

図 2 - 1 高速船サンプリング方式  
 (<http://www.orsanco.org/watqual/aquatic/highmont.htm>)

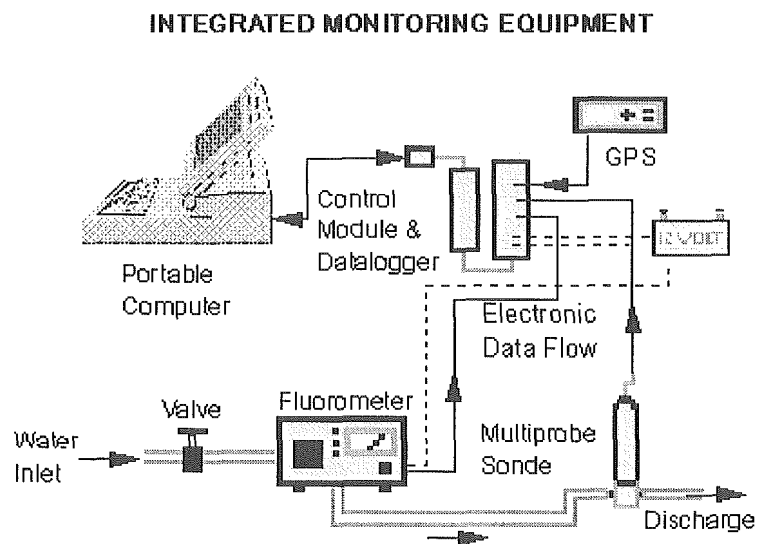


図 2 - 2 蛍光光度計  
 (<http://www.orsanco.org/watqual/aquatic/highmont.htm>)

## 2) 固定点モニタリング

サンプリングは表層及び数点の水深により実施されている。

- ・クリプトスポリジウム及びジアルジア対策として船上に設置された遠心ポンプ・フィルターで濃縮され測定されている。(図 2 - 3)

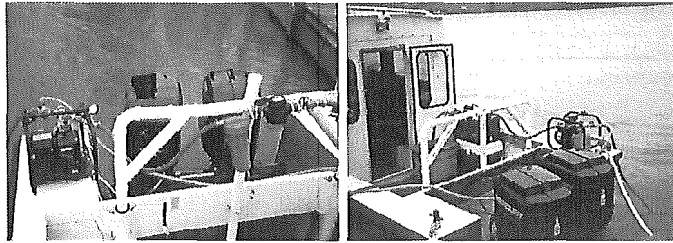


図 2-3 濃縮システム例

(<http://www.orsanco.org/watqual/aquatic/statmont.htm>)

- ・オハイオ川流域の汚染低減プログラムの一環として、ダイオキシン測定が実施されている。大容量の水カラムを利用してダイオキシンを濃縮し、直接測定を可能としている。(図 2-4)

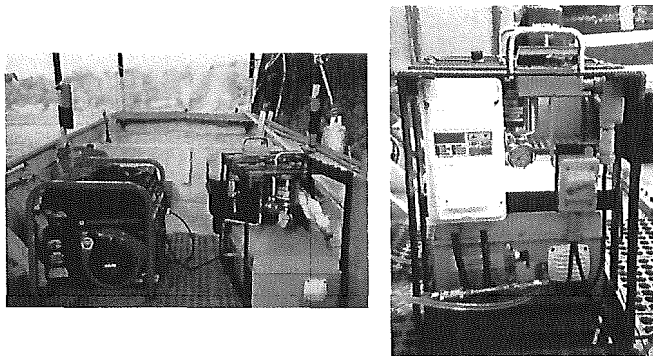


図 2-4 ダイオキシン濃縮システム例

(<http://www.orsanco.org/watqual/aquatic/statmont.htm>)

- ・河川モニタリング

US 環境保護省との共同開発で河川モニタリングが実施されている。(図 2-5)

AMI と呼ばれるモニタリングステーションで 30 分ごとに測定され、一時間単位で ORSANCO にデータ伝送される。測定項目は温度、溶存酸素、電気伝導率、PH、濁度、クロロフィル、流速である。

