

ノンポイント汚濁負荷削減手法に関する調査

(茨城県, 千葉県, 長野県, 滋賀県, 住宅・都市整備公団)

1. はじめに

下水道整備の進展に伴い, 家庭や事業所等から流出していく汚濁負荷量は減少しているが, 路面や屋根等からの非特定汚染源 (ノンポイントソース) からの堆積物の流出に起因する汚濁負荷量は都市化の進行とともに増加する傾向にある。特にこれらの負荷が閉鎖性水域に流入した場合には, その影響が残ることになる。

したがって, 湖沼等の閉鎖性水域の水質環境改善のためには, 流入する汚濁負荷を効果的に削減する必要がある。雨水は流域全体から排出されるが, 市街地等からの雨水排出水による汚濁負荷の削減は, 今後下水道が取り組んでいく課題である。

本研究は, 平成5~7年度の3ヶ年にわたるノンポイント実測調査 (全8地点) から得られたデータをもとに各調査地点における解析モデルの適用性, およびノンポイント汚濁負荷削減の整理を行った。

2. 汚濁負荷流出解析モデルの適用検討

汚濁流出量の把握は, 汚濁負荷削減対策を検討する上で, 対策の効果を評価しうる手法が必要である。現在, 分流式下水道において使用されている解析モ

デルは, 一般化されていない。よって, これまで合流式における越流水対策で用いられている修正RRL法 (雨水流出量) + 土研モデル (負荷流出量) を用い, この解析モデルの分流式下水道における適用性について述べる。また, 簡便な方法として, 観測結果を用いる回帰式による流出負荷予測について示す。

2.1 解析モデル (修正RRL法+土研モデル)

1) 修正RRL法 (雨水流出量)

修正RRL法を用いて降雨から, 雨水流出量を計算する。計算結果を図-1に示すが現況を再現していると判断される。

2) 土研モデル (負荷流出量)

雨水流出モデル (修正RRL法) により得られた雨水流出量から雨天時流出負荷量を推定するた

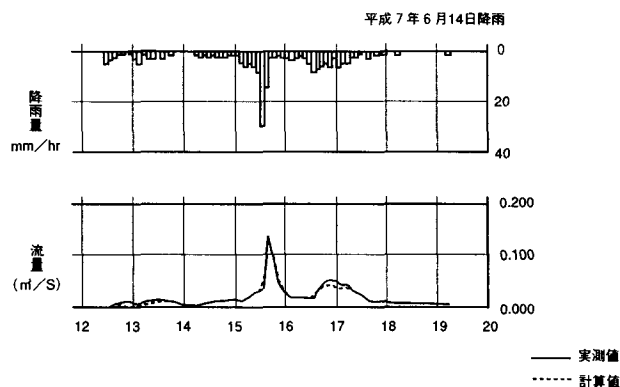


図-1 雨水流出計算結果

め、土研モデルを用いる。このモデルの基本式は、管きよと路面等の負荷量モデルの総和により流域からの負荷量を表現している。

BODを例に雨天時負荷量モデルを以下に示す。

$$Lw = \underbrace{C_1 \cdot P_p^2 \cdot (Q - Q_c)}_{\text{管きよ}} + \underbrace{(1/3.6) \cdot K_1 \cdot P_s \cdot (re - rc) \cdot A}_{\text{路面等}}$$

分流式下水道において、雨水管きよには生活排水の流入はなく、排水区域内の雨水のみが流下する。従って、計算モデルは路面等の項のみ用いて解析することになる。図-2に示す計算結果より観測結果をおおむね再現する結果となった。また

