

の目的が、毒物混入後の水質変動や、濁度ピーク濃度の変動のシミュレートであって時間スケールが短いこと、および浄水場における適用を想定しており、容易に入手可能なデータで無ければならないことを勘案し、河川流下方向における異なる複数地点において得られる、濁度および電気伝導度の時系列データを利用する手法について検討した。

表 4-1 計算条件

項目	内容
水理モデル	一次元不定流計算
モデル分割区間	500m
計算ステップ	1分
断面形状	河道の断面形状については、昭和 60 年あるいは平成 14 年のデータのうち、対象年に近いものを使用した。
河床抵抗	河道の粗度係数は、江戸川維持流量の既往調査（江戸川水環境管理検討業務）より初期値として 0.025 とし、適宜、修正を行った。
境界条件	上流端 モデル上流端の西関宿において、西宿地点の流量観測値 下流端 モデル下流端の江戸川水閘門上流において、逆流しないように堰を設けた上で、江戸川水閘門上流における水位観測値
支川流量	利根運河では水位のみが観測されているため、水位観測値より H-Q 式を用いて流量を推定した。 なお、他の支川は流量および水位の観測は実施されておらず、平常時の流量は極めて少ないことから、流量はゼロとした。
取水量	できるだけ実績データに基づいたが、実績流量が存在しないものについては、野田における計算流量が実績流量と程同じとなるように調整を行った。

#### 4. 3. 2 江戸川の水利用状況と用いたデータ

江戸川における水利用について、図 4-1 に示す。上水が 10 件で 41.18m<sup>3</sup>/s、工水が 6 件で 3.23m<sup>3</sup>/s、および農水が 11 件で 15.87m<sup>3</sup>/s となっており、上水は流山より下流地点に多く、農水は流山より上流地点に多く存在している。

モデル検証には、平成 14 年 7 月 1 日～7 月 31 日、および同年 12 月 1 日～12 月 31 日の表 4-2 に示す 1 時間データを用いた。

表 4-2 モデル検証の用いたデータ

	流量	水位	濁度	電気伝導度
庄和浄水場			○	○
野田流量観測所	○			
三郷浄水場			○	○
金町浄水場			○	○
江戸川水閘門		○		

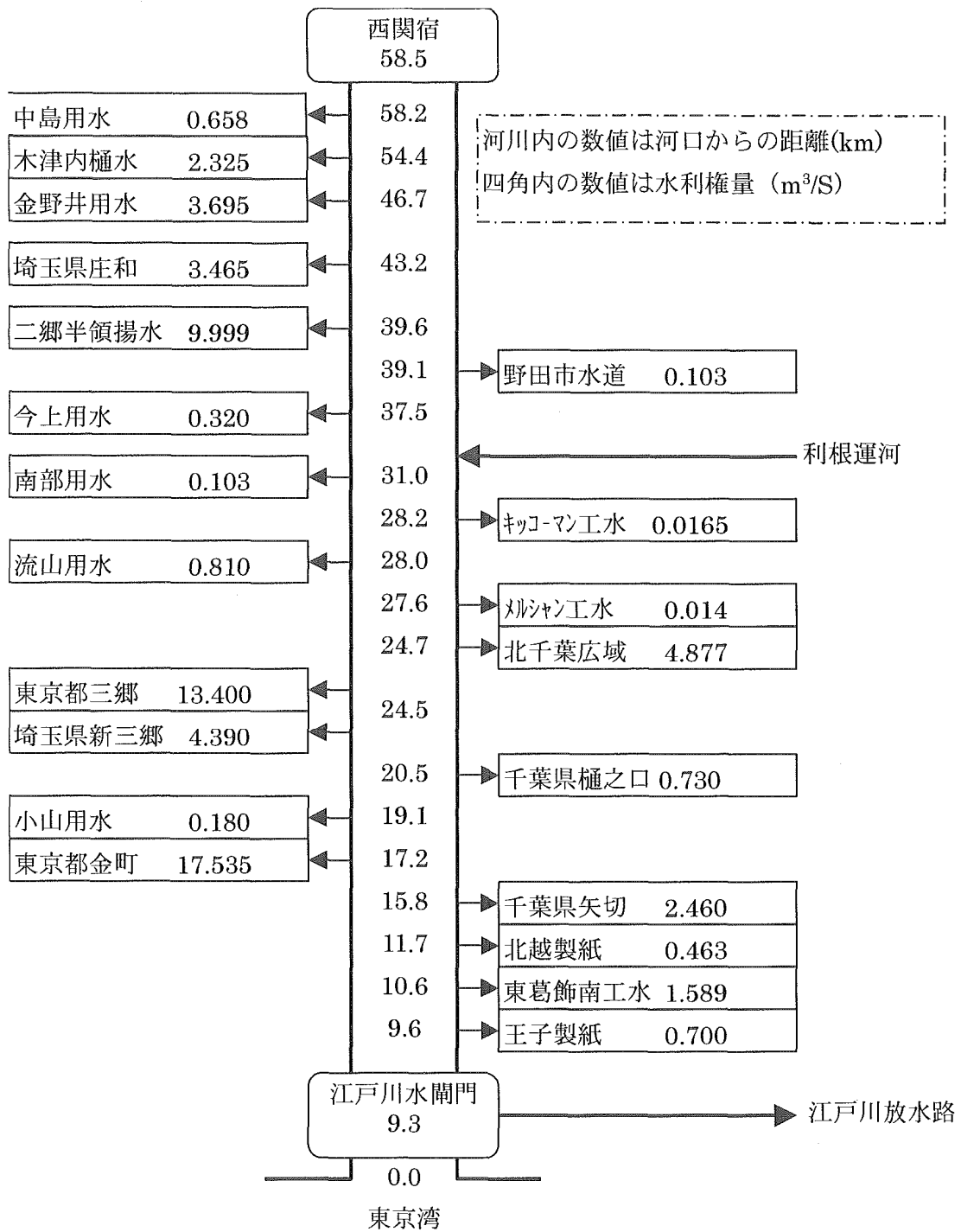


図4-1 江戸川の水利用

#### 4. 3. 3 濁度および電気伝導度データ

図4-2 および図4-3に平成14年7月および12月の濁度データを示す。  
7月11日に降雨に伴う濁度の上昇が見られ、流下に伴ってピーク位置がずれる様子が伺える。

