

## 分担研究報告書4

# 水道原水の保全のための地理情報システムの 適用の概念

分担研究者 津野 洋

#### 4. 水道原水の保全のための地理情報システムの適用の概念

##### (1) 水道と水質リスク

水道水は、安全で美味しい水でなければならない。しかしながら、有害化学物質の混入の可能性や浄水操作での副生成物の生成の可能性、水質事故による有害化学物質の混入の可能性、富栄養化に伴う異臭味問題など、水道原水の汚染のリスクが存在し、水道原水取水の流域での、そのリスクの適切な管理や低減、そして浄水場でのリスク回避が重要となっている。水道についてのリスクは、図 5-1 に示されるように、原水取水から配水に至る各過程で生ずる可能性がある。

例えば、リスク誘因物質が排出源から流出すれば水道原水に混入する可能性が生じ、また環境中でリスク誘因物質が発生し水道原水に混入する可能性もある。さらに水道原水中で含まれる前駆物質が浄水過程で副生成物としてリスク誘因物質に変換される場合も考えられる。リスクには、恒常的に生じうるリスクと、水質事故などにより突発的に生じうるリスクとがある。また影響の観点からすると、長期にわたって顕在化する長期リスクと長期暴露によって生ずる慢性リスク、並びに短期的に生ずる短期リスクと影響が急性である急性リスクがある。リスクの低減や管理は、これらリスク誘因物質の発生過程と機構、リスクの種類を考慮に入れて行う必要がある。

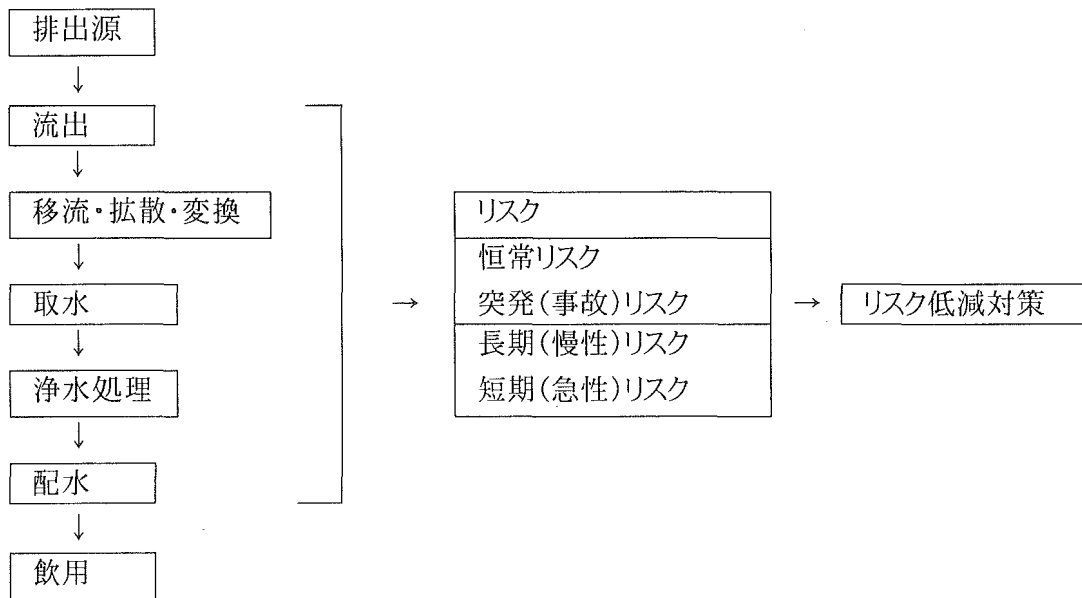


図 5-1 水道とリスク発生

水道で考えられる水質リスクは、直接的であれ、間接的であれ原水水質にほとんどが関連する。水道原水に係わる水質リスクの例を表 5-1 に示す。有害化学物質によるリスクは人間活動によって使われた化学物質が水道原水に混入するもので、農薬、有機溶剤、重金属およびその他有害化学物質が考えられる。農薬は、農地やゴルフ場で使用されたものが流出するものである。農薬工場からのものは、その他化学物質として考える。有機溶剤は、地下水汚染の場合は長期化することから分離して表示した。有機溶剤による地表水の汚染では水質事故によるもの(突発(事故))リスクが、工場・事業場等(倉庫も含む)からの排出水中のもの(工場リスク)以外にも考えられる。水質事故は、工場事業場からの事故(操作の誤り・火災・地震・洪水など)による排出、交通事故による漏出、降雨流出、テロ行為等による混入が考えられる。その他有害化学物質には、内分泌攪乱物質も含まれ、人口密集も因子となる。工場事業場等の他、下水処理場(雨天時放流口も含む)、最終処分場、焼却場も関与し、水質事故でも可能性が出る。重金属では、鉱山や温泉等も考慮に入れる必要がある。

自然発生有害化学物質は、直接は有害でないものが公共用水域で有害化学物質に変換あるいは生物の増殖に伴って生成されるものであり、藍藻類の増殖に伴って生成される有毒物質や異臭味原因物質がある。水域の富栄養化防止が重要となる。浄水工程で前駆物質から生成される有害物質もあり、トリハロメタンなどの消毒副生成物はその典型である。病原微生物も重要であり、家畜も含めた発生源に加えて、診療の病院や水系感染症情報なども考慮に入れる必要がある。この水質事故によるものは、想定したくはない。油、酸・アルカリ、異臭味化学物質は工場・事業場等の排出の他、水質事故によるものが最も多く生ずる可能性がある。濁度では、流域の工事も重要であり、影響は気象条件により左右される。

表 5-1 原水に係わる水質リスクの具体的内容と対策

リスクの原因物質		汚染源又は汚染の原因	
有害化学物質	農薬	田、畑、ゴルフ場	
	有機溶剤	表流水	工場・事業場等、水質事故
		地下水	工場・事業場等、地下水汚染地域
	重金属	工場・事業場等、鉱山、温泉等	
その他有害化学物質	工場・事業場等、下水処理場(雨天時放流口も含む)、最終処分場、焼却場、人口、水質事故		
自然発生有害化学物質	マイクロシステインなど	富栄養化防止	
	異臭味物質	富栄養化防止	
消毒副生成物	有機ハロゲン化合物	前駆物質低減	
	臭素酸イオン	前駆物質低減	
病原微生物	人由来	人口、病院(診療含む)、水系伝染病情報	
	その他哺乳動物由来	家畜など、病院(診療含む)、水系伝染病情報	
油		工場・事業場等、水質事故	
酸、アルカリ		工場・事業場等、水質事故	
異臭味化学物質		工場・事業場等、水質事故	
濁度		ダム操作、流域工事、雨	

これらは、いずれも水道原水の水質が良好で水質事故が起こらなければ生じないリスクである。しかしながら、実際は、水道原水の水質は良好な箇所は少なく、また水質事故は起こる可能性があり、多様で甚大な影響の生ずる可能性もある。水道にあつては、これらのリスクに適切に対処する必要がある。その対処は、水道原水の水質保全が最も重要で基本である。そして、リスクの恒常性・突発性、生ずる頻度と継続時間、内容と程度、影響の程度などを考慮に入れ、技術的、管理的な対応をとることとなる。

水道の有する水質リスクは以下の式で示される。

$$\text{水道水の水質リスク} = \text{事象の有するリスク} \times \text{事象の生起確率} \\ \times (1 - \text{浄水処理技術による低減率}) \times (\text{取水判定: } 1.0 \text{ or } 0.0)$$