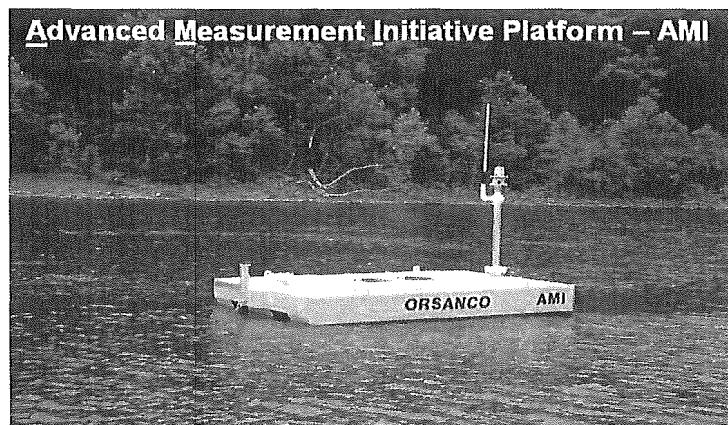


図 2-5 モニタリングステーション AMI

(<http://www.orsanco.org/ami/Default.asp>)

## 2. 3 水源水質監視システムの課題と要求

2. 2項の調査および委員会における情報により、水源水質監視システムの課題は以下に分類される。

### 2. 3. 1 水質分析計

水源監視で導入されている水質分析計は表2-1の結果であった。

札幌市では冬季の環境条件の問題でメンテナンス性に課題があったが維持管理方法の変更で対応している。

要求としては味・臭気（特にカビ臭）の分析計の開発が望まれている。

表2-1 水源水質計器 ○：導入状況

	濁度計	PH計	導電率計	アンモニア計	油分計	VOC計	UV計	バイオアッセイ	塩素イオン計	クロロフィル-a
札幌市水道局	○	○	○	○	○			○	○	
長野県企業局 松塩水道事務所	○	○			○		○	○		
大阪府水道局	○	○	○	○	○	○	○	○		
東京都水道局 金町浄水管理事務所	○	○	○	○	○			○		
ORSANCO（オハイオ）	○	○						○		○

### 2. 3. 2 水質測定場所

札幌市では琴平川全体をモニタリングしているが、他事業者では取水の水質測定である。現状では河川・ダム等の上流側の水質測定はなされておらず、上流にある他事自体の水質データも一部分しか利用されていない。

また、ダム・河川管理部署である国土交通省の水質データは測定内容が限定されている等の問題でありあまり使用されていないことが分かった。

しかし、東京都水道局 金町浄水場のように上流の埼玉県企業局 庄和浄水場の濁度データを利用して、凝集処理制御を行い効果をあげている等、流域水質測定のメリットがしめされている。

要求としては早期水質情報の収集と対処が可能となるように上流の水質データ利用が望まれている。

### 2. 3. 3 システム

札幌市では水質情報システムとしてデータ収集・監視及びデータベース化しており、アプリケーションとして流達予測、汚染源管理（GIS）システムが採用されている。

その他の都市では水源水質を浄水場の監視制御システムに取り込み監視及びデータベース化されている。

要求としてはより早期な浄水処理のために上流域の水質データを取込むシステムの構築と上流水質の変化を予測できるシステムが望まれている。

### 2. 3. 4 データ運用

現状では水源水質データの収集・帳票作成および取水制限・停止、活性炭の注入などリアルタイムの制御に適用されている。収集データによる長期的な解析による管理運用の効率化は今後の課題であった。

### 2. 3. 5 その他

河川途中にダム・堰があるとバッファとなり上流の事業者データが利用できない。毒物が混入しても浄水場内の水は排水出来ない等の課題があることが分かった。

## 2. 4 水源水質監視システムのあるべき姿

水源水質監視システムは水源とその流域内の水質情報を収集・管理し、解析・評価を加えた結果を関連する施設や関係者に公開・配信するものである。水道原水の安全性確保という観点では、A) 浄水処理の運転管理に反映できる即時性を有する監視と、B) 水源水質保全の基本情報を得るための長期的な監視の双方に対応できる必要がある。(1.4.2 項より) また、ACT21 より研究されてきた水道システムの水質管理エリアのサービスユニットである水質情報データベースシステムの機能を有する必要がある。