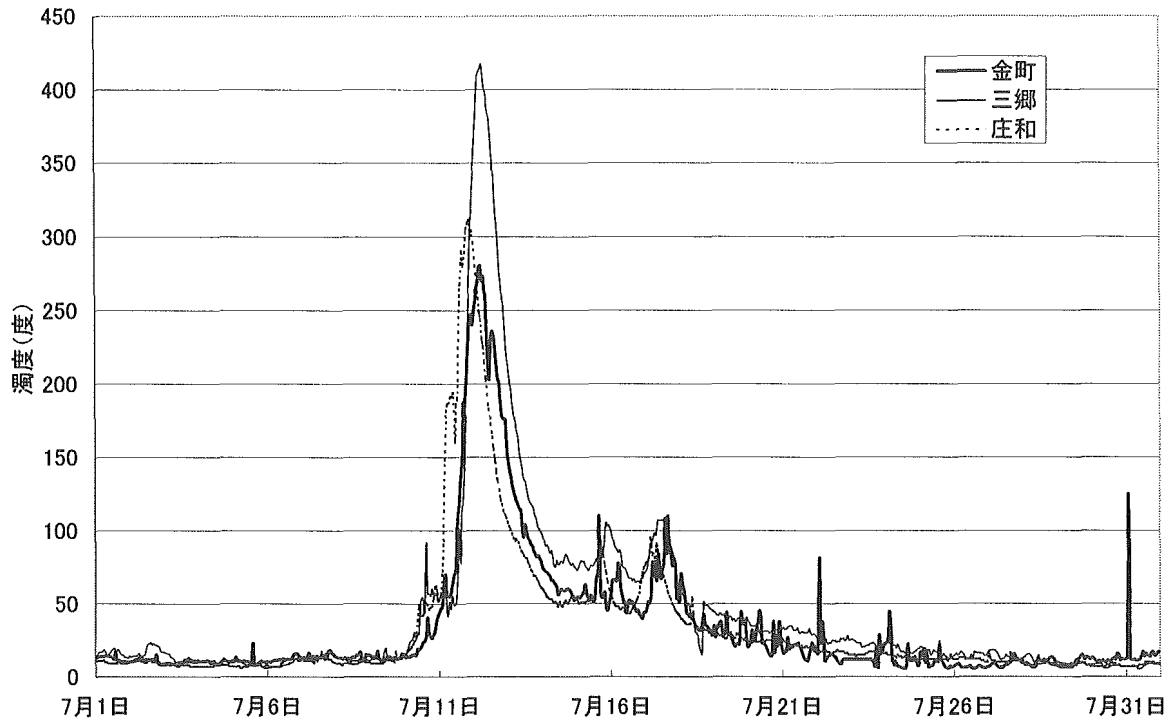


図4-2 平成14年7月濁度データ

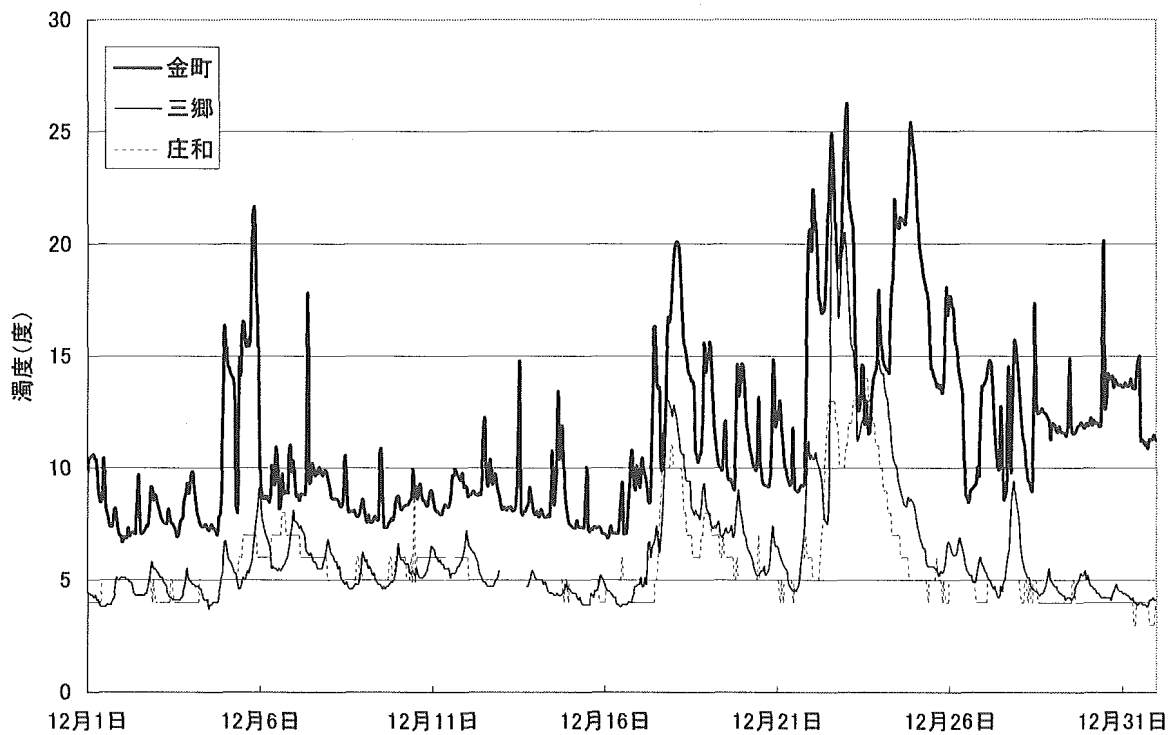


図4-3 平成14年12月濁度データ

図4-4～図4-7に平成14年7月および12月の電気伝導度データおよび野田流量観測所における流量データを示す。

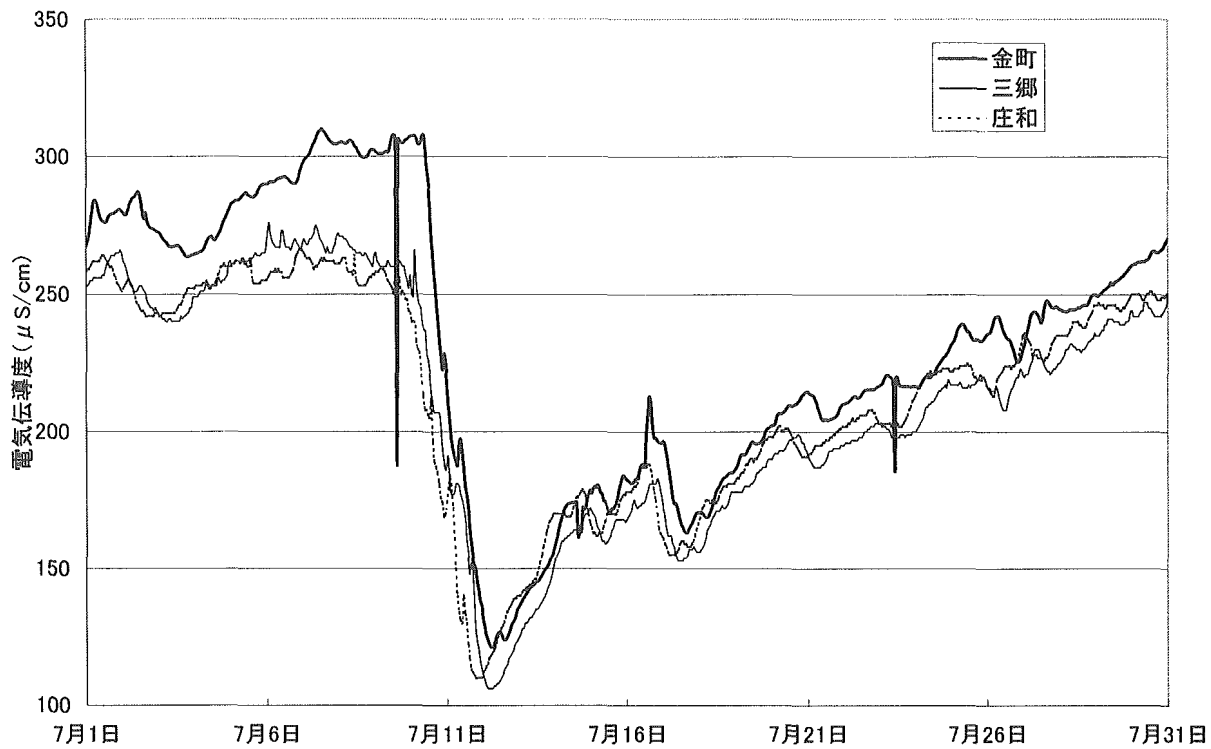


図4-4 平成14年7月電気伝導度データ

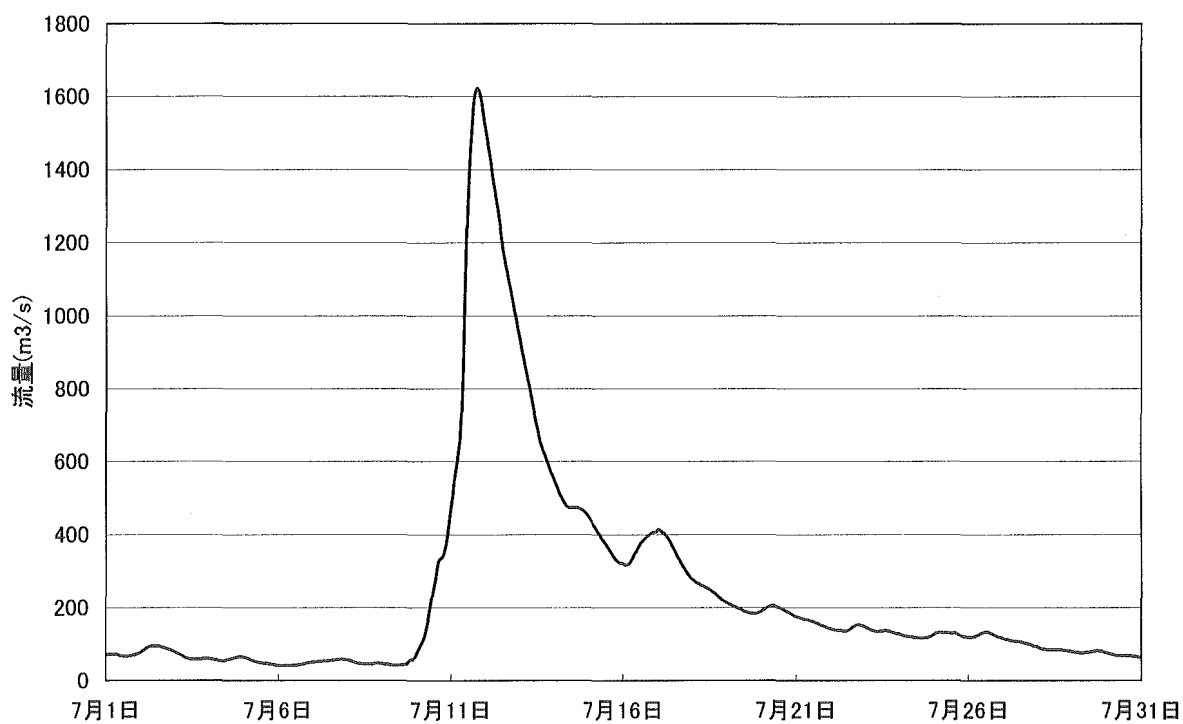


図4-5 平成14年7月野田観測所における流量データ

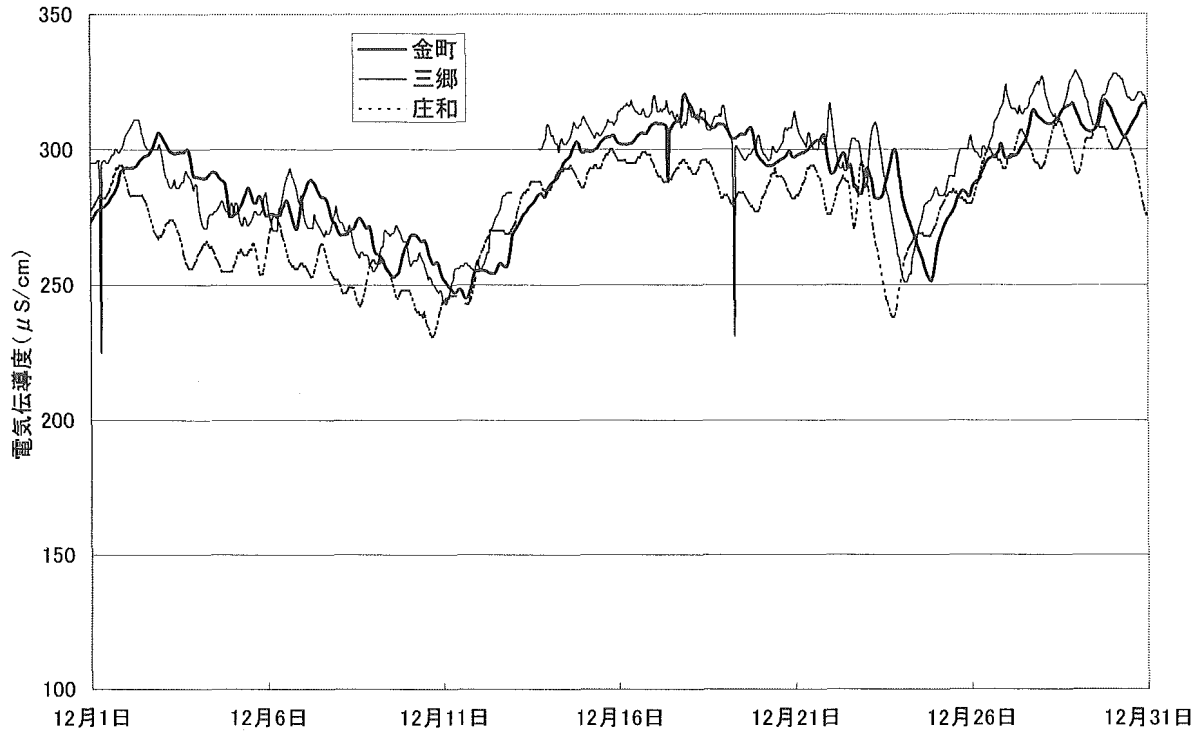


図4-6 平成14年12月電気伝導度データ

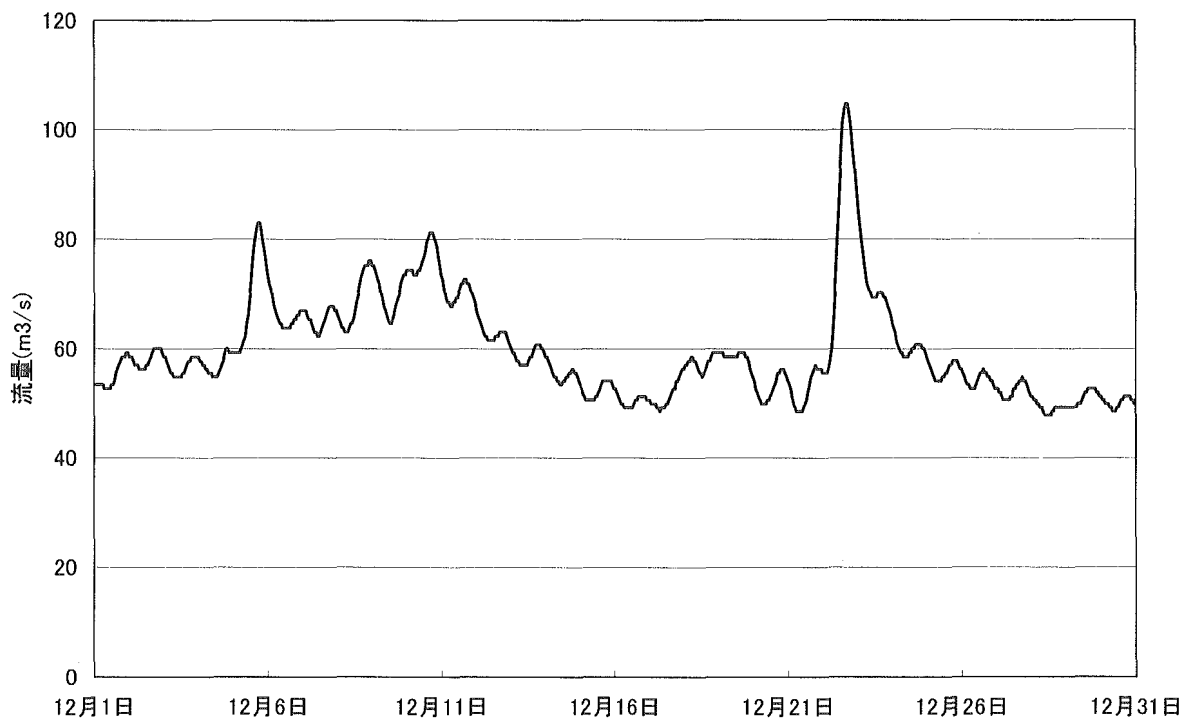


図4-7 平成14年12月野田観測所における流量データ

7月のデータ（図4-4）をみると、7月11日以降は降雨に伴って、排水等に起因する溶存物質が希釈され、電気伝導度が低下している。また、7月12月ごろには濁度の極小値がみ

られるが、流下に伴ってピーク位置がずれている。また、金町のデータは常に庄和、三郷のデータより値が大きくなっているが、途中で流入する排水等の影響によるものと推定される。

12月データ（図4-6）には、約1日程度の周期の変動がみられるがその原因は不明である。また3箇所の変動を詳細にみると、流下に伴って位相がずれているようすが明確にみてとれる。

#### 4. 3. 4 水質モデルのパラメータ同定方法

本水質モデルにおける基礎方程式は以下の通りである。

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad \dots (1)$$

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) \quad \dots (2)$$

ここに、Q：流量(m<sup>3</sup>/s)、A：断面積(m<sup>2</sup>/s)、C：対象物質濃度、D：拡散係数(m<sup>2</sup>/s)、a：係数、b：係数、V：平均流速 (m/s)、x：距離(m)、t：時間(s)である。

(1)式は開水路における連続の式であり、(2)式は1次元移流拡散方程式である。式(2)中の拡散係数(3)式に示すようには平均流速に依存するとした。

$$D = aV^b \quad \dots (3)$$

これらのモデルによって、濃度Cの時間および空間的变化を計算する場合、式(3)中の係数a、bが未知数となる。また、断面積Aおよび流量Qは実測値を用いるが、断面積Aについては、経年的な河床形状の変動による誤差、流量Qについては、水位データから流量データに変換する際の誤差がそれぞれ付随するため、実測値に基づく校正が必要となる。

本研究では、以下の手順によって、これらのパラメータの同定および校正を行った。