単純に考えると、水道原水の水質保全がなされるとして、恒常的リスク(事象の生起確率=1.0;取水判定 1.0)には浄水処理技術で対応することとなる。しかしながら、想定した水質が保たれないと、さらなる高度処理技術の導入となるが、費用対効果でそれにも限度がある。水質事故などの突発的なリスクには、取水停止(取水判定 0.0)や技術的対応がとられる。

いずれにせよ生じうるリスクは、全て想定し、恒常的リスクは将来予測や保全施策をとる必要がある。突発リスクには起こりうる事象や影響の想定と適切な予知と対応マニュアルを考える必要がある。水道の原水に係わる水質リスクは表 5-1 に示されるものだけで関与する因子が多く、また流域で考える必要があるそれらリスク管理は容易ではない。このため、地理情報システム(GIS)を用いて管理することを試みる。

## (2) 地理情報システム(GIS)とその適用の概念

GIS とは、地図上に種々の情報を付与して解析する方法である。この地図上に付与する情報(地理情報)は、一般にベクターフォーマットとラスターフォーマットで取り扱われることが多い。ベクターフォーマットは、地物を点、または点と点とで結んだ線で表現したもので、地物の位置、河川や道路の表現、境界の表現などに用いられる。ラスターフォーマットは、地表面を縦と横が一定の間隔の格子で区切り、その格子毎に値を与えて地物を表現するものであり、その格子に囲まれる位置含まれる地理情報を属性として、例えば土地利用とか人口とかを表すのに用いられる。ラスターフォーマットの特殊な例として考えられるものに GRID がある。これは、地表面を正方格子、つまり縦と横が同じサイズの格子で区切って地物を表現する形式である。これでは、データのフォーマットが一定であることからコンピュータでの取り扱いが容易であり、また縦と横が同距離の格子に基づいているため距離の計算が簡単であることから、水文解析や物質の散乱や移流などに用いられている。水道原水の保全のための地理情報システムの適用では、GIS の有する次の 3 つの特性を主に利用するものである。

- (1) 地物を地図上に位置づけでき、それを地図上に表示できること
- (2) 地図上の情報を重ね合わせ(オーバーレイ)表示できること
- (3) GRID 内(メッシュ)の属性を利用して計算し加工でき、それを地図上に表示できることである。

これらの特性について、一般の汚濁物質（例えば、COD、BOD、全窒素、全燐など）の取水点での濃度予測を例に取り上げて、図 5-2 で説明する。

これら汚濁物質の発生源の情報を先ず地図上に地理情報として入力する。家屋情報や事業所情報は、住所を入力すれば地理情報となる。あるいはメッシュの属性データとして入力することも可能である。土地利用情報や標高データも地図上に入力することとなる。図 5-2 に例示されるような情報が地理情報として地図上に位置づけられる。これが（特性1）である。次に重ね合わせ（特性2）であるが、例えば家屋と事業場とを別々の情報として入力しても、両者（属性 A あるいは属性 B）を一枚の地図上に表示しうる。またこれらを土地利用や標高データとの重ね合わせもできる。この重ね合わせは、例えば土地利用で山林で標高 100m 以上の地域（属性 A および属性 B）としても表示しうる。あるメッシュでの発生汚濁負荷量を計算することもできる（特性3）。すなわち、GRID 内（メッシュ）に含まれる家屋について各家族人数を合算しそれに汚濁負荷原単位を乗じることにより生活排水の負荷量を、同様に事業場や、土地利用に伴う面源負荷量も計算しうる。水量についても、図 5-2 に示すような手順で、GIS を利用して計算できる。そしてこれら情報を用いて、流下方向、メッシュ内での増減、メッシュ間での移動、処理などを考慮に入れて水域への流出負荷量を計算でき、さらに水域での増減を加味して取水点での水質が予知できる。

ところで地図情報は、上述の例でも示されるように、まずはベクターフォーマットで示される。このため、上述の例のような一部の目的では、GRID 形式に変換する必要もある。このため、GRID 作成プログラムが作られている。その例の概念を図 5-3 に示す。

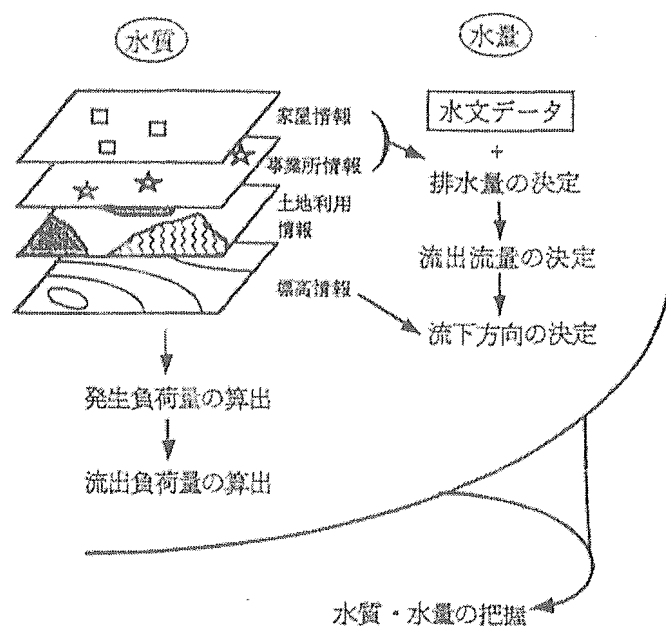


図 5-2 GIS と水量水質管理の概念図

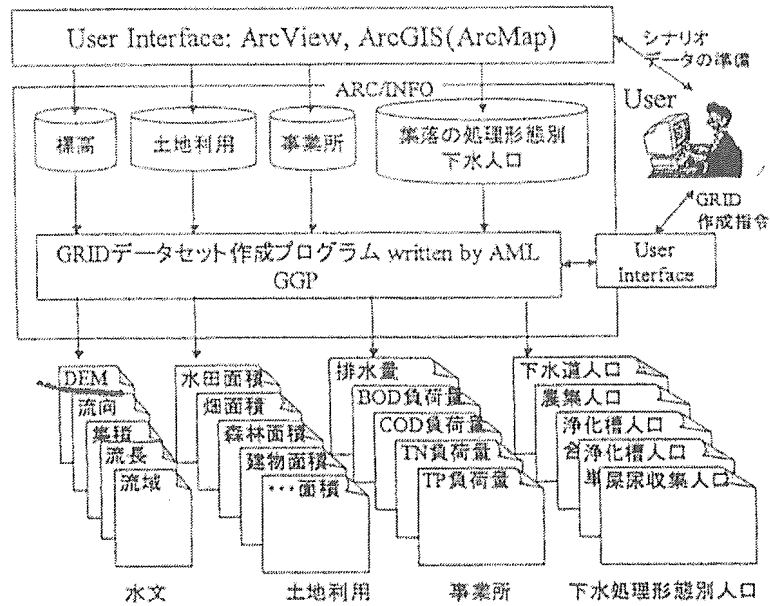


図 5-3 GRID 作成プログラムの概念

### (3) 適用方面

恒常的リスク軽減については、上述の図 5-2 に示される例のようにして、原水取水地点での水量・水質を予知し、必要に応じてその水質の保全や改善のための環境管理（汚濁物質処理の向上や汚濁物質管理の厳格化など）に反映させることとなる。また定常的モニタリング位置を決定することにも利用できる。この時間スケールの考え方は、計画時間スケールで定常的扱いとなる。

雨天時については、濁質、下水道雨天時放流、廃棄物処分地などの影響を加味する必要があり、それらの地理情報化が必要となる。そして、非定常でリアルタイム的予知が重要となる。