浄水処理を一般の商品生産に置換えると原料(原水)・生産工程(浄水処理)・製品(浄水)物流(配水設備)となる。

水源水質監視システムは原料(原水)の変動を管理し、生産工程(浄水場)の安全性向上及び安定化・効率化を図り、浄水(製品)の最低限のコストで安定した品質を確保するものである。また、原料(原水)の短期/長期変化等を解析・予測し生産計画(施設計画・運転管理計画)を行えるシステムとする。また、流域全体での生産工程(浄水処理)を考慮すると各生産工程間の情報化が必要であり、特に原料(原水)情報の共有化により生産性を向上出来るシステムとする。

### 2. 4. 1 水源水質監視システムイメージ

図2-6に水源水質監視システムイメージ、図2-7に機能イメージを示す。

水源水質監視システムは従来浄水場単位で管理してきた原水データを集約し流域の水質情報として収集・監視及びデータベース化を行うシステムである。河川全体の水質状況の監視及びアプリケーションとして流達予測等を行い水質異常時に流域全体に情報を配布する。また、データベースサービスにより水質解析及び流域の水質予測を可能とする。

浄水処理工程においては早期の原料(原水)の性状把握により最適な生産(浄水処理)を行うものである。例えば原料(原水)の突発異常に際しては取水停止・制限等の管理を実施し安全性の確保及び生産性の向上を行う、凝集沈殿処理の最適化により凝集剤及び発生汚泥量の削減を実現し環境影響低減化にも寄与するものである。