- ① データの安定性、および、有毒物質による事故が河川流量が平常時において想定されることから、平成14年12月の庄和浄水場および金町浄水場の電気伝導度データを用いる。
- ② 係数bは1と仮定する。
- ③ a=0と設定する。
- ④ 途中で流入する利根運河の流量を0.75m<sup>3</sup>/sで一定であるとする。
- ⑤ 境界条件および流量条件として以下の条件を設定する。
  - ・ 庄和浄水場における電気伝導度の時系列データ
  - ・ 野田観測所における流量データ
  - ・ 江戸川水閘門における水位データ
  - ・ 利根運河からの流入水の電気伝導度C<sub>in</sub>
- ⑥ 金町浄水場における電気伝導度を計算し、実測値と比較（主に濃度レベルを）する
- ⑦ 最適なC<sub>in</sub>を決定する。
- ⑧ 流量データとして、Qの代わりにαQを与え、金町浄水場における電気伝導度を計算し、実測値と比較（主に濃度レベルを）する。
- ⑨ 最適なαを決定する。
- ⑩ 金町浄水場における電気伝導度の計算値と実測値と比較し、最適な係数aを決定する。

#### 4. 3. 5 水質モデルのパラメータ同定結果

利根運河からの流入水の電気伝導度は  $2,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、流量の補正係数  $\alpha$  は 1.4 と同定された。また、拡散係数に関わる係数  $a$  の値は明確に同定することは困難であり、図には  $a=10$  と  $a=100$  の結果を示した。図 4-8 にパラメータ同定結果を示す。

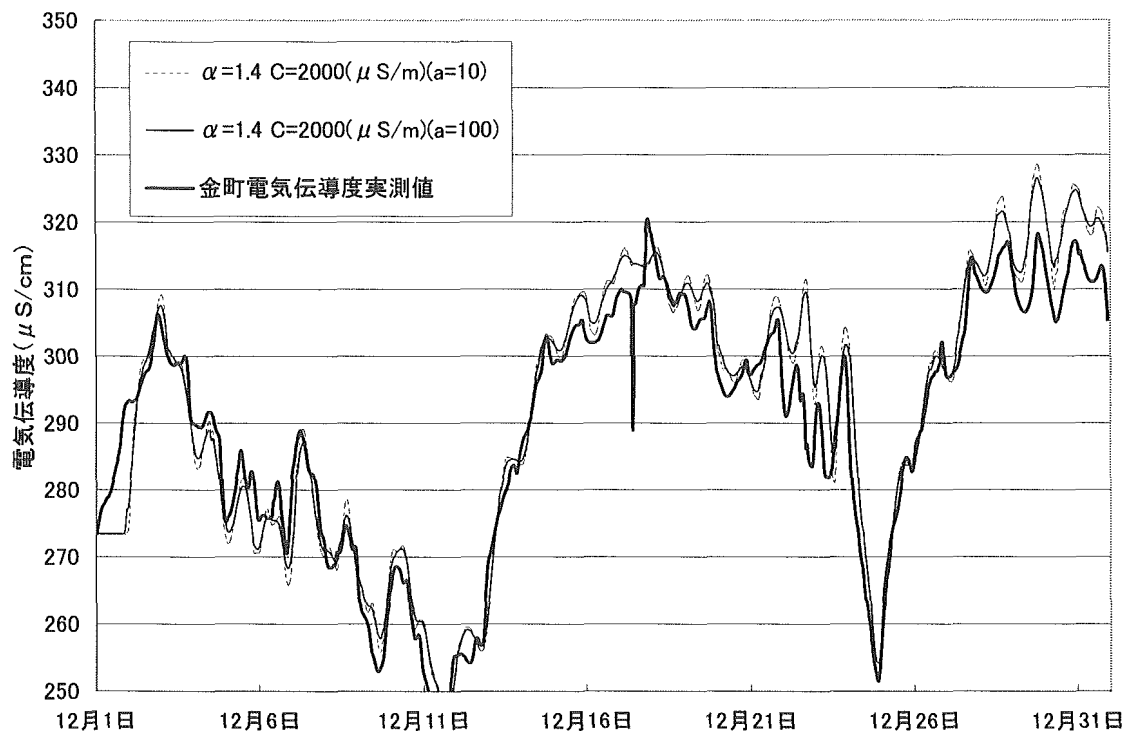


図 4-8 平成 14 年 12 月電気伝導度データのパラメータ同定結果

図 4-9～図 4-12 は、金町における電気伝導度の計算結果と実測値の適合度に与える係数  $a$  の影響に関して、時間軸を拡大して示したものである。必ずしも明確に同定はされていないが、1 日程度の短周期の変動の振幅に着目すると、 $a=100$  程度の値をとると推定される（図 4-9 参照）。

#### 4. 3. 6 モデルパラメータの同定手法に関するまとめ

庄和浄水場および金町浄水場における電気伝導度時系列データを用いて、水質モデルのパラメータ同定手法について検討した結果、以下の結論が得られた。

- (1) 河川の 2 地点の電気伝導度データの時系列データを用いて、流れの状態に関するパラメータを同定することが可能である。
- (2) 支流からの流入がある場合は、その負荷量の影響の評価が必要であるが、ある程度はその影響を推定することが可能である。
- (3) 流量データの修正（流下時間の修正）はある程度の精度で可能であった。
- (4) 拡散係数の同定は、短周期（1 日程度）の変動データを用いれば可能である。しかしながら、より精度の高い同定方法を今後検討することが必要である。

