

II-393

汚濁負荷量予測モデルに関する一考察

東京都立大学工学部 学生員○青柳 拓実

東京都立大学工学部 正 員 小泉 明

東京都立大学工学部 正 員 稲員 とよの

1. はじめに

近年、都市域における快適な自然空間の創出として、親水環境の整備が注目を集めてきており、都市河川の水質保全は、ますます重要な課題となってくるものと思われる。一方、都市化が進むにつれて、排出される汚濁負荷は増加し、しかも多様化するものと予想される。しかも、都市活動は経済的、社会的な不確実性を含んでいるので、それらを考慮に入れた汚濁負荷量の予測が必要であると考えらる。

そこで、本研究では、数々の要因が絡み合う複雑なシステムを、個々を簡単な式で説明し、全体を組み立て表現できる、システム・ダイナミックス(以下SD)という手法¹⁾を用いて汚濁負荷発生システムのモデル化を試みる。そして、将来の都市活動の不確実性ととも、生活環境の変化等によって負荷量がどのように変化するのかを予測する。さらに、公共及び流域下水道整備、雨水対策等の推進により、河川水質がどの程度保全されるかを検討する。

対象地域とした八王子市は、東京の西南部に位置し、44万人という人口を有し、最近20年ではほぼ倍になっているという急成長型の都市である。また、18の大学(含む短大)を抱える一大学園都市であり、その学生数は7万人を超えている。一方、下水道の整備は人口の増加に追いついておらず、市内を貫流する浅川の水質は、その環境基準値(BODで5 ppm)を上まわる値を示している²⁾。

なお、本研究では生活環境項目のうち、主要な項目であるBODを予測の対象として取り上げている。

2. モデルの作成

汚濁負荷発生システムを、人口、産業、土地、水使用、廃棄物、汚濁発生、水処理、公共用水域の8つのセクターに分けて考える。各セクターの関連図を図1に示す。人口セクターは、汚濁発生の主体となる人間の動きを記述し、産業セクター、土地セクターはそれぞれ、社会経済的な活動と、生活、経済、及び産業の基盤となる土地について記述し、汚濁発生の主体となり、また、人口の増減にも影響を及ぼす。

例として、人口セクターを取り上げる。ここでは、転入出の傾向、死亡率から、人口を6つの年齢階層(0才～4才、5才～14才、15才～24才、25才～44才、45才～64才、65才以上)に分けた。そして、各階層の転入出レートを産業及び土地セクターの要因で記述する重回帰式を作成し、いくつかの要因の組み合わせから、重相関係数のいちばん高い式を選んだ。例えば、15才～24才の階層では、産業セクターの従業者数や販売額のほかに、学生数を説明変数に含む式が選ばれている。このように、階層ごとに特徴的な要因により記述された式を用いて過去のシミュレーションを行なった。その結果を図2に示す。図2より、作成したモデルは八王子市の人口の動態をよく記述できるものと考えられる。

図1 八王子汚濁負荷発生SDモデルの基本構造

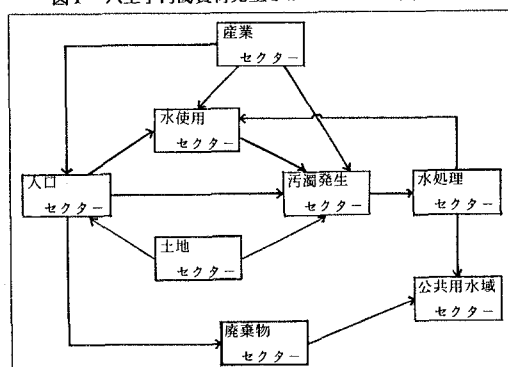
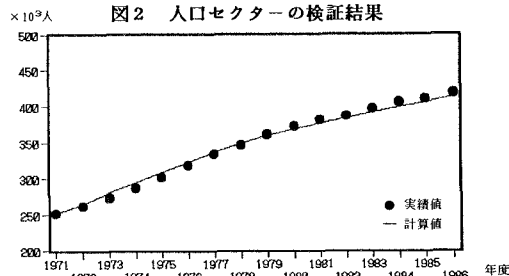
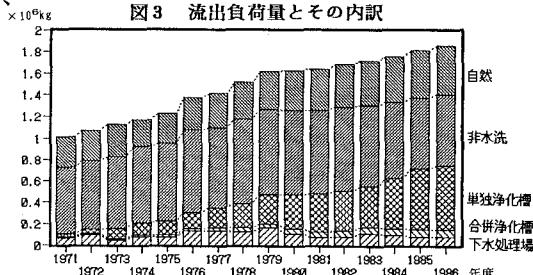