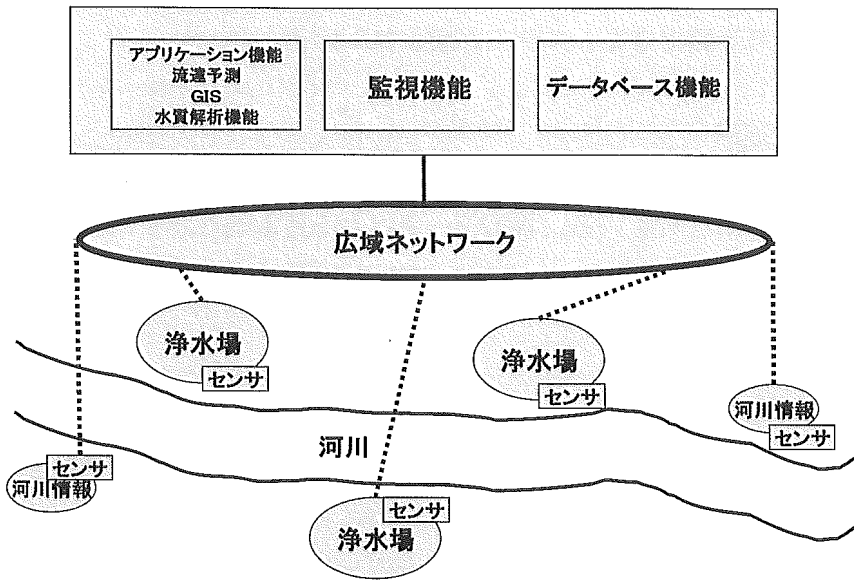


図 2 - 6 水源水質監視システムイメージ

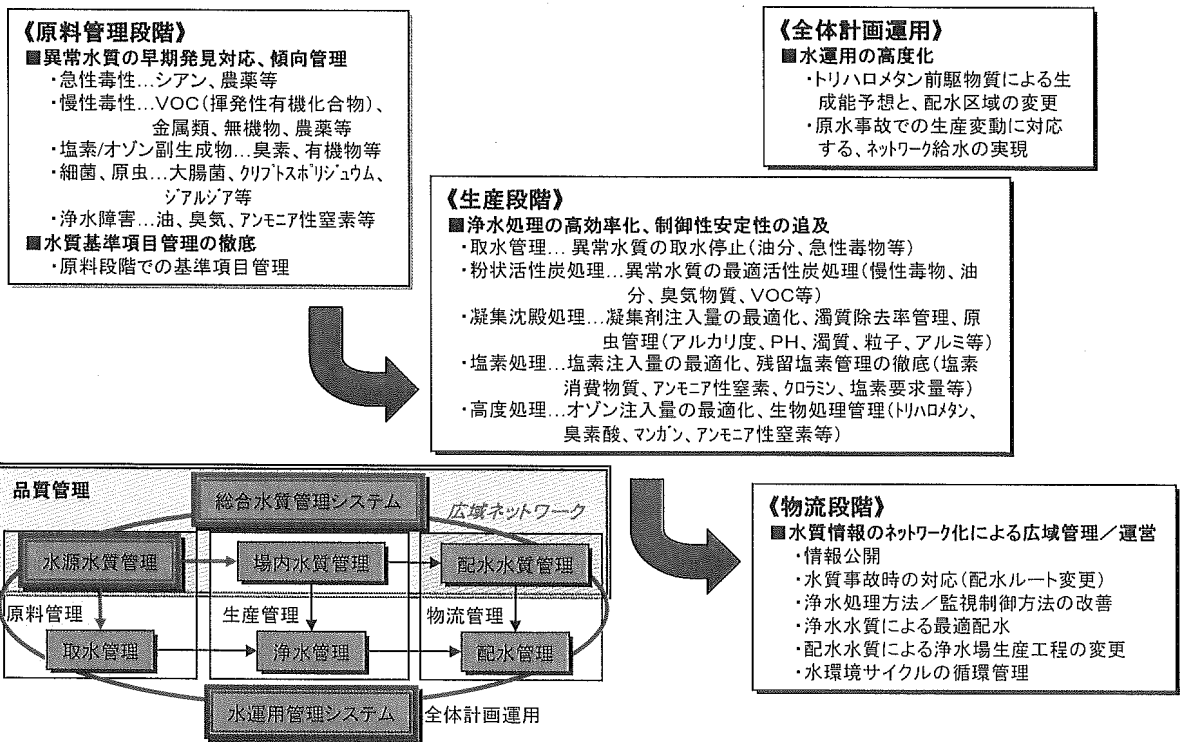


図 2 - 7 機能イメージ

## 2. 4. 2 センサ部機能

水源監視に必要な機能は下記の2点である。

- ①飲料水として人に健康障害を与える水質リスクを持つ物質を計る機能
- ②浄水処理に影響を与える物質を計る機能

①に関しては第1章にてWSPsとHACCPをベースとして必要な水質項目とセンサが纏められている。(表2-2 本表は第1章の補足1-⑧である)

重篤度が高く、短期的で生物種に危害を与えるもの農薬、金属類、シアン化合物、VOC等が挙げられている。これらを測定する技術はでは理化学センサ、バイオセンサが基本である。

理化学センサはクロマトグラフ・原子吸光、ICP等のオンライン化が必要である、技術的には実現可能ではあり一部は実用化されているが、センサのTCO(Total Cost of Ownership)が高い(コスト、メンテナンス)等の問題がある。前述にもあるように一部の浄水場にはオンラインのGC(ガスクロマトグラフ)、IC(イオンクロマトグラフ)が採用されているが、一般の浄水場では採用されにくいのが現状である。バイオセンサは急性毒性にはもっとも有効であるが、物質の特定及び慢性毒性の物質には原理上対応が出来ない等の問題がある。

水源監視システムを満足なものにするためには理化学センサとバイオセンサの併合とこれらのセンサを導入しやすい環境とTCOを低減するための官・学・民一体となった製品開発が必要である。

②に関しては表2-3に示すように、各浄水処理工程の制御に必要な物質を計るセンサが必要である。

水源水質監視に必要なセンサ機能を示したが、すべてのセンサを設置する必要はなく、その流域の特性(河川水質状況)に応じた水質測定を可能とするセンサ機能が必要である。

## 2. 4. 3 データ伝送部

データ伝送部は双方向の通信が可能であり、かつ広域のネットワークが可能なシステムとする。最近の技術動向及び機能として広域でマルチクライアントが可能なインターネットが有効な技術である。