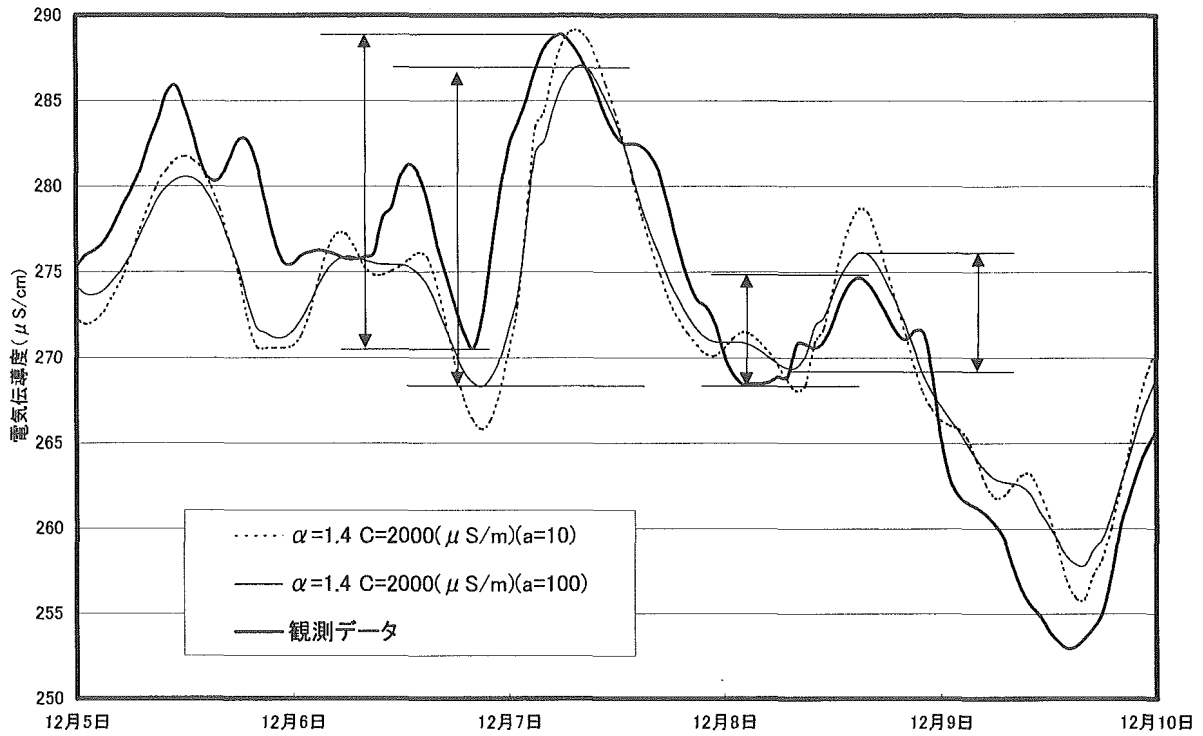


図4-9 平成14年12月電気伝導度データのパラメータ同定結果  
(12月5日~12月10日詳細図)

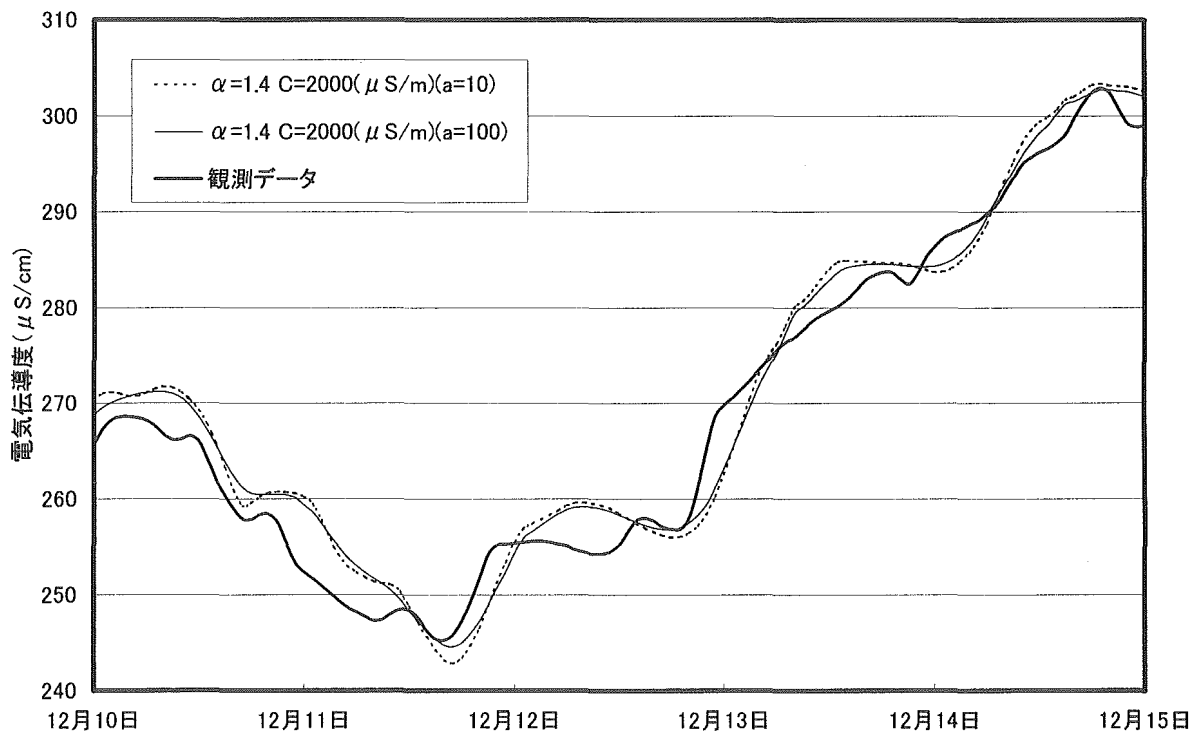


図4-10 平成14年12月電気伝導度データのパラメータ同定結果  
(12月10日~12月15日詳細図)



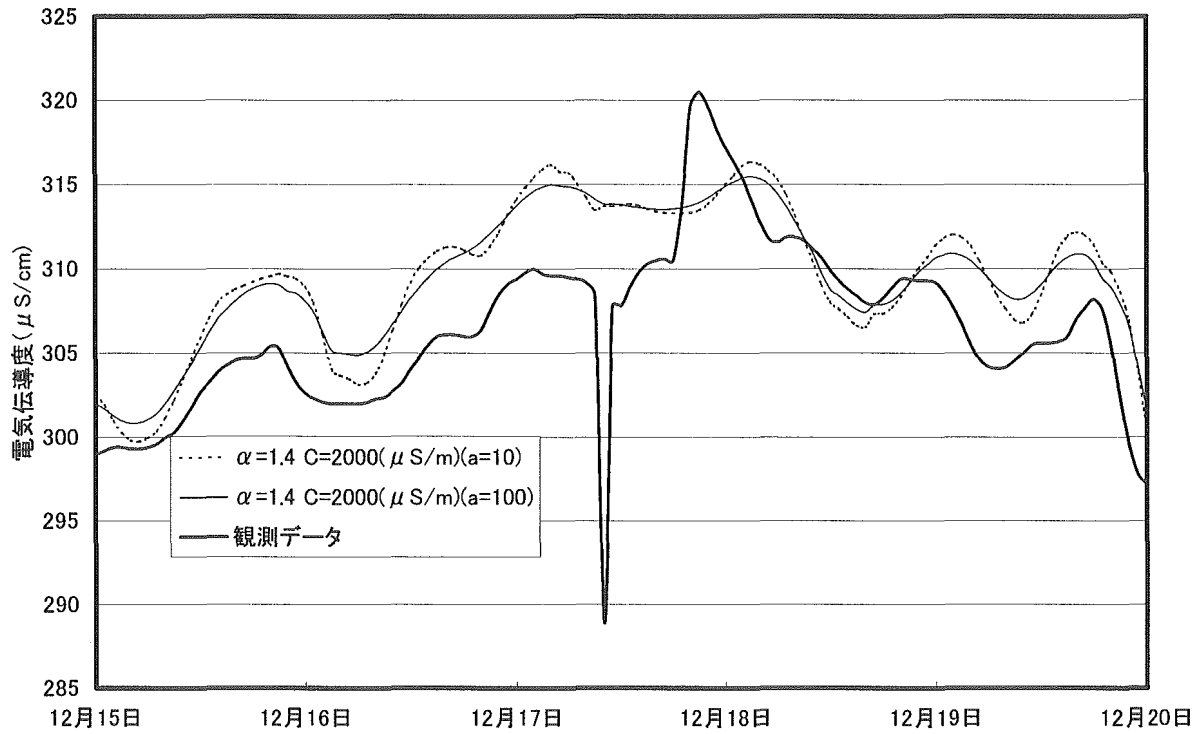


図4-11 平成14年12月電気伝導度データのパラメータ同定結果  
(12月15日~12月20日詳細図)