なお、これらについては、GIS は流域管理について、健全な流域水循環の観点から、水道の果たすべき役割や水道から見た要望の検討にも重要な支援ツールとなる。

水質事故に関するリスクについては、そのリスクの惹起の可能性をリストアップすることから始まる。それについて以下簡単に例示する。

#### ①工場事業場の事故（操作の誤り、火災などの短期的対応の可能なもの）

- リスクを有する工場事業場等の地図上での位置づけと取り扱いリスク物質、排水系統とモニタリング位置などの属性情報を付与させておく。
- 非定常でのリアルタイム的予知が重要となる。

#### ②工場事業場の事故（地震・洪水など長期にわたり、復興等他との関連が深いもの）

- リスクを有する工場事業場等の地図上での位置づけと取り扱いリスク物質、排水系統とモニタリング位置などの属性情報を付与させておく。
- 管理と対応マニュアルなども付与する。
- 公共としてのモニタリングも重要である。

#### ③交通事故による漏出

- 道路と排水系統とリスク物質運搬・通過可能性の属性を付与しておく。
- 非定常でのリアルタイム的予知が重要となる。

#### ④降雨流出

- 濁度は流域の土地利用、工事状況などが重要であり、地図上での位置づけをしておく。また、関連情報の属性も付与させる。
- 降雨流出系統および合流式下水道雨天時排水口の地図上への位置づけとリスク物質関連属性を付与させておく。
- 非定常でのリアルタイム的予知が重要となる。

#### ⑤テロ行為等

- 重要施設のリストアップと地図上への位置づけ。
- 対応マニュアルの整備。
- 非定常でのリアルタイム的予知が重要となる。

#### ⑥水系感染症情報

- 水系感染症の発生の観点、また対応の観点から病院、保健所等の位置を地図上に位置づけ関連情報の属性を付与させておく。

## 分担研究報告書5

### 荒川上流域におけるケーススタディ

分担研究者 森 一晃



## 5. 荒川上流域におけるケーススタディ

### (1) 目的及び対象流域の特徴

河川の水質及び汚濁負荷量は、河川水の利用や河川環境の側面からだけでなく、それが流入する水域の水質保全の面からも重要であり、従来より多数の研究がなされている。本研究ではケーススタディとして、GIS を活用し流域情報を編集し、原単位を用いて汚濁負荷量の推定を行う。対象とする地域は、埼玉県南部に位置する1級河川荒川水系入間川流域とし、河川流量及び汚濁負荷量については菅間水位水質観測所を推定地点とした。(図6-1)

埼玉県南部に位置する武蔵野台地を大半の流域とする1級河川荒川水系入間川は、流域面積736km<sup>2</sup>であり、山林が占めている割合は約54%である。

流域内人口は819千人であり、宅地を含む市街地の割合は約11%であるが、下流域に工業団地が多数存在しており、工業地域としての土地利用形態も持つ。また、下水道普及率は約65%であり、低普及率の地域は10万人以下の市町村が多く、今後の普及率の急速な向上は期待出来ない。

このため、流域の汚濁原因は生活系排水、事業所系排水が中心と考えられ、比較的上流に位置する入間市水道局でも慢性的な発泡現象に苦慮した経緯がある。

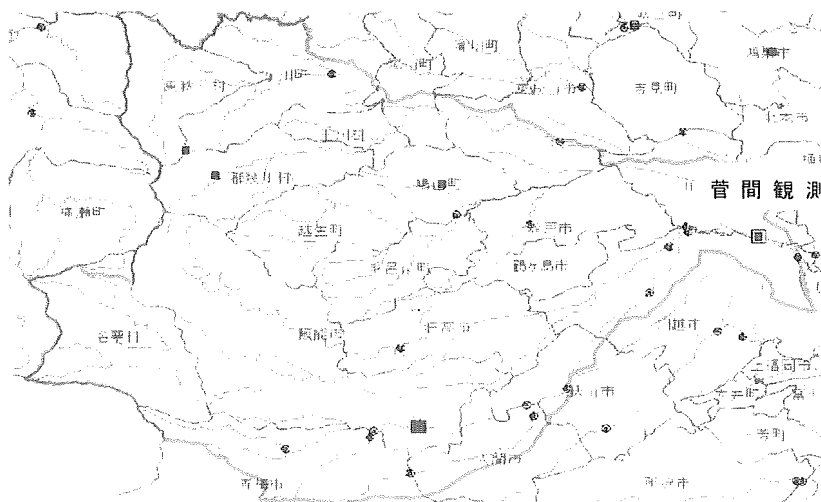


図 6-1 流域の位置図

### (2) 河川流量の予測方法(複合タンクモデルによる)

流域内の汚濁物質の発生、流出量を解析するには、まず、流域内の水量の動向を適切に把握することが必要で、そのうえで水質を解析していくこととなる。ここでは、流域の水収支解析のために開発された複合タンクモデル<sup>11)2)</sup>を用い、流域モデルを構築した。このモデルを用い、流域内の水循環を考慮に入れた河川流量の推定を行う。

複合タンクモデルは長期流出を想定するため4層とし、その概念を、図6-2に示す。

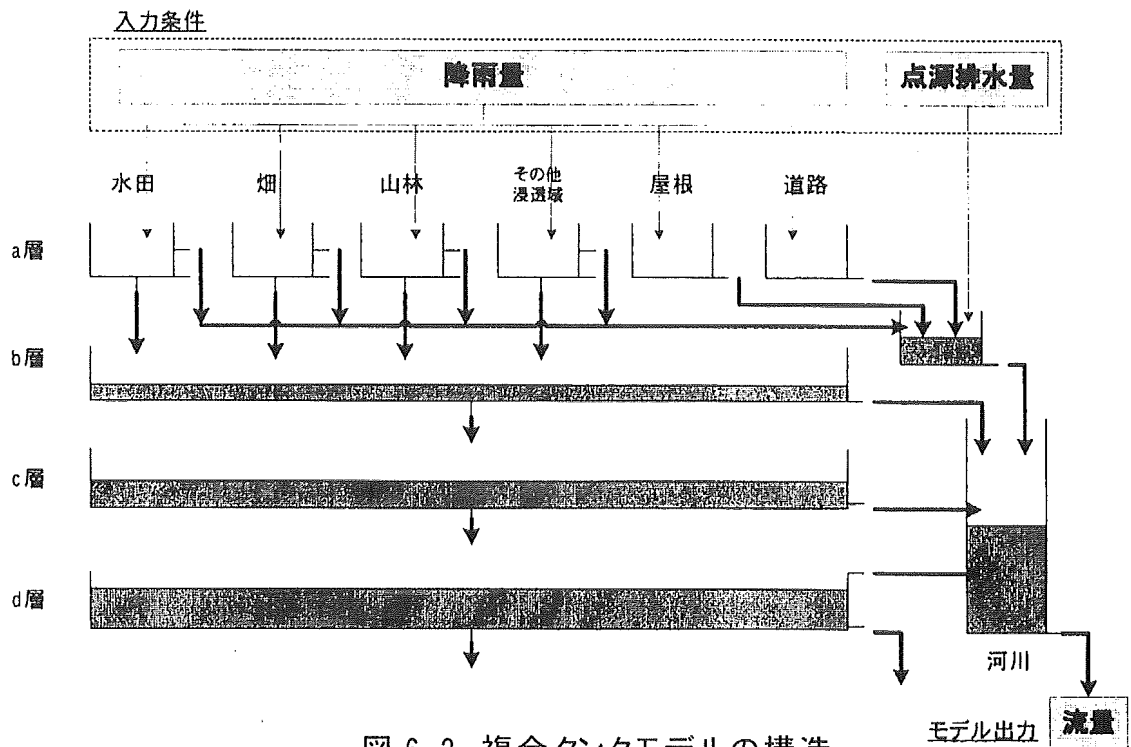


図6-2 複合タンクモデルの構造

降雨はまずa層に貯留され、そこから表面流出されるもの、b～d層に浸透し再び河川へ流出(基底流出)するもの、あるいは完全浸透されるものなどに大別される。

各タンクの構造は複数の横穴からの流出が河川流量となり、下孔からの流出が浸透水として下段タンクへ貯留する。各孔からの流出量はタンクの水位に比例し、各タンクの1日ごとの水位と流出量の関係から、時系列的な水収支のモデル化が可能となる(図6-3)。このため、このモデルが実際の流域との高い相関性を示すことができれば、流域の涵養機能や浄化機能の判断材料となりうる。

