

## 自動車交通に起因した路面排水流出負荷量の算定

九州大学大学院 学生会員 ○伴野雅之 九州大学大学院 学生会員 佐野弘典  
九州大学大学院 正会員 久場隆広

## 1. 目的

水環境保全のためには点源負荷よりも対策が遅れている面源負荷の流出を抑制することが重要である。特に大都市近郊の都市化が進んでいる流域では都市域の拡大で水質への影響が大きくなり、河川水質が将来にわたって変化していく可能性が高い。そのような地域では都市計画を行う上で適切な水環境保全計画の提案が必要である。そこで本研究では、自動車交通の増加により懸念される路面排水を対象を絞り、自動車交通起因の路面排水流出特性の把握と流域全体の路面排水流出負荷量の算定を行い、負荷削減対策への一助とした。

## 2. 研究手法

## 2.1 調査対象流域

調査対象流域は福岡県西部に位置し前原市瑞梅寺の井原山を源に糸島平野東部の農業地帯を流れ国道202号線沿いの前原市街地を通り、福岡市西区太郎丸・田尻を経て今津湾に注ぐ、全長13km、流域面積41km<sup>2</sup>の瑞梅寺川である(図1)。本流域は中下流域において農業や畜産が盛んであるが、九州大学移転に伴う都市化が予想されている。

## 2.2 現地調査

都市化による交通量の増大に着目し、調査地点「池田(河口から4km)」に架かる福岡前原有料道路から流出する排水を自動車交通起因の路面排水とし調査した。水質測定項目はSS及びCOD, TN, TP, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P, TOC, DOCであり、調査時に流量も測定した。なお、この排水による負荷は全て自動車交通起因によるものとみなした。

## 2.3 路面排水流出特性

2006年11月14日及び12月7日、13日に水量・水質観測を行った。一例として12月13日の調査における流量及びTN, TP, COD濃度の経時変化を図4に示す。水質に関してはいずれの水質項目においても流量に関わらず著しいファーストフラッシュ現象が見られた。平均水質に対するピーク時の濃度はSS:1.9倍、COD:2.5倍、TN:2.7倍であり、他の水質項目でも同様に高い値を示した。また流出開始から30分までにTN濃度は約54%減少した。全溶存態窒素に占める三態窒素の割合はNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nが23~70%(平均45%)、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nが21~73%(平均50%)であり、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-Nは時間によらず低濃度であった。NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nは調査日によって大きく濃度が異なった。これは降雨強度の違いや先行晴天日数にも起因すると考えられ、発生源としては自動車の排気対策装置によるものであるとの報告もある。

## 2.4 流域データベース

本流域の汚濁物質排出状況の把握及び本流域全体の路面排水の流出負荷量の算定を行うため、GISツールを用い2002年の土地利用及び統計データをメッシュ化した。各原単位を用いて排出汚濁負荷量(図3)を算出した結果、路面排水を含む非特定汚染源の割合は全体に対してCOD:39%、TN:23%、TP:20%であり、畜産と並び排出量が多く、今後都市化の進行に伴いさらに増加する可能性が高い。次に、本流域を53の小流域に分け、土地利用データから各小流域を主な土地利用形態ごとに森林、水田・畑地等の農地、都市域としてゾーニングした。その結果から各ゾーンを考慮した負荷量の算定や将来予測を行うこととした。各ゾーンはZone1~4と分割されている(図1)。Zone1, Zone2に関しては今後土地利用が大きく変化する可能性は低く、Zone3, Zone4に関しては都市化と共に土地利用が劇的に変化する可能性があり、適切な都市計画が必要である。



図1 瑞梅寺川流域図(ゾーニング図)

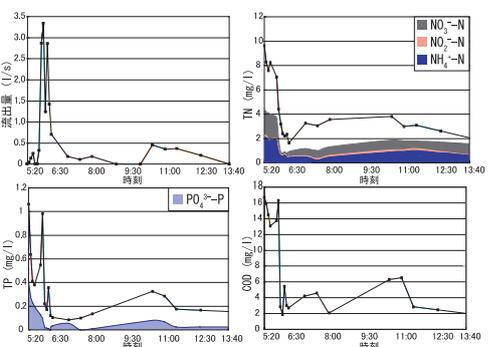


図2 福岡前原有料道路排水の流量と水質の経時変化(2006/12/13)