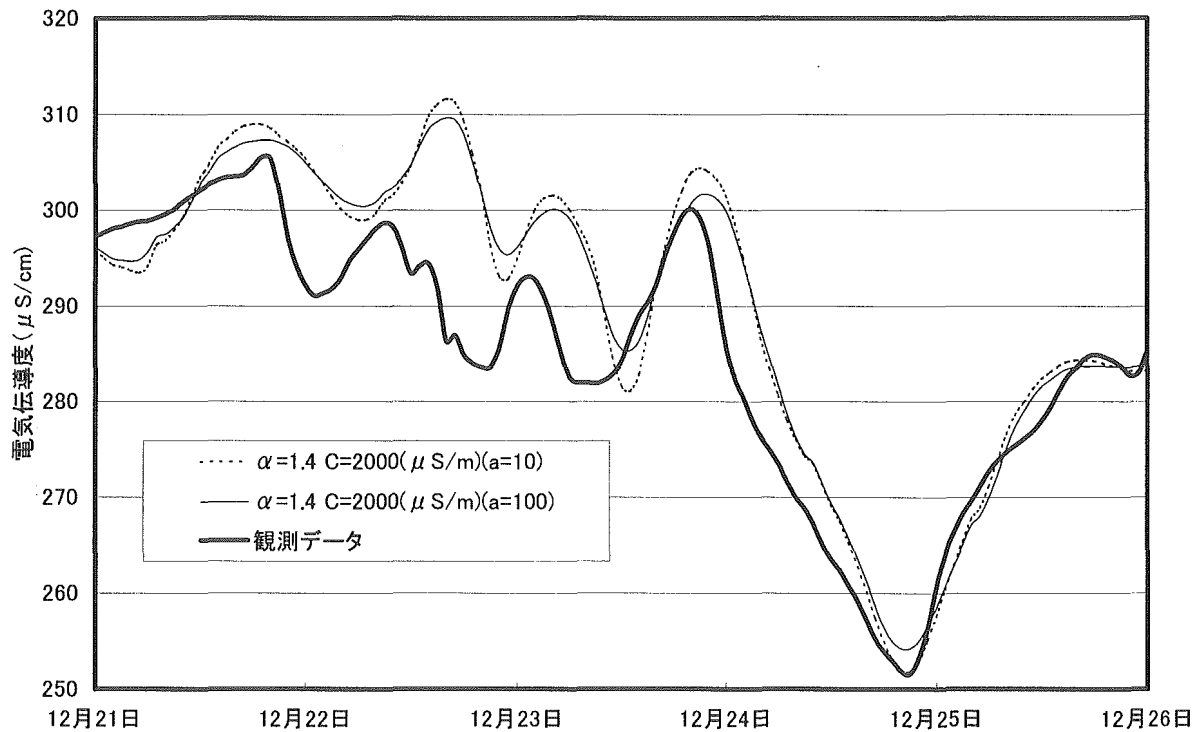


図4-12 平成14年12月電気伝導度データのパラメータ同定結果  
(12月21日~12月26日詳細図)

#### 4. 4 濁度ピークカットへの利用

高濁度時において、ピークカットを行った場合、凝集剤使用量の削減や発生汚泥量の削減が期待できる。以下に、その効果について検証する。

##### 4. 4. 1 モデルケース

上流における濁度情報により当該浄水場の取水口における濁度を予測し、ピークカットによる効果について求める。集中豪雨などによる原水濁度の上昇は前述のように非線形であるが、計算を簡便にするために、濁度が矩形状に変化するものとして試算することにする。また、ピークカットにより減少した浄水量は、ピークカット終了後、処理水量を増量して、補償するものとする。

下図のように、原水濁度  $T_0$  が、時間  $\Delta t$  の間  $T_1$  に上昇したとする。このときの PAC 注入率  $P$  は、原水濁度  $T=T_0$  のとき  $P=P_0$ 、 $T=T_1$  のとき  $P=P_1$  であるとする。また原水濁度  $T$  と PAC 注入率  $P$  との間には、 $P = \alpha T^\beta$  関係があるものとする。

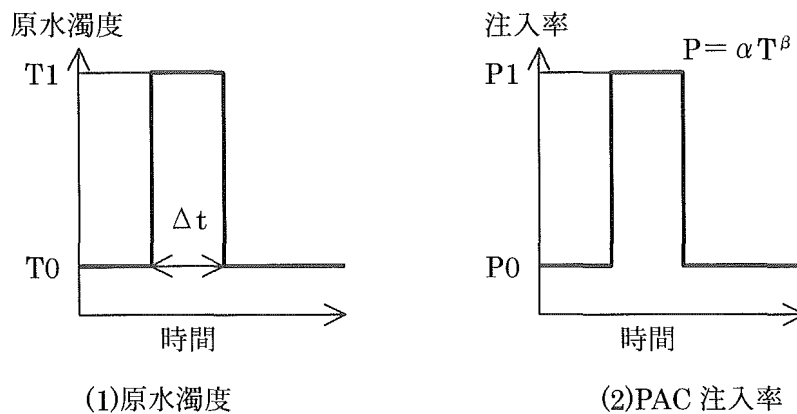


図 4-13 原水濁度と PAC 注入率

このとき、処理水量を一定とする場合と、濁度が  $T_1$  に上昇した場合の時間  $\Delta t$  の間に処理水量を  $\Delta Q$  減らし、その後時間  $\Delta t$  の間に処理水量を  $\Delta Q$  だけ増量するものとする。

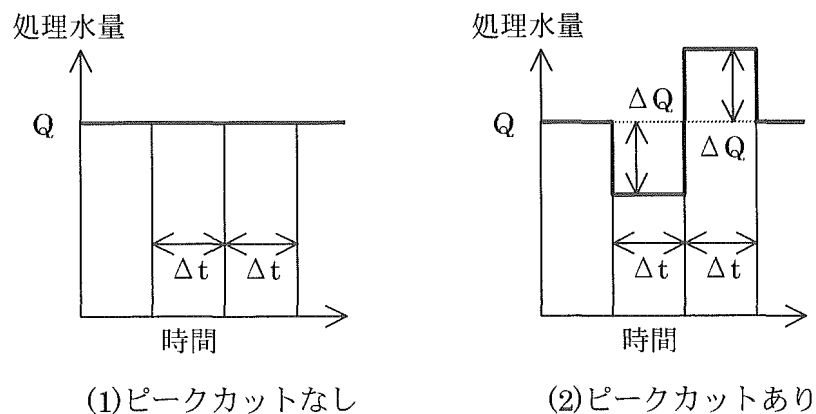


図 4-14 処理水量の変化

#### 4. 4. 2 凝集剤の削減効果

このとき、処理水量を一定とする場合の PAC 消費量  $M_0$  と、ピークカットを行った場合の PAC 消費量  $M_1$  を求める。

$$M_0 = P_1 \cdot Q \cdot \Delta t + P_0 \cdot Q \cdot \Delta t$$

$$M_1 = P_1 \cdot (Q - \Delta Q) \cdot \Delta t + P_0 \cdot (Q + \Delta Q) \cdot \Delta t$$

よって、ピークカットを行わない場合の凝集剤消費量  $M_0$  とピークカットを行った場合の凝集剤消費量  $M_1$  との比は、下式に示すとおりである。

$$\begin{aligned} \frac{M_1}{M_0} &= \frac{P_1 \cdot (Q - \Delta Q) \cdot \Delta t + P_0 \cdot (Q + \Delta Q) \cdot \Delta t}{P_1 \cdot Q \cdot \Delta t + P_0 \cdot Q \cdot \Delta t} \\ &= 1 - \frac{P_1 - P_0}{P_1 + P_0} \cdot \frac{\Delta Q}{Q} \\ &= 1 - \frac{T_1^\beta - T_0^\beta}{T_1^\beta + T_0^\beta} \cdot \frac{\Delta Q}{Q} \\ &= 1 - \frac{(T_1/T_0)^\beta - 1}{(T_1/T_0)^\beta + 1} \cdot \frac{\Delta Q}{Q} \end{aligned}$$

$\beta = 0.5$  とした場合の、 $T_1/T_0$ 、 $\Delta Q/Q$ 、および  $M_0/M_1$  との関係を以下に示す。濁度が 50 倍 ( $T_1/T_0 = 50$ ) となり、この間処理水量を 30% 減らした ( $\Delta Q/Q = 0.30$ ) 場合の削減効果は 20% ( $M_0/M_1 = 0.8$ ) となる。

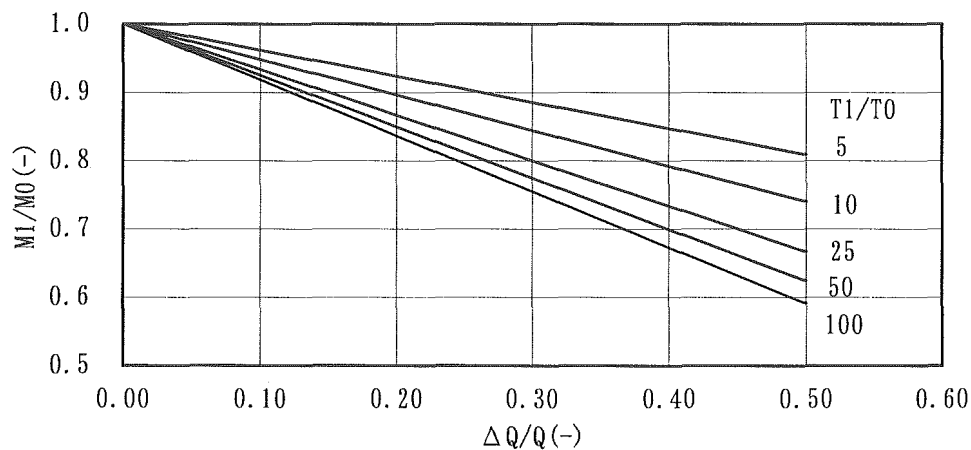


図 4-15 PAC 注入量の低減効果

#### 4. 4. 3 発生汚泥量の削減効果

このとき、処理水量を一定とする場合の発生汚泥量  $m_0$  と、ピークカットを行った場合の発生汚泥量  $m_1$  を求める。

$$M_0 = P_1 \cdot Q \cdot \Delta t + P_0 \cdot Q \cdot \Delta t$$

$$M_1 = P_1 \cdot (Q - \Delta Q) \cdot \Delta t + P_0 \cdot (Q + \Delta Q) \cdot \Delta t$$

よって、ピークカットを行わない場合の発生汚泥量  $m_0$  と、ピークカットを行った場合の発生汚泥量  $m_1$  との比は、下式に示すとおりである。

$$\begin{aligned} \frac{m_1}{m_0} &= \frac{(k_1 \cdot T_1 + k_2 \cdot P_1) \cdot (Q - \Delta Q) \cdot \Delta t + (k_1 \cdot T_0 + k_2 \cdot P_0) \cdot (Q + \Delta Q) \cdot \Delta t}{(k_1 \cdot T_1 + k_2 \cdot P_1) \cdot Q \cdot \Delta t + (k_1 \cdot T_0 + k_2 \cdot P_0) \cdot Q \cdot \Delta t} \\ &= 1 - \frac{k_1 \cdot (T_1 - T_0) + k_2 \cdot (P_1 - P_0)}{k_1 \cdot (T_1 + T_0) + k_2 \cdot (P_1 + P_0)} \cdot \frac{\Delta Q}{Q} \end{aligned}$$

