観測地点ごとの集水域界

表-1 土地利用別排出原単位および負荷変化率の推定結果

流出物質	TN		TP	
負荷変化率 β	0.804	1.000	0.771	1.000
$\Psi_B(\text{kg}/\text{km}^2/\text{day})$	81.13	44.94	7.52	3.69
$\Psi_C(\text{kg}/\text{km}^2/\text{day})$	44.09	1.89	4.47	0.13

表-2 土地利用別排出原単位の比較

流出物質	生活系 (g/人・日)		水田 (t/km²・年)	
	TN	TP	TN	TP
文献値	1 ²⁾	-	-	1.97 0.045
	2 ²⁾	3.53 0.390	2.75 0.088	
	3 ³⁾	-	1.12 0.030	
	4 ⁴⁾	8.40 1.440	1.00 0.020	
	5 ⁴⁾	14.83 0.490	1.13 0.032	
	6 ⁵⁾	7.29 0.747	0.22 0.012	
$\beta \neq 1$		11.70 1.085	16.09 1.631	
$\beta = 1$		6.48 0.532	0.69 0.046	