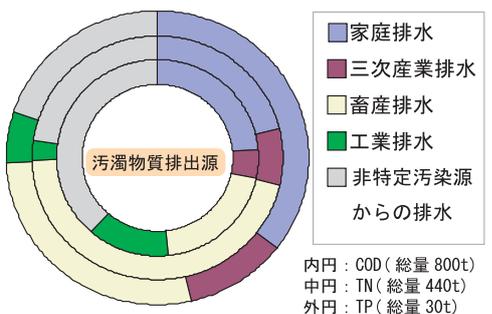


図3 瑞梅寺川流域における汚濁物質排出源

キーワード：路面排水・原単位・現地調査・GIS・流域マネジメント・ノンポイント負荷

連絡先：九州大学工学府都市環境工学研究室(〒819-0395福岡市西区元岡744番地・092-802-3424)

## 2.5 自動車交通による路面排水年間流出負荷量

前述の水質と流出量のデータを乗じ降雨イベントごとの負荷量を算出し、流出高・集水域の面積・日平均交通量から自動車交通起因の流出負荷量原単位を算出した。採水を行った排水溝の集水域面積である 3024m<sup>2</sup>、福岡前原有料道路の日平均交通量である 16,766 台を用いた。また原単位は降雨イベントごとに変動があるため、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N を除いては 1.1 ～ 3.3 倍程度の幅を持たせて表した(表 1)。この原単位を用い、瑞梅寺川流域における自動車交通起因の汚濁物質年間流出負荷量の算定を行った。流域内道路密度の算出に関しては土地利用ごとに存在する既存の道路密度を用いた。交通量に関しても土地利用ごとに森林、水田・畑地等の農地、都市で設定し、森林及び農地では実測した交通量を基に福岡前原有料道路における 1 週間の 1 時間ごとの交通量変動から日平均交通量(森林: 4,678 台、農地: 842 台)を推定した。また都市に関しては都市構成の形態の違いから Zone3 では日交通量: 23,719 台を、Zone1,2,4 では日交通量: 14,670 台を福岡市や国土交通省の実測値から同様に推定した。一例として、TN 及び TP, COD に原単位と年間流出負荷量算定結果を表 1 に示す。算定には一般的なアスファルトの流出率である 0.70 ～ 0.95 を用いた。2004 年から 2006 年の年降雨量が 1019mm から 1910mm と大きく異なることにより年間流出負荷量にも違いが見られた。既存の原単位を用いた市街地発生負荷量に占める割合は TN が最も高く、最大で 47% となった。次に、53 の小流域ごとの流出負荷量を小流域の面積で除した結果を図 4 に示す。最も都市の構成割合の多い Zone3 の国道 202 号沿い都市化地域において流出負荷量が多いことが分かる。現在伊都キャンパス近郊では活発に道路の拡張工事が行われており、今後は Zone4 の伊都キャンパス近郊農業地域において流出負荷が増加すると考えられる。また Zone4 は河口にも近いことから排水溝や河川において浄化作用を受けることなく、直接流出負荷が今津湾へ流達することが懸念される。そのため、Zone4 においては、今後、道路建設と同時にその道路から流出する路面排水への対策が必要である。

## 2.6 負荷削減対策

路面排水による負荷の削減対策を講じる上で、各汚濁物質の負荷がどのような形態で流出しているかを把握することは重要である。そこで実測で得られた最小の物質濃度を基底負荷濃度(降雨含有負荷や微粒子負荷)、それを超える物質濃度を堆積負荷(路面に堆積している比較的粒子径の大きい負荷)による濃度と仮定したところ(図 5)、路面排水の年間総負荷量に占める堆積負荷の割合は COD で最大 70%、TN で 51%、TP で 72% であった。よって COD 及び TP に関しては堆積負荷の除去が負荷削減において有用であり、TN に関しては堆積負荷の除去と同時に大気中に含まれる窒素化合物への対策が必要である。