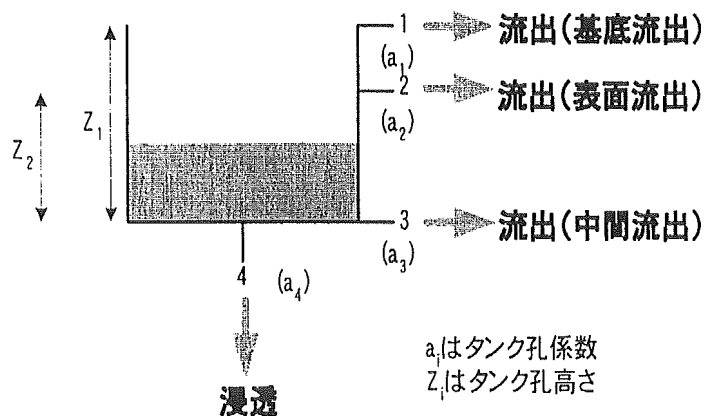


図6-3 各タンクの構造

### (3)汚濁物濃度(濁度)の予測方法

水道水源としての汚濁物質は様々であるが、以下では濁度を例として取り上げた。濁度そのものは、高濁度であっても通常の浄水処理で除去可能であるが、以下に示すように、ケーススタディとして取り上げることが適当と考えられることがその理由である。

ア、汚濁負荷解析は流量、水質の実測結果に依存するところが大きく、菅間測定所では2002年5月末より、濁度の連続監視を実施しておりデータの取得が容易である。

イ、化学物質のように生成過程が比較的複雑でない。

ウ、濁度は流域の土地利用との関連性等水源環境の指標の一つとして取り扱うことが可能である。

水質予測について、まず、特定事業所系、生活系、畜産系は表面流出からの汚濁量は流域別下水道整備総合計画調査指針と解説<sup>3)</sup>及び水道水質保全対策ガイドライン<sup>4)</sup>による原単位法に基づいて推定する。つぎに、ノンポイント汚染といわれる各面源からの汚濁量Lはa層の各タンクモデルから流量Qを算出し、L~Q関係式を用いて推定する。最後に、水路、河川での水質変化の概念を図6-4及び以下に示す。

(ア)水中のSSの収支式

$$dLr/dt = I_L - O_L - act$$

$$O_L = (Lr/V) \times Q$$

$O_L$  : 流出負荷量 (g/dt)

$Lr$  : 水中に浮遊するSS (g)

$V$  : タンク貯流量 (m<sup>3</sup>)

$Q$  : 流出量 (m<sup>3</sup>/s)

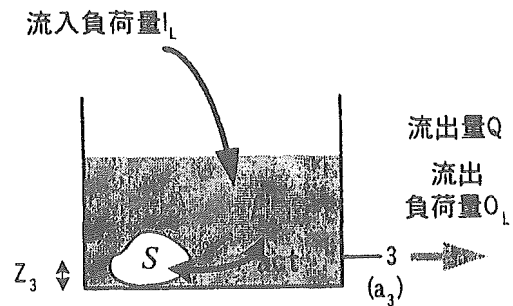


図6-4 河川内の負荷モデルの構造

(イ)河床に堆積したSSの挙動式

$$act = -fwp \times S \times Q(Q - Q_c) \quad Q > Q_c \text{ の場合 (掃流)}$$

$$act = I_L \times rate_a \quad Q < Q_c \text{ の場合 (沈降)}$$

$fwp$  : 掃流係数 (1/m<sup>6</sup>)       $S$  : 河床に堆積したSS (g)

$Q_c$  : 掃流の発生する流量 (m<sup>3</sup>/s)       $I_L$  : 流入負荷量 (g/dt)

$rate_a$  : SSのうち、沈降可能な割合 (-) ※: 0.00~1.00 の間の値

#### (4) 流域における汚濁負荷量の整理

汚濁源は、表 6-1 のように点源と面源に分類される。

表 6-1 汚濁発生源の分類

種 別		主な汚濁発生源	主な処理形態
点源 (特定汚染源)	生活系	人間	下水道、合併浄化槽、単独浄化槽、農業集落排水、くみ取り処理
	畜産系	牛、豚、鶏、馬	浄化槽、堆肥化、液肥化、野積み、素堀貯留、農地還元
	事業所系	工場、事業所	(事業内容により異なる)
面源 (非特定汚染源)		山林、農地、市街地、道路	地下浸透、表面流出

##### ア、生活系

生活系として排出される汚濁負荷であり、以下の項目について処理人口をブロックごとに集計し、汚濁負荷原単位を用いて排出負荷量の算出を行う。なお、下水道、農業集落排水、コミュニティプラント、し尿処理場については下水等処理系として別途算出する(図 6-5)。

(ア) 下水道・農業集落排水・コミュニティプラント〔下水等処理系〕

排出負荷量(g/日)

$$= \text{放流量量 (m}^3/\text{日)} \times \text{放流水質 (mg/L)}$$

(イ) 合併処理浄化槽

排出負荷量(g/日)

$$= \text{合併処理浄化槽人口 (人)} \times \text{排出負荷量原単位 (g/人/日)}$$

(ウ) 単独処理浄化槽

排出負荷量(g/日)

$$= \text{排出負荷量 (し尿浄化槽分)} + \text{排出負荷量 (未処理生活排水分)}$$

$$= \text{単独浄化槽人口 (人)} \times \text{排出負荷量原単位 (g/人/日)}$$

(エ) くみ取り(未処理生活排水分)

排出負荷量(g/日)

$$= \text{くみ取り人口 (人)} \times \text{排出負荷量原単位 (g/人/日)}$$

(オ) くみ取り(し尿分)〔下水等処理系〕

排出負荷量(g/日)