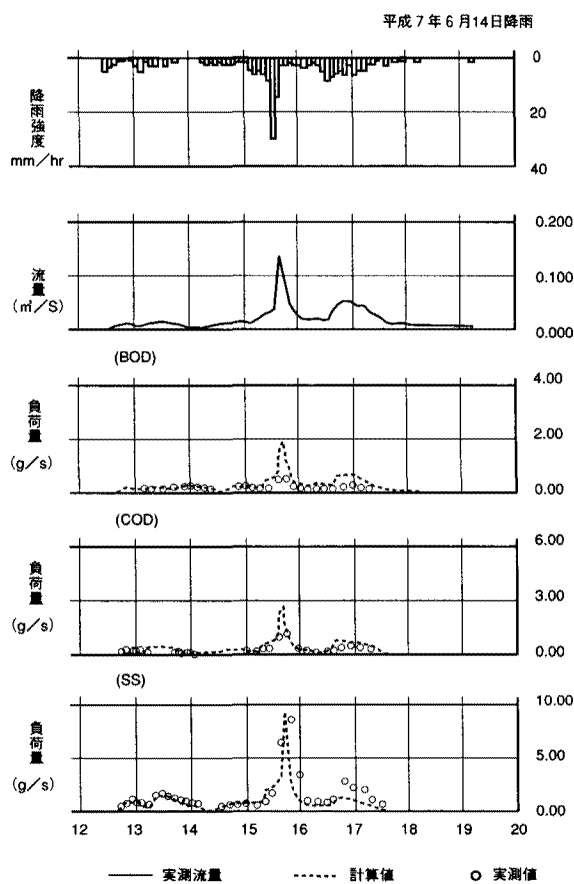


図-2 負荷流出再現計算結果

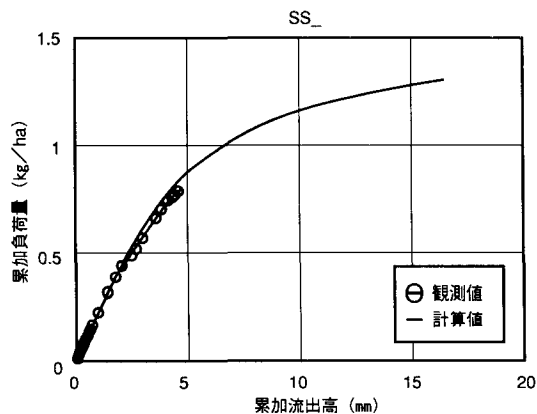


図-3 流量と負荷の累加曲線

この土研モデルの適用性検討として、図-3に累加流出高と累加負荷量の関係について観測値と計算値を示す。これは、図-2に示す再現性の確認の一方法として有効と判断される。

3) 観測排水区域への適用

上記解析モデルを用い、分流式である対象区域においても、既往の建設省土木研究の研究成果をもとにした計算定数（以下、標準値と呼ぶ）の設定を行い、この定数を表-1のように7観測地点において標準値を修正することにより、観測結果を概ね表現できることが明らかとなった。

定数の修正では、オーダーを変更することなく、概ね0.5~2.0の修正率となっている。以上の結果から、計算定数に標準値を用いた数値計算により排水区域の流出負荷を0.5~2.0の誤差で予測できると考えられる。

表-1 標準値からの変化率

観測地点	初期路面等残存負荷量			路面等残存負荷流出係数			限界降雨強度
	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	
A 町	1.00	1.00	1.00	2.00	1.50	1.50	1.00
B 市	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C 市	1.00	1.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00
D 市	1.00	1.00	3.00	0.75	0.75	0.75	3.00
E 市	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
F 市	1.50	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G 市	0.50	0.50	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00
H 市	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

4) 解析モデルのT-N, T-Pへの適用

土研モデルの対象水質項目は、BOD, COD, SSの3項目であるが、湖沼の富栄養化対策に資するためT-N, T-Pの土研モデルの適用性について検討した。実測調査において負荷流出は、CODの流出パターンと類似していると考えられる。ここでは、負荷流出係数はCODと同様に考え、CODとT-N, T-Pの流出量の差は残存負荷量に起因するものとして算出した結果、負荷流出は概ね表現できると判断される。図-4参照のこと。

2.2 回帰式

降雨から流出負荷量を算定するためには、降雨量と、雨水流出量、雨水流出量と流出負荷量に関する回帰式が必要となる。

1) 降雨量と流出高

$$R_f = A \cdot R + B$$

ただし、R：降雨量 (mm), R_f：流出高 (mm)