図2 人口セクターの検証結果



他のセクターについても、回帰分析などを用いて要因間の関係を記述し、汚濁負荷発生SDモデルを作成し、その検証を行なった。その際、負荷については、発生原因により、家庭負荷、業務負荷、自然負荷に分け、また、自然負荷は宅地系と山林系に分けて、さらに、宅地系負荷は合流下水道混入と直接流出に分けて考えた。水処理の形態は、下水道、合併浄化槽、単独浄化槽、非水洗の4つを考え、それぞれの普及率により流入負荷量をふり分け、各負荷除去率をかけて流出される負荷量を求めた。そして、過去のシミュレーションの計算の結果、負荷量の計算値は、実測値²⁾とほぼ一致した。その量と内訳について図3に示す。そこで、このモデルは、八王子市の汚濁発生構造を充分に記述できるモデルであると判断した。

図3 流出負荷量とその内訳



3. シナリオ分析

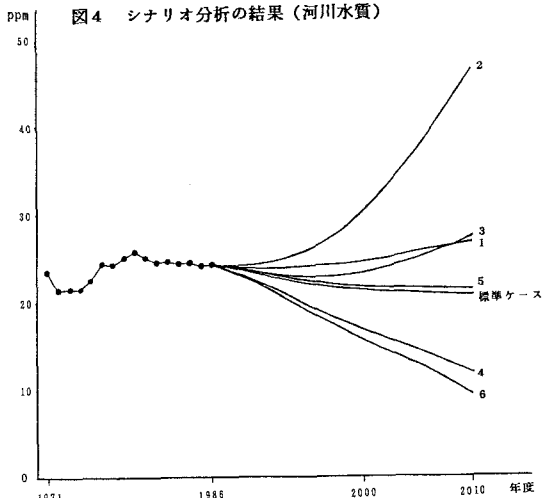
将来値の予測にあたり、まず標準ケースを設定した。これは過去の傾向がこのまま継続していくことを想定したものである。次にいくつかの将来像のシナリオを設定し予測を行なった。それぞれのケースについて表1に示す。なお、将来としては2010年までを考え、その結果を河川水質について図4に示す。この図から、宅地開発（ケース1）と大学誘致（ケース3）などの都市計画の影響は河川水質にあまり大きくなく、それに対し、将来の経済発展は、汚濁発生量を大幅に増加させることがわかった。また、下水道を100%普及させるケース4では、河川水質は標準ケースの約半分の値まで改善されている。また、図3において自然負荷が年々増加していることより、汚濁削減のためには、雨水処理が必要と思われる。下水道普及（ケース4）に加えて雨水の沈殿処理（除去率30%）を想定したケース6では、河川水質についてさらに2割程度の改善効果が望めることも明らかとなった。

表1 将来のシナリオ

設定ケース	外 生 変 数 (Sは標準ケースの値)				備 考
	住宅地区面積 ha	工場出荷額 成長率 %	商業販売額 成長率 %	学生数 成長率 %	
0 標準ケース	3.1	2.6	2.7	S	
1 宅地開発型	2.0	S	S	S	
2 経済成長型	2.0	1.2	1.2	1.2	
3 大学誘致型	7.0	S	S	5	学生数 約4000人
4 下水道普及型	S	S	S	S	処理人口 約22000人
5 下水処理率-普及型	S	S	S	S	普及率 2.5%
6 雨水処理型	S	S	S	S	雨水処理率 4.1%

(注) 表中の値は1年当りの増分を示す。

図4 シナリオ分析の結果（河川水質）



4. おわりに

本稿で提案したモデルによって、都市計画や経済環境の変化が、将来汚濁負荷発生量に与える影響を把握することができた。また、各種汚濁負荷削減計画の効果が河川水質にどのように表われるかを事前に予測することもできた。このモデルは、下水道等による負荷削減計画を立案、評価する際に有用と考える。

【参考文献】

- 1) 小泉, 清水, 川口: 都市ごみ量予測に関する一考察—システムダイナミックス法による事例—, 都市清掃, 38巻, 149号, 1985
- 2) 八王子市: 統計八王子, 公害の概要, 清掃事業の概要, 八王子市の下水道他, 1971~1988