$$= \text{放流量量 (m}^3/\text{日)} \times \text{放流水質 (mg/L)}$$

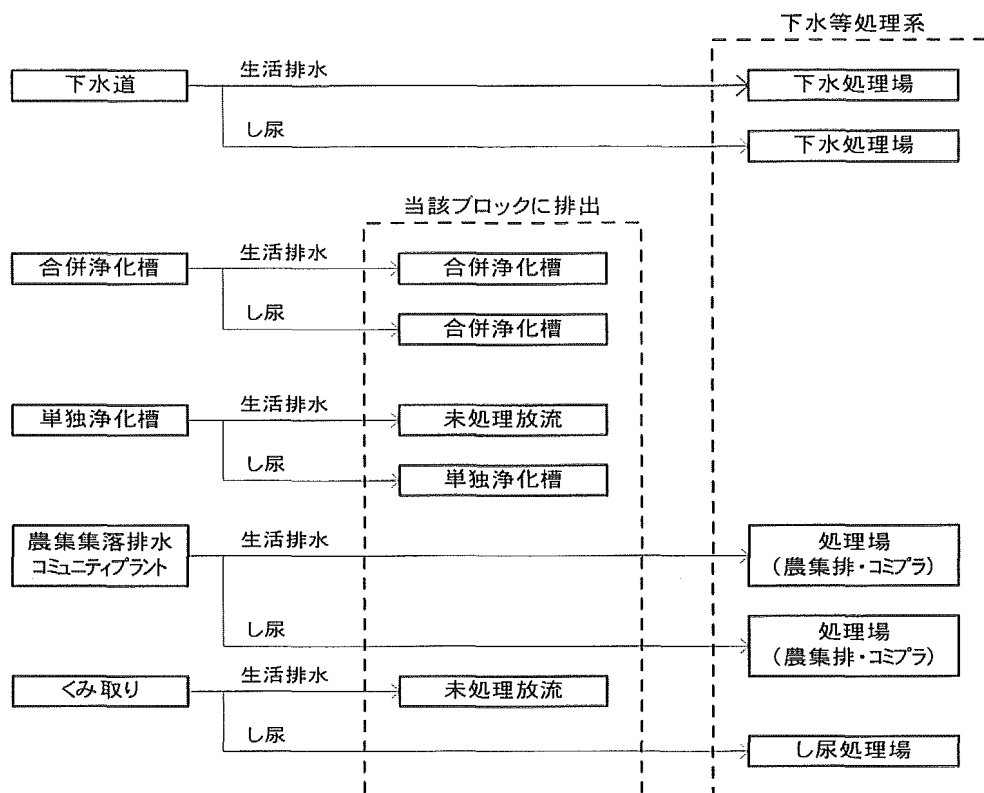


図 6-5 生活系汚濁負荷の考え方

#### イ、事業所系

工場・事業場等から排出される事業所系の汚濁負荷であり、排水量 (m<sup>3</sup>/日) に日本標準産業分類<sup>5)</sup>に記載された産業中分類別排水水質 (mg/L) を乗じて算出した。

◆事業所排出負荷量 (g/日)

$$= \text{届出排水量 (m}^3\text{/日)} \times \text{産業中分類別排水水質 (mg/L)}$$

#### ウ、畜産系

家畜から排出される畜産系の汚濁負荷であり、牛、豚、馬の項目について家畜頭数をブロックごとに集計し、排出負荷量原単位を用いて排出負荷量を算出する。

◆畜産排水 (g/日)

$$= \text{家畜頭数 (頭)} \times \text{排出負荷量原単位 (g/頭/日)}$$

#### エ、面源系

農地、山地、市街地等の面源から排出される汚濁負荷であり、以下の項目について土地利用区分面積をブロックごとに集計し、排出負荷量原単位を用いて排出負荷量を算出する。

## (5) 予測結果と考察

### 1) 流量予測結果について

1996年から1998年までの雨量データを4層複合タンクモデルにより推定した結果を、図6-6、図6-7、図6-8に示した。また、相関性については概ね高い数字を示している。特に1998年の年間降雨量は他に比べ約2倍、年間流量にいたっては約3倍であるが、相関係数0.93と高い相関性を示している。このことから、河川流量の推定において、降雨量の大小に関わらず、流域のモデル化が可能と考えられる。

また、1997年には、降雨量とは関係ない流量増加が9月10日から20日間ほど発生している。1997年の相関係数は0.76であるが、その期間を除外しての相関係数は0.81となる。この流量増加の原因は確認できていないが、上流域にある名栗村の有馬ダムからの放流等が考えられる。このように、台風前の洪水調節、農業用水のための樋門や堰の開閉など降雨量とは関係のない流量変化は数多くあり、流量を推定するにはこれらを考慮して行う必要がある。