一般に、PAC由来の発生汚泥量は、濁質由来の発生汚泥量に比べて小さいとした場合、上の式は、次式のように近似できる。

$$\frac{m_1}{m_0} \approx 1 - \frac{T_1/T_0 - 1}{T_1/T_0 + 1} \cdot \frac{\Delta Q}{Q}$$

$T_1/T_0$ 、 $\Delta Q/Q$ 、および  $m_0/m_1$  との関係を以下に示す。濁度が50倍 ( $T_1/T_0=50$ ) となり、この間処理水量を30%減らした ( $\Delta Q/Q=0.30$ ) 場合の削減効果は30% ( $M_0/M_1=0.7$ ) となる。

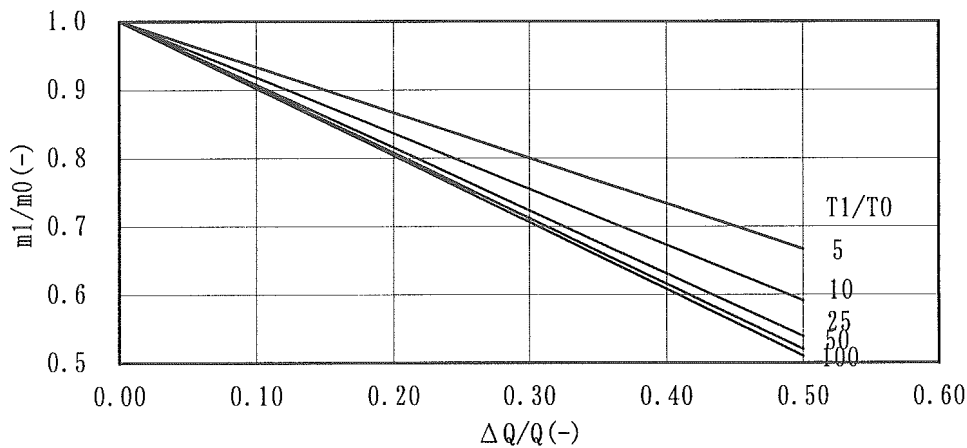


図4-16 発生汚泥量の低減効果

濁度のピークカットは、凝集剤だけではなく発生汚泥量の削減にも効果があり、浄水場における環境負荷低減の観点からも積極的に利用すべき手法であると考えられる。

## 4. 5 その他への利用

### 4. 5. 1 粉末活性炭注入制御への利用

2-MIB やジェオスミンなどの異臭味物質が比較的短期間しか問題とならない場合には、粉末活性炭の注入が広く用いられている。粉末活性炭の投入開始時期・終了時刻、および注入率に関しては、水源とする水系の水質連絡協議会などによる情報などに基づき、各浄水場において決定されている。

そこで、これら異臭味の上流における情報に基づくシミュレーションによって、当該浄水場の取水口への到達時刻や到達濃度を予測できる。このため、粉末活性炭の適正な投入開始時刻、注入率を予測できる。また、投入終了予定時刻についても、予測することができるため、過剰の粉末活性炭の注入を防止できる効果が得られる。

### 4. 5. 2 毒物の流下シミュレーションへの応用

シアンをはじめとする毒物の河川への流入などの水質事故は、水道事業にとって極めて深刻な問題であり、粉末活性炭の投入や取水停止などの適切な対応が必要である。

汚染物質の流入地点や流入量が特定できる場合には、シミュレーションによって当該浄水場の取水口への到達時刻、到達濃度が予測できるために、余裕を持った対応が可能となる。

また、汚染源が特定できない場合においては、汚染物質の濃度変化パターンと上流の様々な地点において汚染物質が流入した場合のシミュレーションにおける濃度変化パターンとの間で、パターンマッチングなどの手法により、投入汚染物質総量や汚染源を推定することが可能となる。

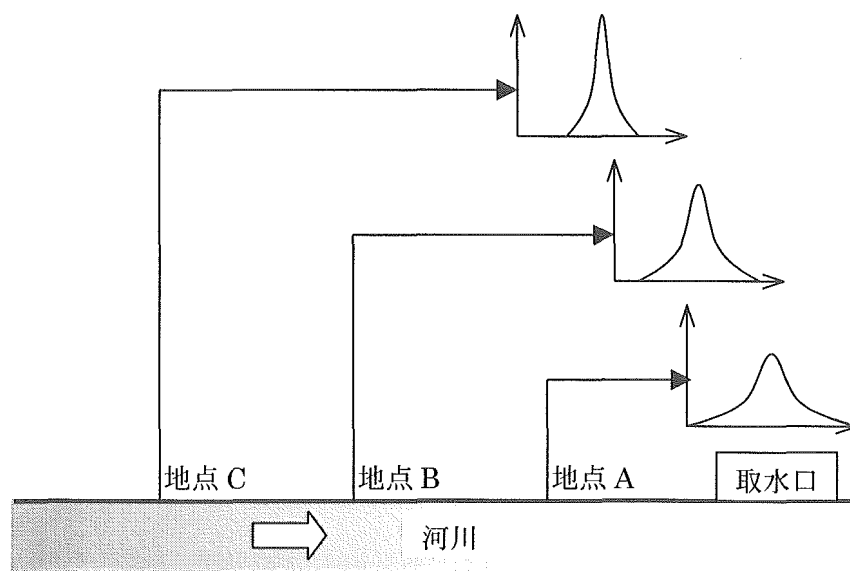


図4-17 水質事故における濃度経時変化の概念図

#### 4. 5. 3 計算の一例

ここでは以下の状況で、シアンが流出したと仮定したときの流下状況の計算を行った。

- ① 事故発生時刻：2002年12月9日23:00～12月10日14:00
- ② シアン流入地点：西関宿（河口より58.2km）
- ③ シアン濃度および量：シアン100mg/lが120m<sup>3</sup>流入

図4-18は、西関宿におけるシアン濃度の経時変化である。この時系列データを上流の境界条件として与え、流下に伴う濃度変化を計算した。

計算における条件は、4.3で示した同定結果を反映させている。なお拡散係数に関する係数aに関しては、 $a=10\text{m}$  および  $a=100\text{m}$  の2通りで計算を行った。

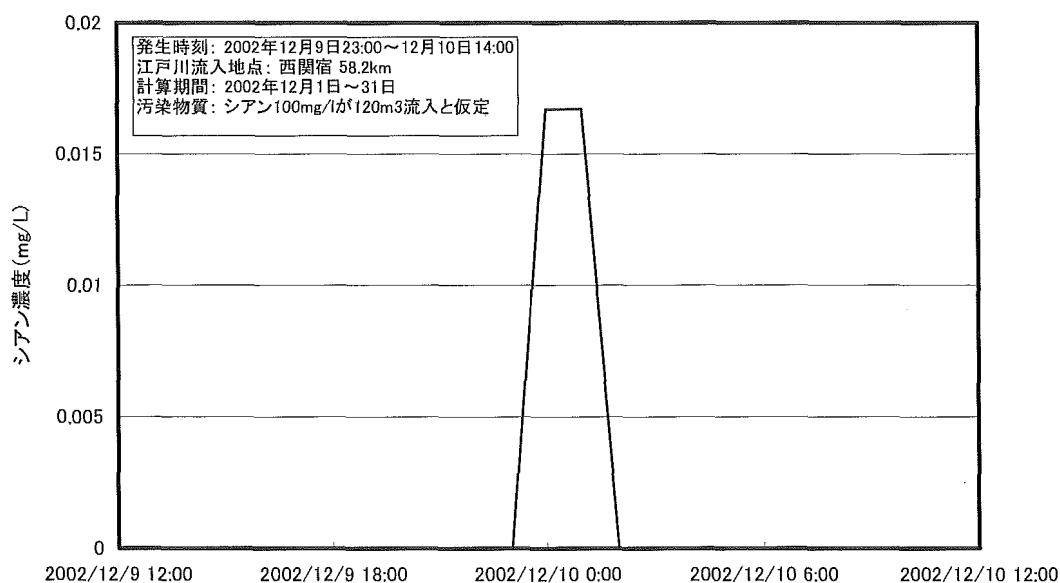
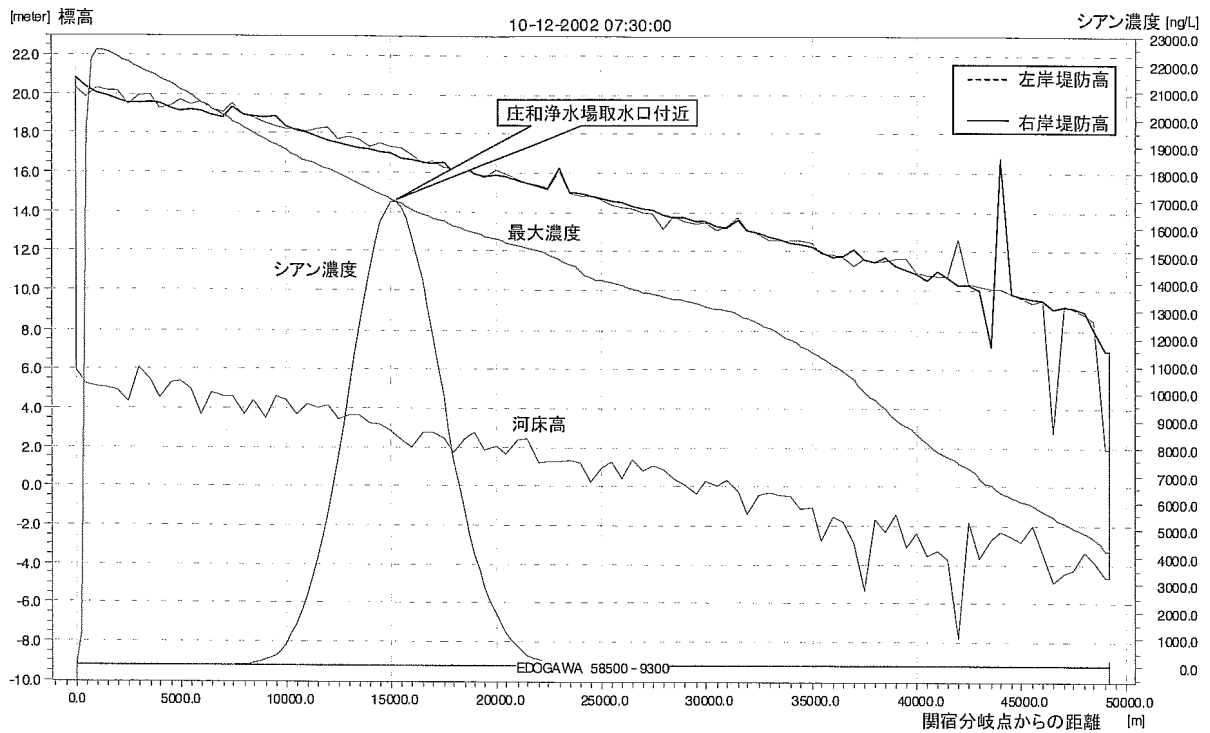