## 2. 4. 4 監視・データベース機能

広域の監視及びデータベース化が可能なシステムとしてSCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)システムにより構築され、流域水質(浄水場原水データ、河川情報)の統合化を行い流域水質の常時監視及び異常時の監視を行うシステムとする。流域水質変化の早期監視及び情報の共有化のためマルチクライアントによる監視機能と流域全体でのデータ解析・運用機能のためにクライアント&サーバシステムとする。

また、流域の水質データベース機能として活用するために水質試験室で実施される手分析データ及び現場で実施される手分析データの取り込み、LIMS(Laboratory Information

Management System) との結合も必要である。

表 2-2 水質リスクグループに対する水質監視要件の整理

グループ	危険度 (5レベル)	時間スケール (2分組)	危害要因 (3分類)	該当する 水質項目	監視に求められる要件	あるべき監視方法						
						バイオセンサ等 適用センサ	理化学センサ 適用センサ	リモートセンシング 適用センサ	手分析 分析法			
01	影響がしまたは不検出	短期的	生物的									
02	影響がしまたは不検出	短期的	化学的									
03	影響がしまたは不検出	短期的	物理的									
04	影響がしまたは不検出	長期的	生物的									
05	影響がしまたは不検出	長期的	化学的									
06	影響がしまたは不検出	長期的	物理的									
07	小數に危害を与えるポテンシャル	短期的	生物的									
08	小數に危害を与えるポテンシャル	短期的	化学的									
09	小數に危害を与えるポテンシャル	短期的	物理的									
10	小數に危害を与えるポテンシャル	長期的	生物的									
11	小數に危害を与えるポテンシャル	長期的	化学的									
12	小數に危害を与えるポテンシャル	長期的	物理的									
13	多數に危害を与えるポテンシャル	短期的	生物的	一般細菌、大腸菌、 クリプトスポリジウム など	短期的な変動傾向を把握できる 程度の計測が可能であり、 測定対象の良的計測だけで なく活性度(生死)も詳細で あることが望ましい。 発発的な水質事象に由来する ことが多いため、連続的な 計測が望ましい。発生ポテン シャルが高い箇所(ゴルフ場 等)が既知の場合には、その 発生度の計測が望ましい。	×	○	蛍光発光 微粒子カウンタ フローセルなど	×	○	微生物試験 (特定細菌基質培地法、 顕微鏡観察など)	
14	多數に危害を与えるポテンシャル	短期的	化学的	テラウム、シマジン チオベンカルブ など	発発的な変動傾向を把握できる 程度の計測が可能であり、 測定対象の良的計測だけで なく活性度(生死)も詳細で あることが望ましい。 発発的な水質事象に由来する ことが多いため、連続的な 計測が望ましい。発生ポテン シャルが高い箇所(ゴルフ場 等)が既知の場合には、その 発生度の計測が望ましい。	○	○	硝化細菌、 鉄酸化細菌 の呼吸活性 魚類行動計 測など		×	○	理化学試験 (クロマトグラフなど)
15	多數に危害を与えるポテンシャル	短期的	物理的									
16	多數に危害を与えるポテンシャル	長期的	生物的									
17	多數に危害を与えるポテンシャル	長期的	化学的	カドミウム、セレン 硝酸性窒素 など	長期的な変動傾向を把握できる 程度の計測が可能であり、 測定対象の良的計測だけで なく活性度(生死)も詳細で あることが望ましい。 発発的な水質事象に由来する ことが多いため、連続的な 計測が望ましい。発生ポテン シャルが高い箇所(ゴルフ場 等)が既知の場合には、その 発生度の計測が望ましい。	×	○	オートアナライザ (原子吸光、ICP など)	×	○	○	理化学試験 (原子吸光、ICP イオンクロムなど)
18	多數に危害を与えるポテンシャル	長期的	物理的	放射性物質 (水質基準対象外、 独自項目として モニタリングあり)	長期的な変動傾向を把握できる 程度の計測が可能であり、 測定対象の良的計測だけで なく活性度(生死)も詳細で あることが望ましい。 発発的な水質事象に由来する ことが多いため、連続的な 計測が望ましい。発生ポテン シャルが高い箇所(ゴルフ場 等)が既知の場合には、その 発生度の計測が望ましい。	×	×			×	○	理化学試験 (ガスフロー、シンチレー ションによるα、β線 測定)
19	小數が致死	短期的	生物的									
20	小數が致死	短期的	化学的									
21	小數が致死	短期的	物理的									
22	小數が致死	長期的	生物的									
23	小數が致死	長期的	化学的	水銀、鉛、七素 トリクロロエタン など	長期的な変動傾向を把握できる 程度の計測が可能であり、 測定対象の良的計測だけで なく活性度(生死)も詳細で あることが望ましい。 発発的な水質事象に由来する ことが多いため、連続的な 計測が望ましい。発生ポテン シャルが高い箇所(ゴルフ場 等)が既知の場合には、その 発生度の計測が望ましい。	○	○	ミジンコ、べ ん毛虫など の行動計測		×	○	理化学試験
24	小數が致死	長期的	物理的									
25	多數が致死	短期的	生物的									
26	多數が致死	短期的	化学的									
27	多數が致死	短期的	物理的									
28	多數が致死	長期的	生物的									
29	多數が致死	長期的	化学的									
30	多數が致死	長期的	物理的									