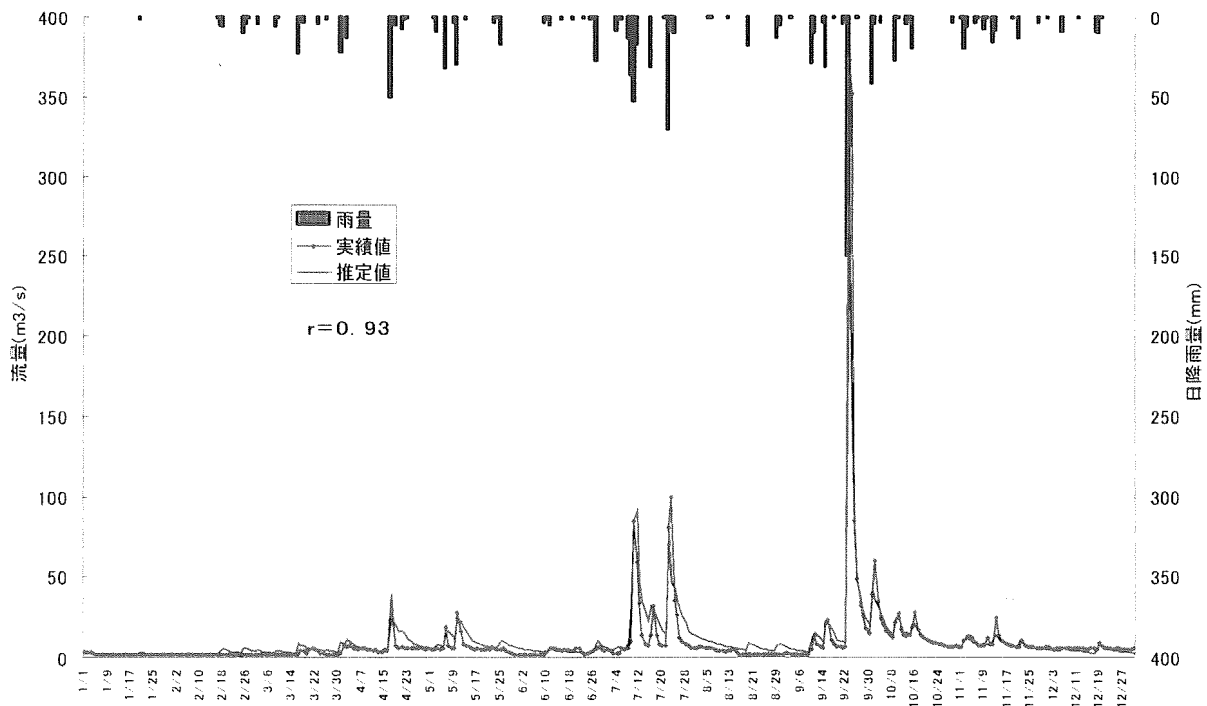


図 6-6 1996年流量推定結果

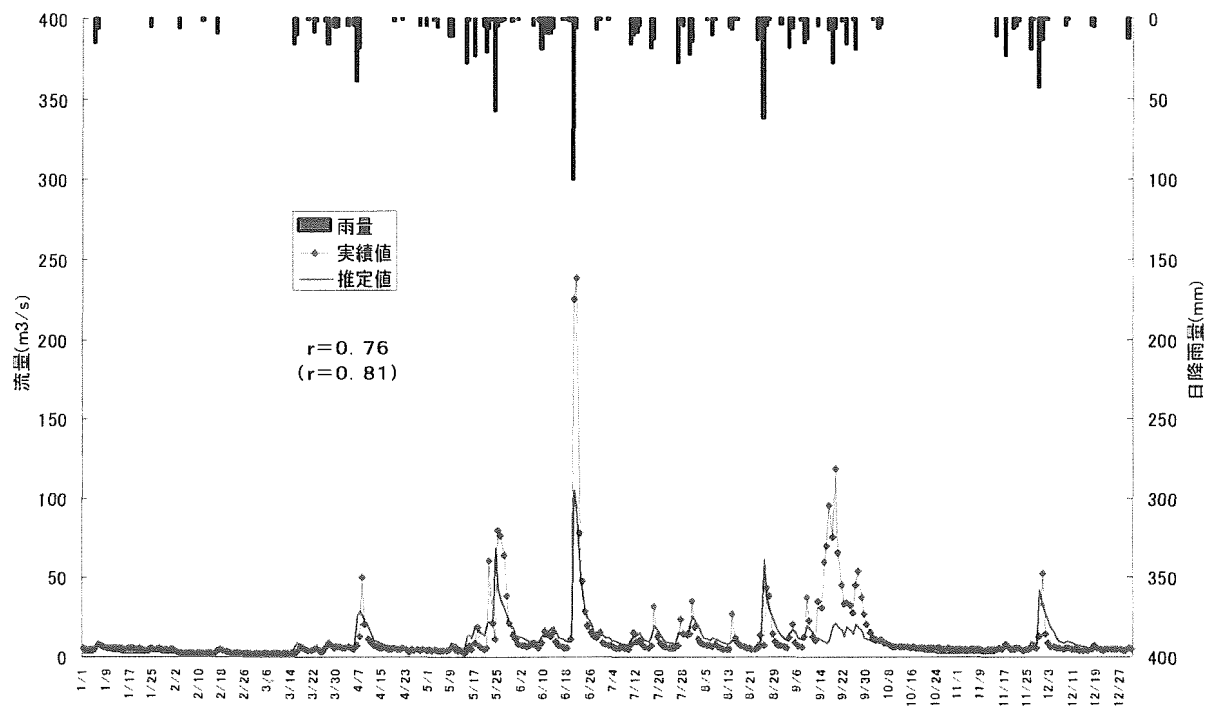


图 6-7 1997 年流量推定結果

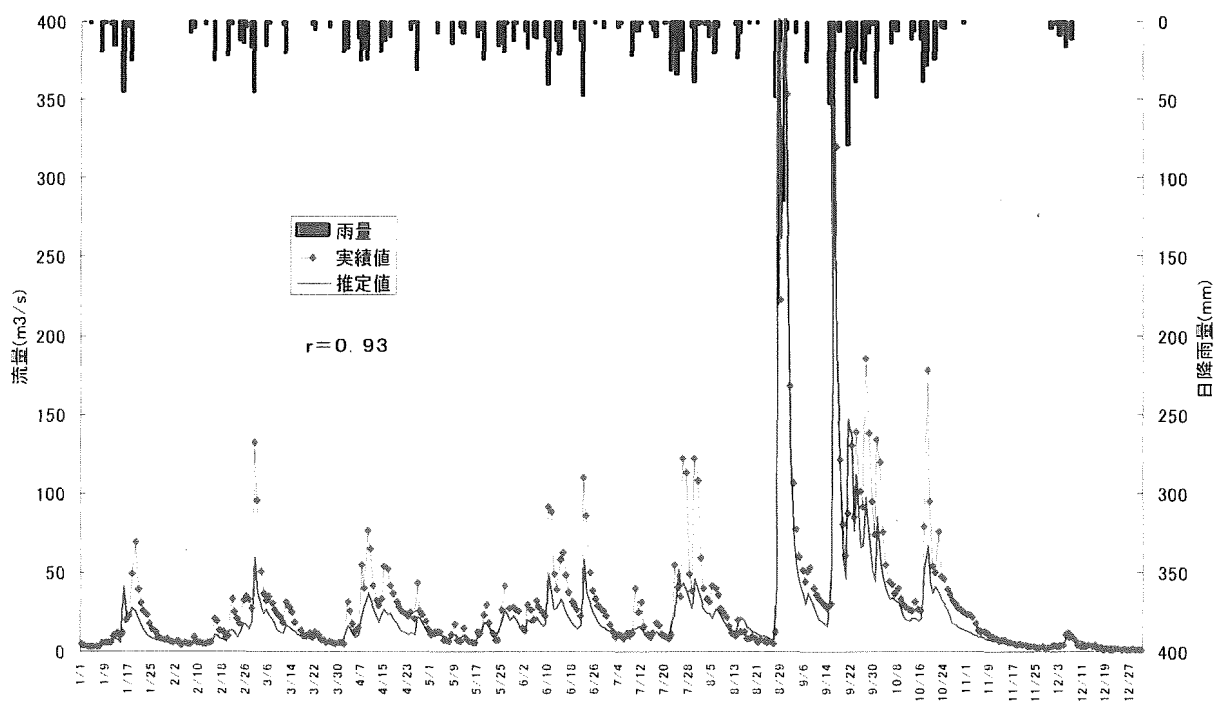


图 6-8 1998 年流量推定結果

## 2)汚濁濃度(濁度)予測結果について

汚濁濃度(濁度)予測については、菅間観測地点の水質連続測定実施が、2002年6月から開始されており、6月から11月までの期間を2002年と2003年の2カ年について実測値と比較した。結果は図6-9、図6-10のとおりである。高い相関性は得られなかった。考えられる要因は以下のとおりである。

### ア、日降雨量と時間降雨量の要因

今回の解析では、日降雨量から日河川流量と日平均濁度を計算した。高濁度の原因は、集中豪雨的な降雨があった場合に引き起こされると考えられるが、入力値を日降雨量としている場合、降雨量2mm/hが24時間続くケースと24mm/hが2時間続くケースも同じ入力値となっている。アメダスのデータは1時間ごとの計測値があるので、リアルタイム的な予知を行うためには、日降雨量と共に時間降雨量を計算過程に組み込むことが有効と考えられる。

### イ、原因不明の濁質要因

今回の濁度予測は、降雨強度による面源系からの汚濁分流出、及び生活系、事業系、畜産系からの恒常的な排水という2つの要素に分かれている。しかし、図6-9、図6-10のグラフの波形から明らかなように、降雨量と関係のない高濁度が多く見られる。降雨量との相関を出そうとすれば、これらの原因を明らかにする必要があるが、今回の解析の対象とした人間川のような中小河川では、排水を伴う掘削や用水路改修等の小規模な工事でも影響を大き