## 3. 結論

- (1) 路面排水水質調査の結果、三態窒素の構成割合は NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N が 23 ～ 70% (平均 45%)、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N が 21 ～ 73% (平均 50%) であり、汚濁物質濃度は降雨強度の違いや先行晴天日数に起因する可能性が示された。
- (2) 自動車交通に起因する路面排水の年間汚濁流出負荷を算定した結果、2006 年の TN は 3.8 ～ 5.8(t/year) であった。また自動車交通起因の負荷が既存の原単位による市街地の年間発生汚濁負荷に占める割合は 31 ～ 47% となった。
- (3) TN の年間総負荷量に占める堆積負荷の割合は 51% であり、堆積負荷の除去と共に自動車から排出される窒素化合物等への対策の必要性が示された。

表 1 路面排水原単位及び年間流出負荷量

	年	TN	TP	COD
路面排水原単位 (g/mm/km <sup>2</sup> /台)		1.77 × 10 <sup>1</sup> ~ 2.00 × 10 <sup>1</sup>	6.47 × 10 <sup>-3</sup> ~ 21.3 × 10 <sup>-3</sup>	3.81 × 10 <sup>-1</sup> ~ 5.90 × 10 <sup>-1</sup>
瑞梅寺川流域における 自動車交通起因の 路面排水年間流出負荷量 (t)	2004 年	3.5 ~ 5.4	0.13 ~ 0.57	7.5 ~ 15.8
	2005 年	2.0 ~ 3.1	0.074 ~ 0.33	4.4 ~ 9.2
	2006 年	3.8 ~ 5.8	0.14 ~ 0.62	8.2 ~ 17.2
既存の原単位*による 流域内市街地発生負荷量 (t)	-	12.4	1.46	81.6
市街地発生負荷量に占める 路面排水年間流出 負荷量の割合 (%)	2004 年	28 ~ 43	9 ~ 40	9 ~ 19
	2005 年	16 ~ 25	5 ~ 23	5 ~ 11
	2006 年	31 ~ 47	10 ~ 43	10 ~ 21

\* 既存の原単位は市街地面積によるものため年によらず一定。

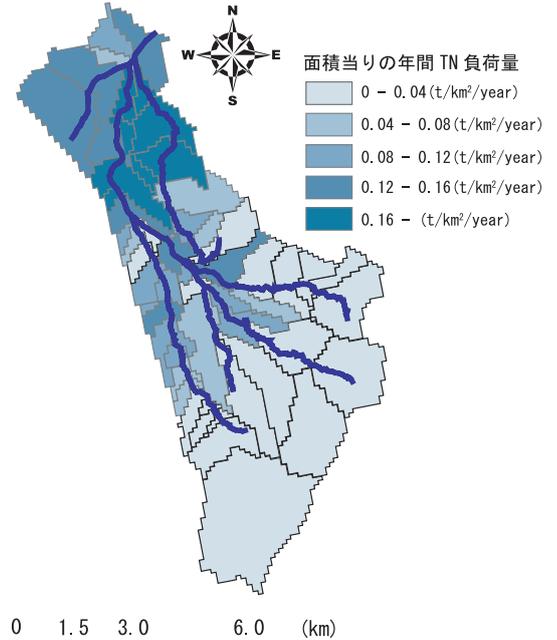


図 4 瑞梅寺川流域における各小流域における年間流出負荷量

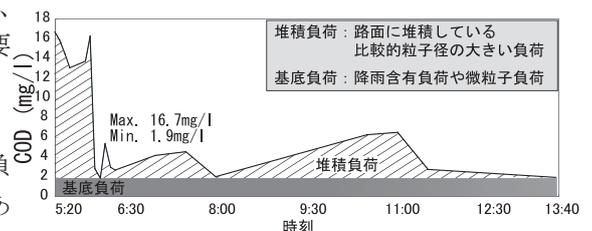


図 5 COD 濃度の堆積負荷と基底負荷の概念図