今回の分類分けで危害物質があるもの 危害の危険度(5レベル)、時間スケール(2分組)、危害要因(3分類)によりグループ分け 発生頻度は各水系により異なるため、今回考慮せず

表 2-3 浄水処理に必要なセンサ

浄水工程	測定目的	センサ	備考	浄水工程	測定目的	センサ	備考
取水管理	取水停止、制限	油分 濁度 PH 臭気		酸化・消毒処理	塩素注入量	有機物 アンモニア性窒素 塩素要求量	UV、TOC
				活性炭処理	異常水質処理	油分 臭気 界面活性剤	高度処理
凝集沈殿処理	凝集剤注入量 原虫処理	アルカリ度 PH 濁度 粒子					

### 2. 4. 5 アプリケーション機能

水質異常時の対応として流達予測、GIS と PRTR 情報による特定事業者の位置及び保有化合物情報のライブラリ機能を流域事業体に情報提供する機能を持つ。また、流域の情報サービスとして ASP(Application Service Provider)機能を持ち、河川情報・水質情報のデータサービスも実現する。

## 第2章の補足資料

- ・補足2-① 札幌市水道局 システムの全体像 1/3～3/3
- ・補足2-② 長野県企業局 訪問調査資料 1/6～6/6
- ・補足2-③ 東京都水道局金町浄水場 訪問調査資料 1/4～1/4



## 第3章

# 水源水質データ評価・運用システムの提案

### 3. 1 水源水質データ評価・運用システムの必要性

水道水源水質の悪化は、水源の富栄養化に伴うかび臭の発生、塩素消毒による消毒副生成物の生成、塩素注入量の増加による塩素臭の問題など、水道において種々の問題を引き起こす大きな原因となり、様々な汚濁物質へ対処するための水道水質管理のコストを増加させる。

厚生労働省が平成16年6月に発表した『21世紀水道ビジョン』では、微量有害化学物質や耐塩素性微生物等による汚染、十分な改善がみられていない生活排水による河川の汚濁や湖沼の富栄養化など、流域的視点に立って関係者の連携のもとに万全を期す必要があること、さらに、水道水源の水質汚染事故等による水道施設や給水栓水質への影響の防止やこのための迅速な対応のために、日常の水質管理が水源から給水栓まで一貫してなされることを求めている。

水道にとって、水源水質データの活用には短期データの活用の側面と中長期的なデータの活用の側面がある。水質の急激な変動の早期発見と予測による対策は、時間的ゆとりを持った的確な対応による安全で安心な水の安定給水を実現するために必要である。また、中長期的な水源の水質の変化は浄水処理システムの将来に関わることであり、長期的な水源水質のデータの運用により、将来動向を予測し施設計画を策定することを可能とする。さらに、水源河川等の水質情報の蓄積、データ解析と将来水質の予測、浄水処理への影響評価を行うことは、流域全体での浄水処理の効率化、リスク管理、環境保全活動の積極的な推進に重要な意味を持つ。