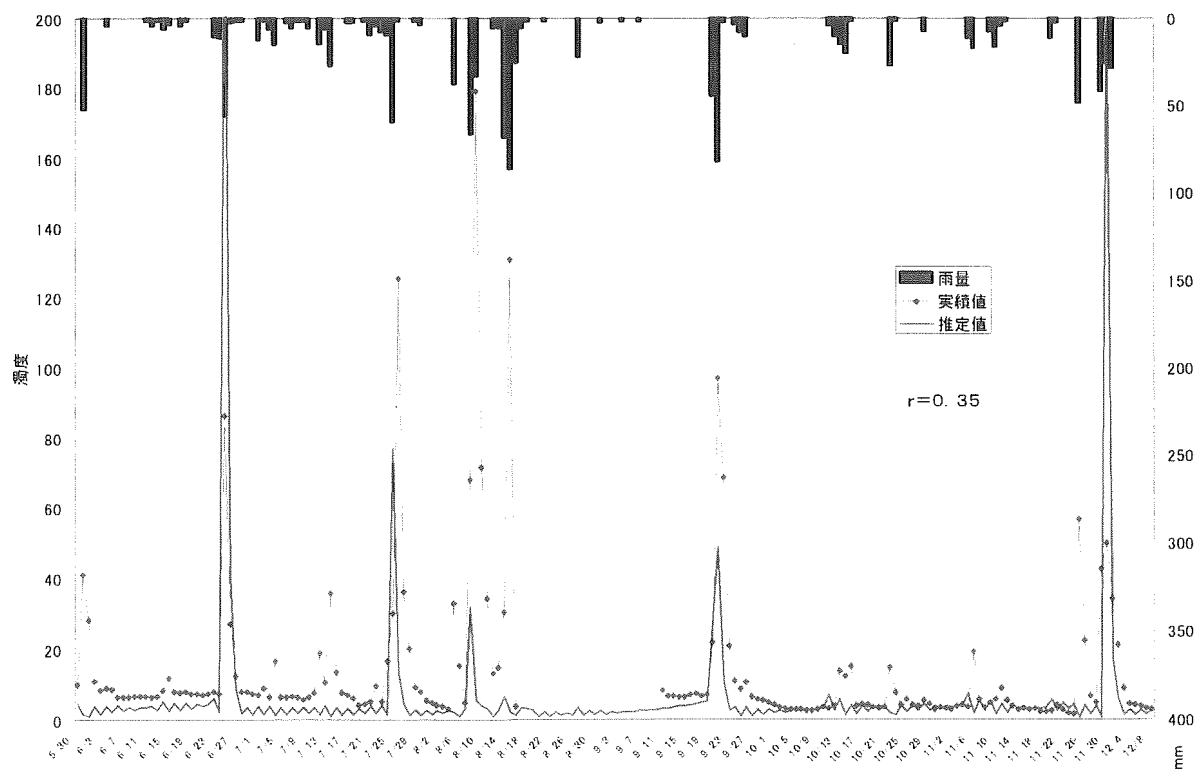


図6-9 2002年濁度推定結果



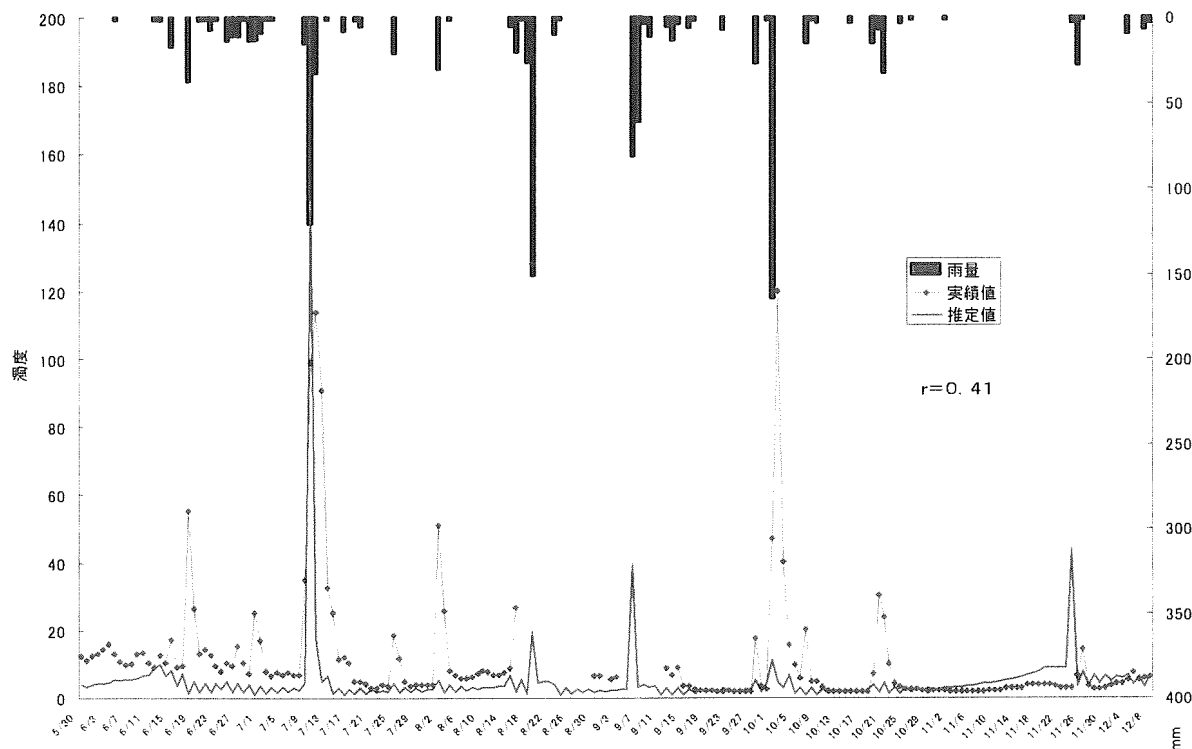


図 6-10 2003 年濁度推定結果

く受けると考えられるため、その原因を特定することは容易ではない。一方、大河川では築堤や堰の建設などの大規模工事以外の工事は、高濁度の原因とはなりにくく、日常的な面源からの汚濁分流出が卓越していると考えられる。このように、濁度に関し多くの要因を比較的鋭敏に反映する中小河川では、降雨量の関連のみから濁度を推定する上では下記のような課題があると考えられる。

(ア) 河川内での濁度変化は汚濁源からの表面流出以外に、河川内に沈降堆積した濁質分が、流量／流速の増加に伴って攪拌状態となる掃流現象の影響を大きく受ける。濁質分の沈降現象と掃流現象は常に混在しており、それぞれの流量に応じてバランスしていると考えられる。今回の計算では、一定の流量値以下では沈降状態、それ以上では掃流状態と仮定した。したがって、非降雨状態が続いた後の降雨では、相当量の堆積物の掃流現象により、実績値よりかなりの高濁度が発生するとの予測結果となり、反対に、非降雨状態が短期間の場合は、降雨量が大きくても低濁度の予測結果となっている。このように、堆積量の限界点の設定と実測値との現実的なバランスを見出す工夫が必要と考えられる。

(イ) 水環境の分野では、流量と濁度質の間には、様々な関連性が見られ、流量は濁度と最も関係の深い要因であると考えられる。今回のケーススタディの時点では、水質測定が開始された期間の流量実測値が公表されていなかった。降雨量と流量間のモデルパラメー

タを実測流量値で確認できれば、より高い精度確保が可能と考えられる。

(ウ) 今回の流域面積は 736km<sup>2</sup> と比較的広範囲である。河川の流況は山間部と平野部では全く違うため、流域ブロックの細分化を行えば、それぞれの水収支と濁度を実態に近い形で評価することが可能と考えられる。

(エ) 今回の複合タンクモデルのパラメータ決定は、相関係数や残差の算出、グラフ上での視覚的判断に頼ったため、多くの時間と労力を必要としたうえ、最適値の判断に困難を要した。前述したように精度確保のためには、流域ブロックの細分化、多くのシミュレーションでの検証が必要であることから、最適化手法の導入が有効と考えられる。

### 3)まとめ

今回はケーススタディとして、菅間地点における4層複合タンクモデルを使った流域の濁度推定を行った。流量については2倍の雨量差があっても、ある程度の相関が得られ、流域のモデル化の可能性を明らかにすることが出来た。しかし、濁度については相関性が比較的低いことから、その要因として考えられるものを整理した。今後、更に、相関性を向上していく上での課題として以下のものが考えられる。

ア、降雨以外の濁度発生の要因を整理しモデル化を試みること。

イ、モデル係数を合わせるための最適化手法を導入すること。

ウ、降雨量、流量、濁度の同時期のデータがなるべく精緻に得られるような工夫を行うこと。

## (6)GISを用いた情報の可視化

### 1)概要

汚濁負荷量などの情報を分かり易くより理解できるものとするには、グラフなどの視覚的な情報に変換することが有効である。GIS で言えば地図上に管路などの地下埋設物位置を縮尺別に表示させることや水源汚濁負荷などの数値情報と地図情報を関連づけし、グラフィカルに表示することで数値だけでは分かりづらい情報も理解しやすくなり、問題の分析を容易にすることが期待出来る。情報管理の一手法としての情報をビジュアル化して表現することを情報の可視化(Visualization)と呼び、その有効性を検討した。