平成7年6月3日降雨

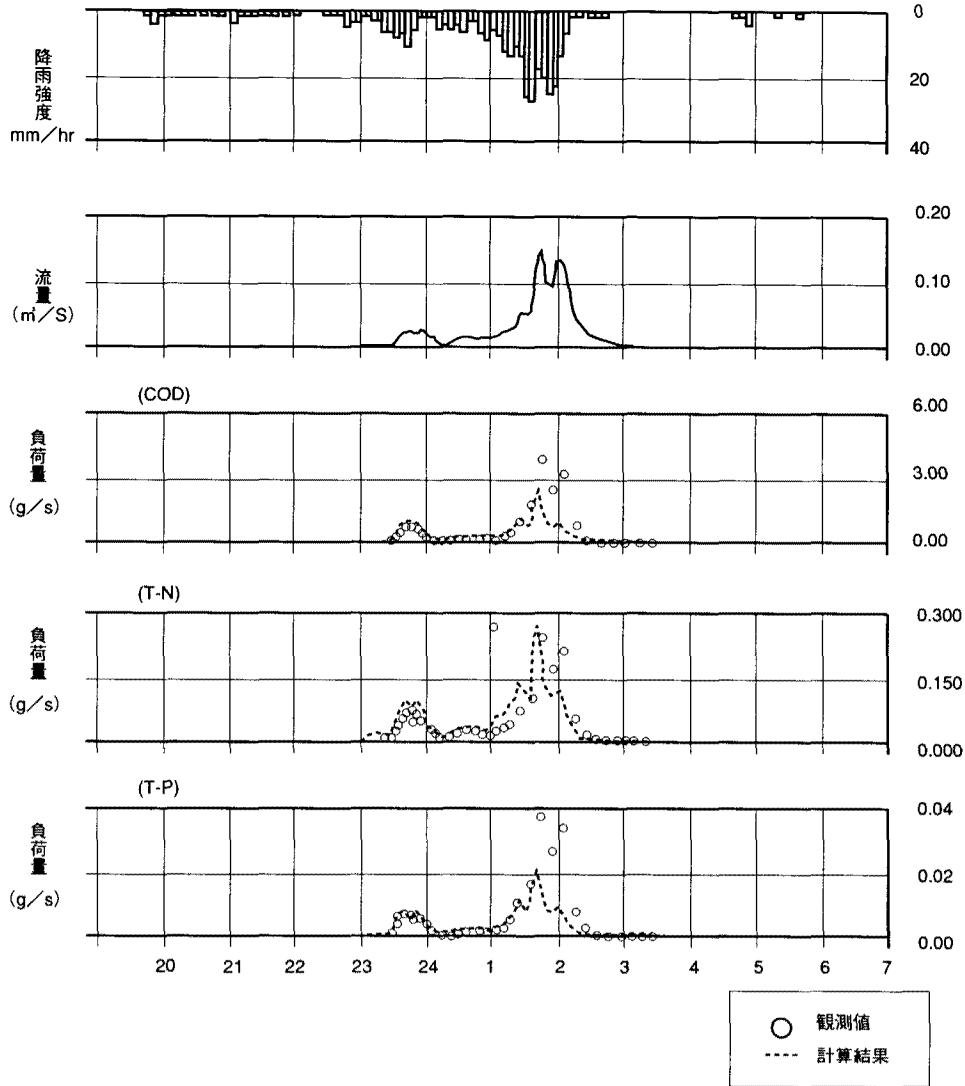


図-4 T-N, T-P負荷流出計算結果

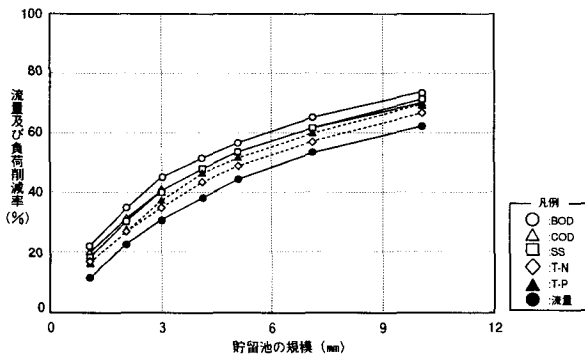


図-5 貯留池規模と負荷削減率の関係(回帰式)

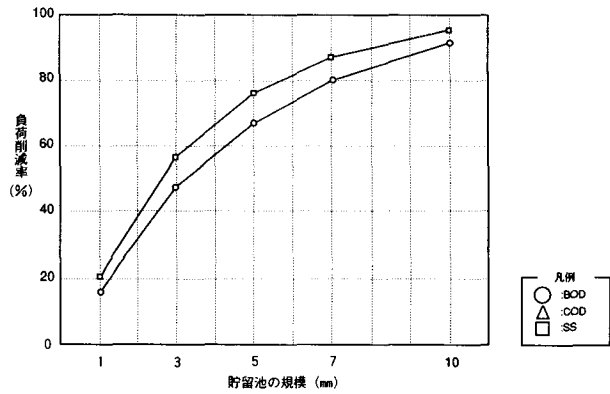


図-6 貯留池規模と負荷削減率の関係(解析モデル)

表-2 ノンポイント対策の適用(雨天時)