したがって、水源水質データ評価・運用システムの構築が必要である。

### 3. 2 水源水質データ評価・運用管理システム概念

提案システムではその流域を中心に、都市活動の主体である市街地での取水や下水道からの排水、工場からの排水といった特定施設からの点源負荷のみでなく、森林、農地、道路などからの面源負荷も考慮したものとしている。従来は利水目的毎に水質が測定され、各行政単位で管理され、流域一体となった管理はなされておらず、データの活用が困難であった。そこで、行政や利水目的の枠を越えてデータを統合管理・運用する流域統合管理センタを構築し、流域水源水質環境情報の提供や解析の拠点とする。本システムの概念を図3-1に示す。

本システムの基本コンセプトは以下のとおりである。

- ① 水道事業体の原水水質常時監視システムや国土交通省などの河川管理者、環境部の河川・水源水質監視システムや気象情報システム、地理情報システム（GIS）と流域単位でオンライン連携接続し、これにより上流の水質変動をより早期に把握し、水質変化の早期予測を可能とする。
- ② 過去データを含めた各種水質情報の蓄積によるデータベース化、水質データ解

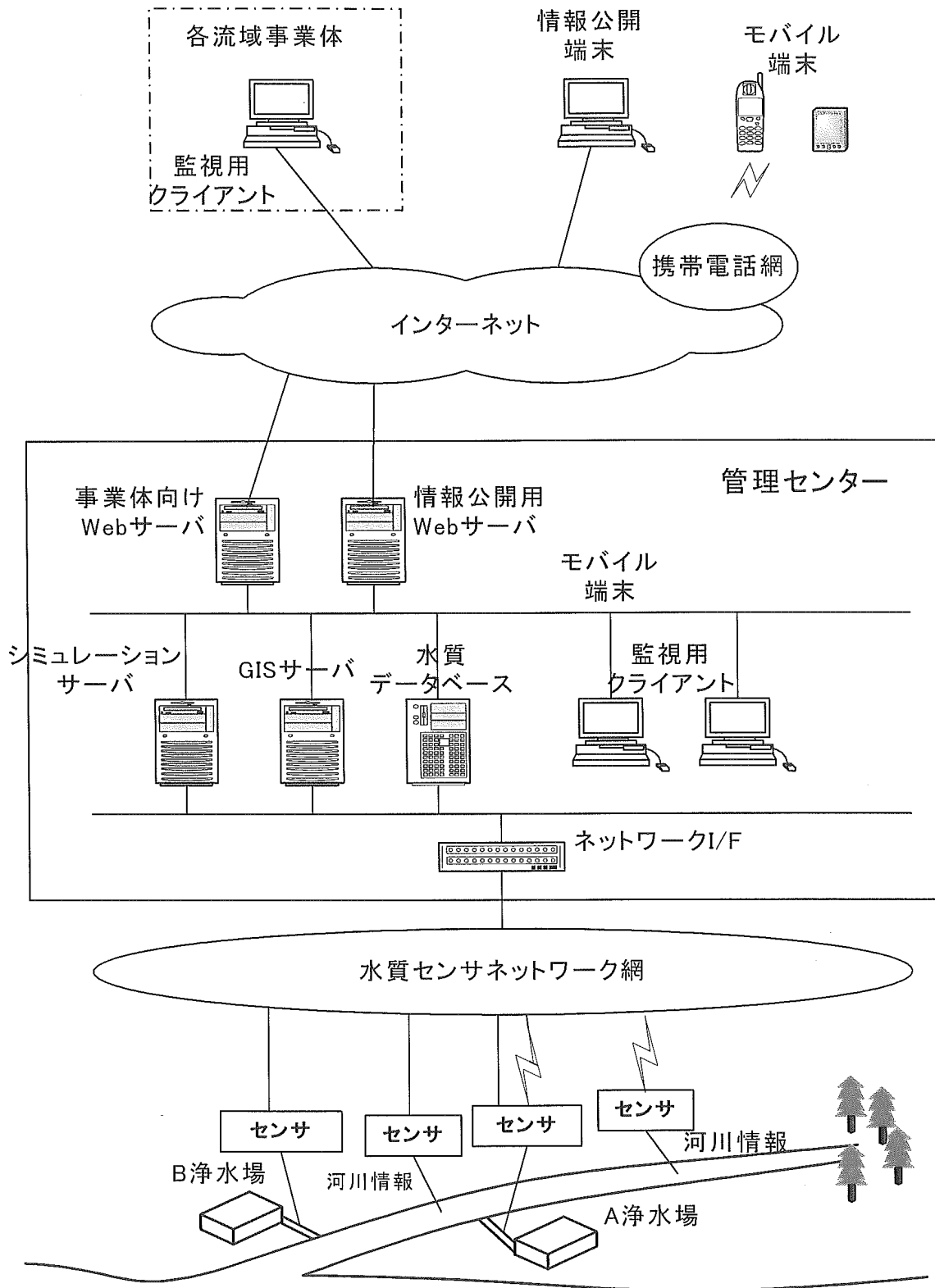


図 3 - 1 水源水質データ評価・運用管理システムの概念図

析やシミュレーションによる水量・水質変動の予測や水質汚染の影響や被害の予測を可能とする。

③ 水道事業体イントラネットとの連携による水道各部署・所轄複数浄水場との連携

による水質情報の提供や情報交換

- ④ 事業体内水運用・監視制御システムとの結合による流域事業体間水運用
- ⑤ モバイル・携帯情報端末による作業現場への情報提供や画像を含む現場情報の収集
- ⑥ インターネットを利用した厚労省や水道技術研究センタなど関係機関との連携
- ⑦ インターネットを使用した市民への水道情報公開