地図情報における汚濁発生源は、点源と面源(ノンポイントソース)に分けられる。それぞれの発生と流出はメカニズムが異なるため、汚濁物質の流出過程の評価を行うにあたっては、異なった取り扱いをする必要がある。点源については放流(河川等へ排出される)の位置や水量、濃度等を明らかにする必要がある。面源については、発生から流出までの機構が大きく異なり、各機構に影響する土地利用形態や地層、土壌の影響等河川に流達するまでの条件を考慮し、自然浄化などの要因を考慮する必要がある。汚濁物質の流出を決定する要因は点源・面源に関わらず、流域の社会・経済活動等の地域の特徴に依存するので平均的に取り扱うことは大きな誤差を生じる恐れがある<sup>6)</sup>。

このため、汚濁負荷の分布をなるべく精緻に捉えた上で河川流域により点源と面源を整理し、地理的情報と汚濁負荷発生量を一定のメッシュのラスター情報でブロック化させることで、点源情報も面源負荷量として可視化が可能となる。その際、流域界は土地利用属性を持つ格子状ブロック界や種々の統計がまとめられている行政界とは一致しないので、GIS のオーバーレイ機能を用いて領域を流域界で切り取り、各種データを流域単位で集計し直す。このように流域情報を GIS で取り扱うことによって、汚濁負荷量の算出に要していた労力が飛躍的に省力化でき新たな視点で情報を評価することが可能になると考えられる。以下に GIS の具体例として地図から切り出した面源負荷率を用いて負荷量の可視化を行ったケーススタディを示す。

## 2)情報の可視化

PRTR 法が施行され、化学的物質の排出量の把握に GIS を活用できる可能性がある。そこで PRTR 情報を実際に入手し GIS を活用し情報の可視化を試みた。

GIS のインプット情報としては、負荷量を算定する上で必要な要因である①土地利用区分情報、②人口分布、③流域界区分け地図、④特定事業場からの排出量などがあげられる。このうち①と②については市町村行政毎に集計管理されており比較的容易に入手可能と考えられる。③は GIS の標準的機能で標高軸を 50mメッシュで分割することで切り分けすることができる。④について、PRTR 法によって入手可能性が向上した。

PRTR 法(特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善促進に関する法律)によって、対象となる化学物質の排出・移動量を事業場ごとに届け出る事とされた。その1回目の集計値が 2003 年 3 月に公表されている<sup>7)</sup>。

PRTR 情報は環境省と経済産業省にて媒体料金(全国データを CDROM で¥1090)のみで入手することができる。次に、公開されている PRTR 情報を GIS 上に関連付けするには、位置情報である緯度経度を事業場の所在地から関連付けることや公共用水域にのみ排出される情報に加工する必要がある。

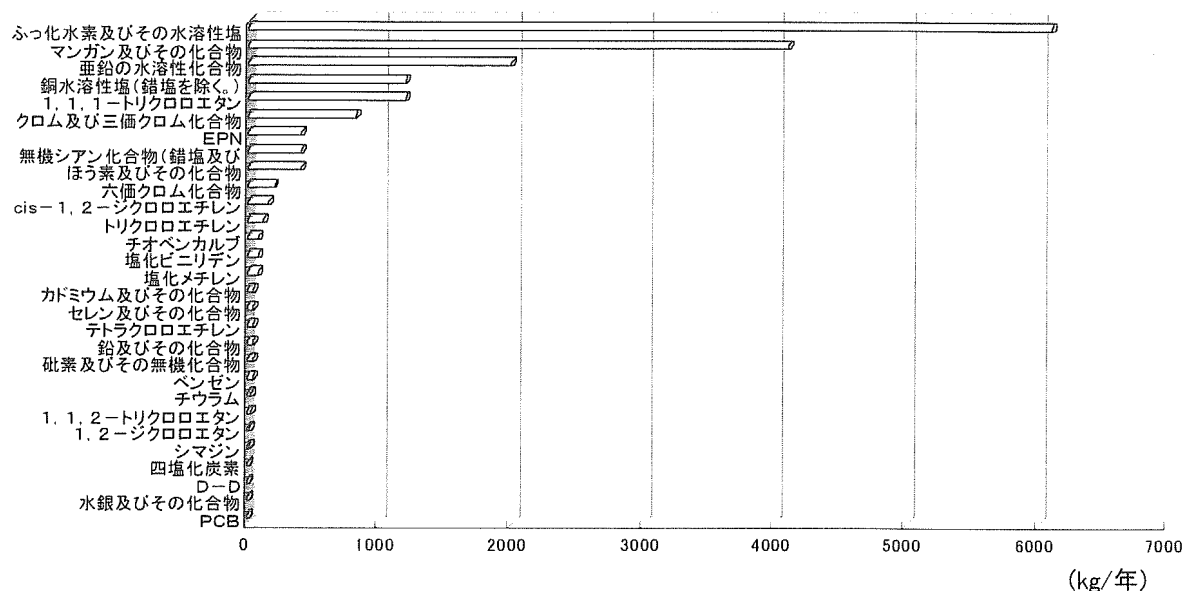
アウトプット情報としては、事業場の住所から検索すること、地図上で点源情報として表示すること、情報の業種や排出物質量を出力することである。今回のケーススタディでは入間市の浄水場の取水上流の流域界内情報を対象とした。これら化学物質情報を GIS で流域界内に区切ったうえで、数値情報をグラフで表示することで情報の可視化を試みた。

図 6-11 は水道局の浄水場の水源負荷と考えられる事業場のみを抽出し、その排出量をグラフ化したものである。しかし、入間川の上流周辺で PRTR 法により登録されている事業場数が少なく、水系の負荷を把握するためには、PRTR 法による情報のみでは不十分と考えられる。

しかしながら、突発性水質事故に備えることは、その可能性のある排出源の所在を把握しておくことが重要である。公共用水域に排出される有害物質を把握することは、以前は容易なことではなかったが、PRTR 制度により 2003 年 3 月に初めて情報が公表され化学物質情報へのアクセスが飛躍的に向上した。しかし、現在は届出が必要な業者数は全体の一部である等運用面でいくつかの課題がある。しかし2年後から規制対象量が5tから1tとなり届

出者数が拡大することから、情報源としての活用が期待される。

図 6-11 入間水系の PRTR 法による排出量の把握



### 3) 点源負荷から求めた THMFP の可視化

入間川水系の浄水場取水水源の汚濁負荷量を評価するため、特定事業場情報から、原水水質の汚染状況を評価するため一指標としてトリハロメタン生成能 (THMFP) を指標とした。また、流域の生活系排水からの THMFP の影響を分析するため、下水道普及率に着目した検討を行った。これは中長期的な水源保全の観点より浄水場取水地点に影響を与える THMFP を流域全体の負荷指標として、判断することを目的としたモデル化であり、負荷発生源から排出された汚濁負荷が河川に至るまでのプロセスや取水箇所の流達までに期待できる生物的分解や吸着、沈澱、堆積等による浄化作用は考慮していない。

#### ア、各負荷源は以下のとおり

工場・事業場系負荷： 工場や製造過程で排出される公共用水域への排水量を事業場分類で算出した。

畜産系負荷： 畜産飼育のふん尿による汚濁負荷で牛、豚の頭数により算出した。

面源負荷： 面的な負荷で負荷流出レベルを類型化出来る4種「水田、畑、山林、都市部」に分類し、算出した。

下水道負荷： 浄水場上流の下水処理場からの排出量より算出した。

生活排水負荷： 上流域の流域界内人口から算出した。

大気からの汚濁物降下や地下水からの影響は算出対象外とした。