図4-18 シアン流入地点における濃度の経時変化データ

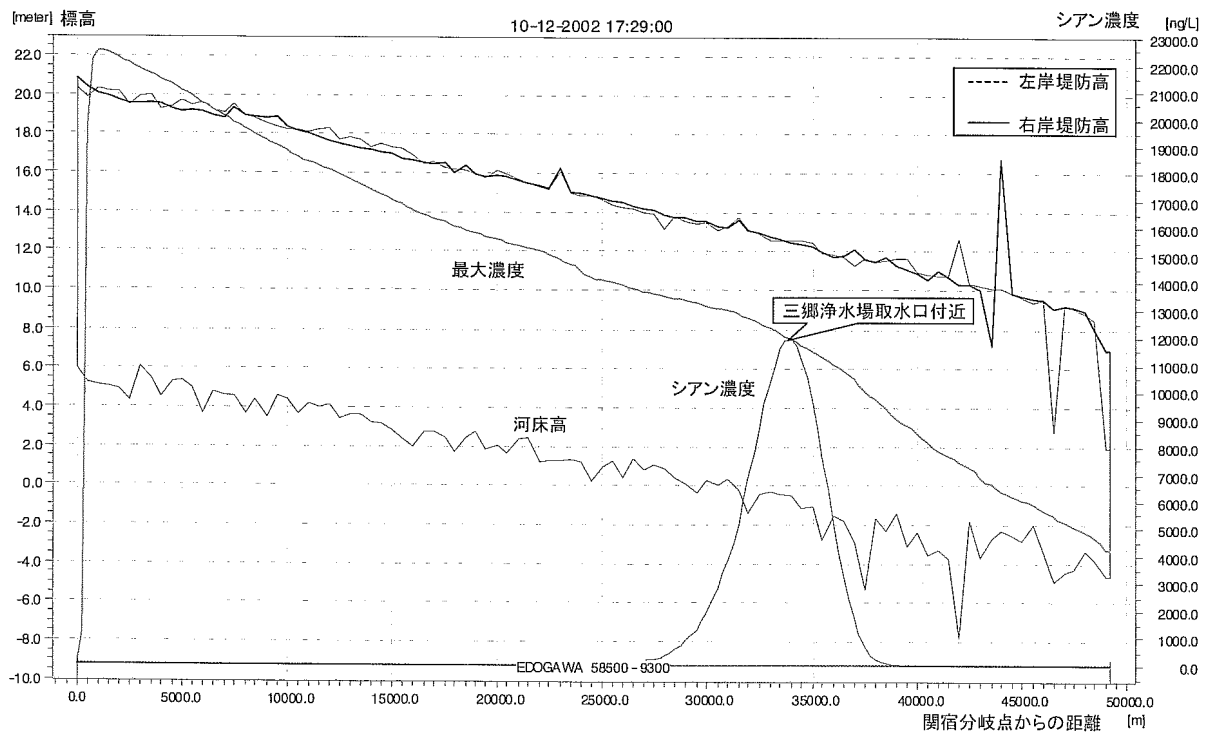
図4-19～図4-21は、 $a=100\text{m}$ の条件における流下方向シアン濃度分布の計算結果を示したものである。流下に伴って、拡散によってピーク濃度が減少していく様子が伺える。

図4-22は、各浄水場取水点におけるシアン濃度の経時変化を示したものである。図中には、濃度の参考値として、シアンの水道水質基準のレベルも示している。流下に従って、係数aの値の影響が顕著となることが示されている。



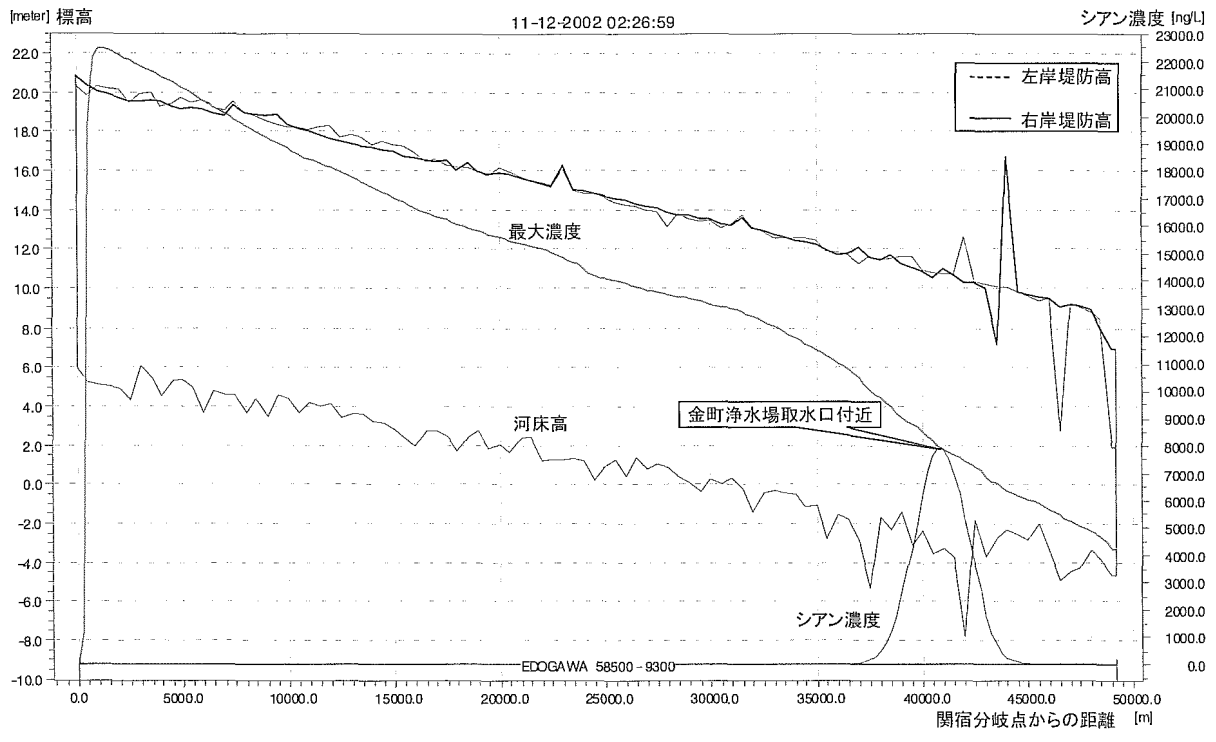
(a=100m)

図4-19 平成14年12月10日7時30分における流下方向シアン濃度分布の計算結果



(a=100m)

図4-20 平成14年12月10日17時29分における流下方向シアン濃度分布の計算結果



(a=100m)

図4-21 平成14年12月11日2時27分における流下方向シアン濃度分布の計算結果

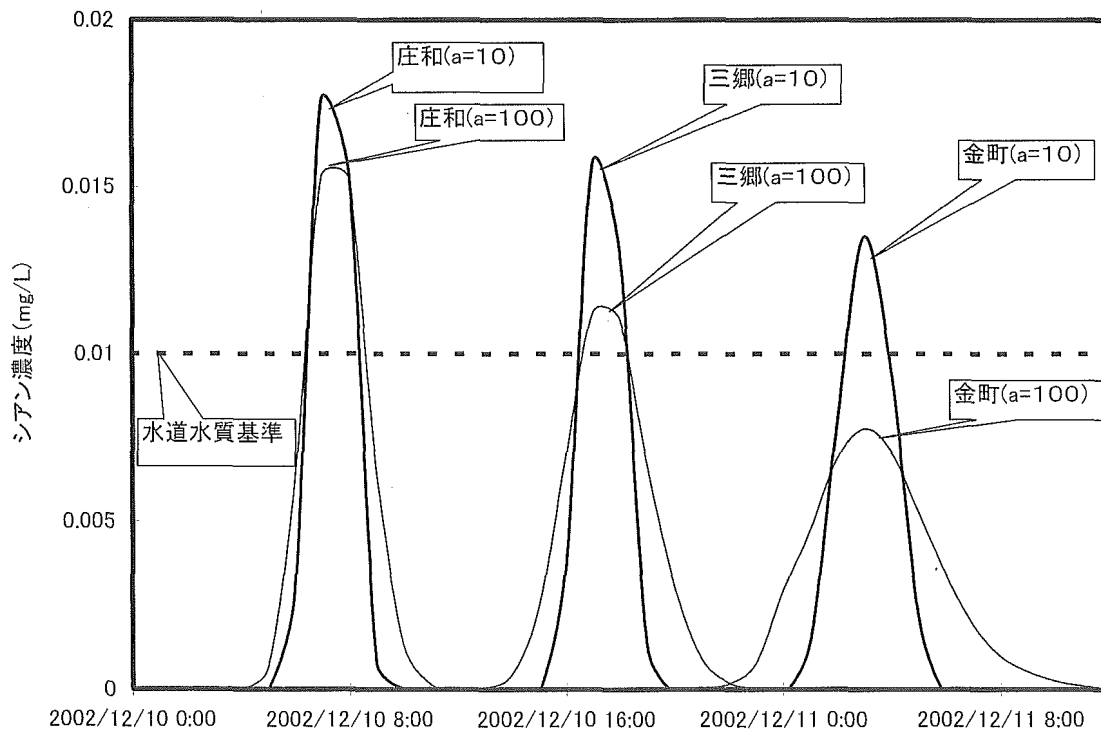


図4-22 各浄水場取水点におけるシアン濃度経時変化の計算結果



#### 4. 6 まとめ

以上のように、水源水質のモニタリングとシミュレータを組み合わせることにより、取水口における水質予測を行うことができ、さらに、濁度のピークカット、粉末活性炭注入制御、および水質事故などへの利用できることについて述べた。しかしながら、これを実際に運用するにあたり、以下の事項が課題となってくる。