流出過程	主対策、運用等	補助対策(関連対策)、運用等
表面流出	<ul style="list-style-type: none"> ○ 浸透雨水柵・管、各戸貯留 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 路面清掃 道路柵等への流入負荷の削減 定期的を実施
管渠内の流下	<ul style="list-style-type: none"> ○ 浸透雨水雨・管 屋根、道路排水の浸透 屋根排水は各戸に1戸設置 道路排水は道路延長20m間隔で2個(道路の両側)設置 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 管渠及び雨水柵の清掃 定期的を実施
水域への放流	<p>B:貯留・沈殿施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 貯留池 流出開始より適正規模まで流出雨水を貯留する。原則として滞水池の貯留水は汚水管へ送水する。ただし、汚水管許容量からの制約がある場合は、貯留水の上澄みは放流し、濁度の大きい底部貯水を汚水管へ送水する。 ○ 沈殿池 流下過程の流速を低減し、水中のSS成分を沈殿させ、上澄水はそのまま流下する。沈殿物を汚水管へまたは別途処理する。 	<p>A:流入部</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ スクリーン B施設へ流入するSS分を抑制 ○ スワール 流出負荷を凝縮してB施設へ送水、SS分を汚水管へ送水する使い方も <p>C:放流水の処理</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ろ過施設 ○ 生物処理施設等 B施設からの放流水質の改善 沈殿物また汚泥は汚水管へまたは別途処理

2) 流出高と比流出負荷量

$$L=C \cdot R_f + D$$

ただし、L:比流出負荷量 (kg/ha)

次に負荷削減対策として、対象流域の流末に貯留池を設置した場合の流出負荷削減効果について貯留池の規模を変えて検討した。この場合の回帰式を用いた解析結果を図-5に示す。図-6に回帰式を用いた場合と同一条件での解析モデル(修正RRL法+土研モデル)適用結果を示す。適当な貯留池規模は、両者とも削減率から見るとほぼ5mm規模となる。負荷削減率は解析モデルより回帰式の方が低い。しかし回帰式による方法は、簡便な方法にて汚濁負荷量対策量の把握を現況ベースで把握することができる。

2.3 解析モデルと回帰式による検討比較

- 1) 解析モデルを適用する場合には、時系列に流出負荷を定量的に予測でき、また少ないデータからの予測が可能であり、土地利用の変化等に対応できるという利点があるが、反面計算が複雑になる。
- 2) 回帰式を用いた場合には、簡便な方法により現況の負荷流出量の大略を把握できるが、定量的な予測精度を上げるには多くの観測データが必要になる。

3. ノンポイント対策手法の検討

分流式下水道におけるノンポイント対策は、流出水を対象とすることから雨水流出過程に沿って検討

する。流出過程を大別すると以下のようになる。

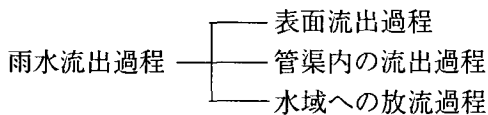


表-1 にノンポイント対策の適用について流出過程、主対策・運用等および補助対策（関連対策）について示す。

4. まとめ

分流式下水道における雨天時の汚濁負荷流出解析モデルの適用について検討を行った結果をまとめると次の通りである。

- ① 実測調査8地点に「修正RRL法＋土研モデル」を適用すると、解析モデルの定数は0.2～2の範囲に設定できる。
- ② 解析モデルのT-N, T-Pへの適用は、CODの流出パターンに類似していることをもとに表現でき

る。

- ③ 解析モデルは、土地利用状況に対応でき、少ないデータでも解析できる。ただし、解析の精度を上げるために実測調査し照査することが望ましい。
- ④ 回帰式は、簡便な方法により負荷流出量の大概を把握できる。ただし、定量的予測精度を上げるには多くの観測データが必要となる。

また、雨天時の流出過程を加味した総合的なノンポイント対策事例を示した。

今後平成5年度から継続してきた負荷調査、解析等の知見をもとに、非特定汚染源対策を行う上で考慮すべき事項等を、ガイドラインとしてとりまとめる予定である。

<参考文献>

土木研究所資料 第1704号 下水道管路設計の合理化に関する調査報告書
 ー合流式下水道の改良に関する調査ー 昭和56年8月 建設省土木研究所

●この調査に関する問い合わせは

研究第二部長	前田 正博
研究第二部主任研究員	伊藤 紀夫
研究第二部主任研究員	本 靖夫
研究第二部研究員	苧木新一郎