##### (1) 技術上の課題

ここで使用したソフトウェアは一次元のものである。しかし、支川の合流地点や公共下水道の放流口の近傍における水質を問題とする場合には、右岸と左岸の水質を分けて考える必要があるため、二次元のものを使用する必要がある。また、油分の場合には主に水の表面を移動し、風の影響を受けるため、これらのパラメータを考慮してシミュレートする必要がある。

このように、水系の特性および水質項目に応じた最適なソフトウェアを用いる必要がある。

##### (2) 水運用

ピークカットによって減少した浄水を保障するためには、当該浄水場の配水系統に余裕を持たせる必要がある。なお、複数の水源による浄水場を有する水道事業体においては、ピークカットを行わない浄水場との間で浄水を都合する方法もあり、ピークカットの実施においては、総合的な水運用システムの構築が不可欠である。

本モデルの運用に際し、国土交通省江戸川河川事務所、東京都水道局、千葉県水道局、北千葉水道企業団、野田市、および埼玉県企業局から貴重なデータの提供をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## 第5章 水源監視技術に関する文献調査結果

### 5.1 文献調査概要

(社)日本水道協会の「突発水質汚染監視対策研究会」では、水道水源における水質汚染事故を監視するための水質監視装置に関する技術調査がなされ、各種監視装置等について運用例等が述べられている。本研究では、それ以降の開発動向や監視装置導入後の状況調査を目的として1997年以降の文献調査を行った。

文献調査にあたっては、計測技術、監視対象項目、水質事故や流域監視に着眼点を置き下記キーワードを組み合わせて検索を行った。

#### ○生物学的水質監視装置

バイオセンシング、バイオセンサ、毒物、水生生物、行動監視、バイオモニタリング、有害化学物質

#### ○化学物質モニタリング、理化学的水質監視装置

水質モニタリング、自動モニタリング、イオン、シアン、重金属、臭気、異臭味、農薬、フェノール、油分・油膜、炭化水素、アルミニウム、アンモニア、VOC、TOC、大腸菌、病原性微生物、トリハロメタン、

#### ○化学物質を対象とした水質センサ

光化学センサ、電気化学センサ

#### ○遠隔監視

流域、水源、水質、監視、計測、事故

### 5.2 水源水質監視装置の概要

水源水質の監視装置等の概要を表5-1に示す。水源監視装置は、

- ①生物を用いて水質の異常の有無を確認する生物学的水質監視装置、
- ②特定の汚染物質の定量を目的とした理化学的水質監視装置、
- ③流域の水質変動を把握、予測する衛星を用いた遠隔計測

に大別できる。

水源水質の監視は突発的な事故に対して迅速に対応できるよう用いられる場合が多いが、藻類濃度の把握などにより浄水工程管理に用いる監視装置の研究開発なども行われている。

#### (1) 生物学的水質監視装置

水道設計指針や維持管理指針にも示されているように、浄水場では金魚、ウグイ、オイカワ、コイ、フナや入手しやすい魚類を水質監視水槽で飼育、監視して、魚の異常な行動の有無により、水質異常の有無を知る目安としている。水質監視水槽の多くは目視による監視が多く、24時間勤務地での監視、昼間のみ監視、定時巡回、TVカメラでの監視等となっている。24時間常時監視が理想的ではあるが遠隔地や無人職場では常時監視が困難であるため、各種生物をセンサとした常時監視が可能な水質監視装置が開発されており、監視水槽とは別に設置する事例も増えてきている。

生物学的水質監視装置は、原因物質は特定できないものの、水質異常が発生した場合には、それを早期に発見することを目的として運用されている。

## (2) 理化学的水質監視装置

理化学的水質監視装置は、特定の監視対象物質の検出や定量ができる装置であり、水道事業体の水質試験室等で化学物質の微量測定に用いられるガスクロマトグラフ (GC)、高速液体クロマトグラフ (HPLC)、ガスクロマトグラフ-質量検出 (GC-MS) などの技術を活用して、揮発性物質などのオンライン計測装置として導入されている。また、異臭味や浄水処理障害の原因となる藻類濃度の計測システムなどの開発も行われており、事故対策だけでなく浄水工程管理に活用できるシステムも今後増えてくるものと予想される。

理化学的水質監視装置による水源水質監視においては、共存物質による妨害や水質変動により測定精度が左右されるなど、測定精度を保つためには維持管理を十分に行う必要がある。

## (3) 遠隔計測 (リモートセンシング)

湖沼やダムなどの水道水源の水質保全対策を実施するにあたり、水質の現状を把握するため船舶等により定期的な観測を行っている。しかし、この方法では点の観測データとなり水域全体の水質分布状態が把握できない。

面的な水質を把握するために、人工衛星などを用いて、クロロフィル a (Chl-a) 濃度、浮遊物質量、透明度、水温等の計測が試みられている。

表 5-1 水源監視技術概要

### ◎生物学的水質監視装置、バイオセンサ等

監視対象項目	生物種	概要	実用化の有無	文献	
急性毒性物質 (急性毒性物質等の流入を早期に発見する。)	硝化細菌	・アンモニア硝化細菌の固定化微生物膜と溶存酸素電極とを組み合わせた微生物呼吸活性検知型バイオセンサ。 ・毒物等の混入による呼吸活性 (酸素消費速度) の低下を検出する。	実用化	1 2 3 4 5	
	鉄酸化細菌	・鉄酸化細菌の固定化微生物膜と溶存酸素電極とを組み合わせた微生物呼吸活性検知型バイオセンサ。 ・毒物等の混入による呼吸活性 (酸素消費速度) の低下を検出する。	実用化	6 7	
	メダカ	・2台の CCD カメラでメダカの位置を 3次元で検出する。 ・遊泳速度、苦悶、狂奔、遊泳位置の変化により異常行動を検出する。			8
		・メダカの活動電位により毒物等の流入を検出する。	実用化	9	
	エビ	・エビの活動電位により毒物等の流入を検出する。	実用化	9	
	フナ	・フナに ID タグを取付け、監視水槽内位置を検出する。 ・毒物等の流入による忌避行動や斃死を利用する。	実用化	9 10	
	コイ	・赤外線カメラで監視水槽内位置を検出する。 ・毒物等の流入による忌避行動を利用する。	実用化	11	

	淡水べん毛虫	・毒物等の混入による、ミドリムシの移動速度や上方への遊泳割合で検出する。	実用化 (海外)	12
	藻類	・光合成による酸素発生量を酸素センサで検出する。	(海外)	13
		・藻類の光合成によって生じた活性を光学的測定器で計測する。 ・検水と標準水を入れた2つフラスコで比較する。	実用化 (海外)	14
	魚類センサ	・監視用水槽流出側にワイヤーセンサを設置。 ・供試魚を用いて間接的に水質信号として変換する。	実用化 (海外)	14 15
	貝(二枚貝) ムール貝、牡蠣	・貝殻の両端に圧力センサを取付け。 ・貝の開閉状態および個数で異常水を検出する。	実用化 (海外)	14
	ミジンコ	・赤外線センサにより、ミジンコの行動パターンを測定、解析し検出する。	実用化 (海外)	14
Al <sup>3+</sup>	蛋白フォスフィン	・蛍光イソチアシアナート (FITC) でフォスピンを標識したものを固定化した全内部反射型蛍光バイオセンサ。 ・Al <sup>3+</sup> により FITC の蛍光強度が増加する。		16
環境水モニタリング	ヒト肝芽腫細胞	・ヒト肝芽腫細胞の低密度リポ蛋白 (LDL) の取込み活性をベースとする。		17

◎理化学的水質監視センサ等

監視対象項目	方式	概要	実用化の有無	文献
油類、油膜	光反射式	・油膜と水面の偏光比率の違いにより検出する。 ・水面に光ビームを照射し、反射光を P 偏光、S 偏光に分離して偏光比 S/P を求める。	実用化	5
	水晶振動子式 (ニオイセンサ)	・水晶振動子と感応膜からなる油臭センサチップ。 ・水晶振動子の共鳴振動波数で発信する発信回路を構成。物質の吸着により共鳴振動波数が減少する。 ・A 重油、軽油、灯油、ガソリンを特異的に吸着する高分子感応膜を利用する。	実用化	18
		・水晶振動子と感応膜からなる油臭センサチップ。 ・水晶振動子の共鳴振動波数で発信する発信回路を構成。物質の吸着により共鳴振動波数が減少する。 ・感応膜には、PVC ブレンド脂質膜を利用する。	実用化	19 20 21
毒物、重金族、有機物等	味覚センサ	・PVC 支持材として種類の異なる脂質を用いた人工脂質膜による味覚センサ。 ・毒物、重金族、有機物等に応じ、それぞれのセンサが反応する。 ・参照電極とセンサ間の電位測定により検出する。		22 23
揮発性有機炭素 (VOC)	ガスクロ式	・パージ-FID による揮発性有機物質の検出する。 ・オンサイトでの分析ガス製造。窒素…空気原料の窒素発生器、水素…イオン交換水原料の水素発生器。	実用化	11 24 25
	PID 方式	・光イオン化検出器 (PID) による、揮発性有機物の検出。 ・紫外線によりイオン化されたときに放出される電子をイオン電流として検出し、濃度に換算する。 ・定性能力なし。既知成分の濃度測定、トータル VOC 濃度検知に利用可能。		25
藻類濃度	蛍光分光法	・藻類を含む検水に、Chl-a およびフィコシアニンに対する励起波長を照射したときの蛍光波長により検出する。藻類濃度と蛍光強度は比例関係。 ・フィコシアニンピークで藍藻を、Chl-a ピークで藍藻を除く藻類を検出する。		26