### 3. 3 システムの構成

水質計器の選定・設置にあたっては第1章で記載したように WHO の提唱した「水安全計画 (WSPs)」の危害分析手順に従い、流域特性に応じて想定されるリスクや重篤度により、適切な計測項目と計測手段を抽出・整理する (図1-2, 表2-2 参照)。また、計器の選定にあたっては、前章2.4.2や後述の第5章に示す生物学的監視装置や各種理化学センサを参考に選定し、組み合わせた計測システムを構築、整備することが望ましい。システムの構築にあたっては、水道事業体での原水の常時監視システムや河川管理者や環境部局からの水質や水量の測定速報値のインターネット等による情報公開および、流域事業体間の水質監視計器による水質情報のオンライン化などや地理情報システム基盤の活用により早期発見から緊急措置、迅速な情報の収集から伝達までのシステムの構築を地域性、流域環境、事業体規模に応じて構築することが望まれる。

図3-1の水源水質統合管理システムの概念図に示すように、流域より広範に得られるデータを管理センタのデータベースに取り込む。ここでは、既存の水量データや水質データについても連携させて統合管理を実現する。統合管理されたデータを元に水環境の変化をモデル化し、河川の現状と変化を的確にとらえ、汚染メカニズムの解明やシミュレーションに基づく予測データなどの情報を解りやすく提供する。これらの整備を基礎として、流域事業体、河川管理者、連絡協議会等の広域水源水質情報ネットワークの構築や図3-2に示すような事業体内の水道水質情報管理運用システムとの組合せによる運用が考えられる。

### 3. 4 データの活用

水道のリスクとして、浄水プロセスの機能障害、健康リスク障害、利水障害が考えられ、これらはさらに図3-3に示すように、水質事故などの短期でのリスクと流域の利用形態や環境変化に伴う長期リスクに区分して考えることができ、これに対応させたデータの活用法とその利点が考えられる。以下にそれぞれのデータの活用法とその利点を以下に概説する。

#### 3. 4. 1 短期データの活用

短期水質リスクには有害化学物質や油類による突発性水質汚染事故や濁度など急速な水質変動による浄水機能障害があげられる。これらのリスクに対応する浄水プロセ

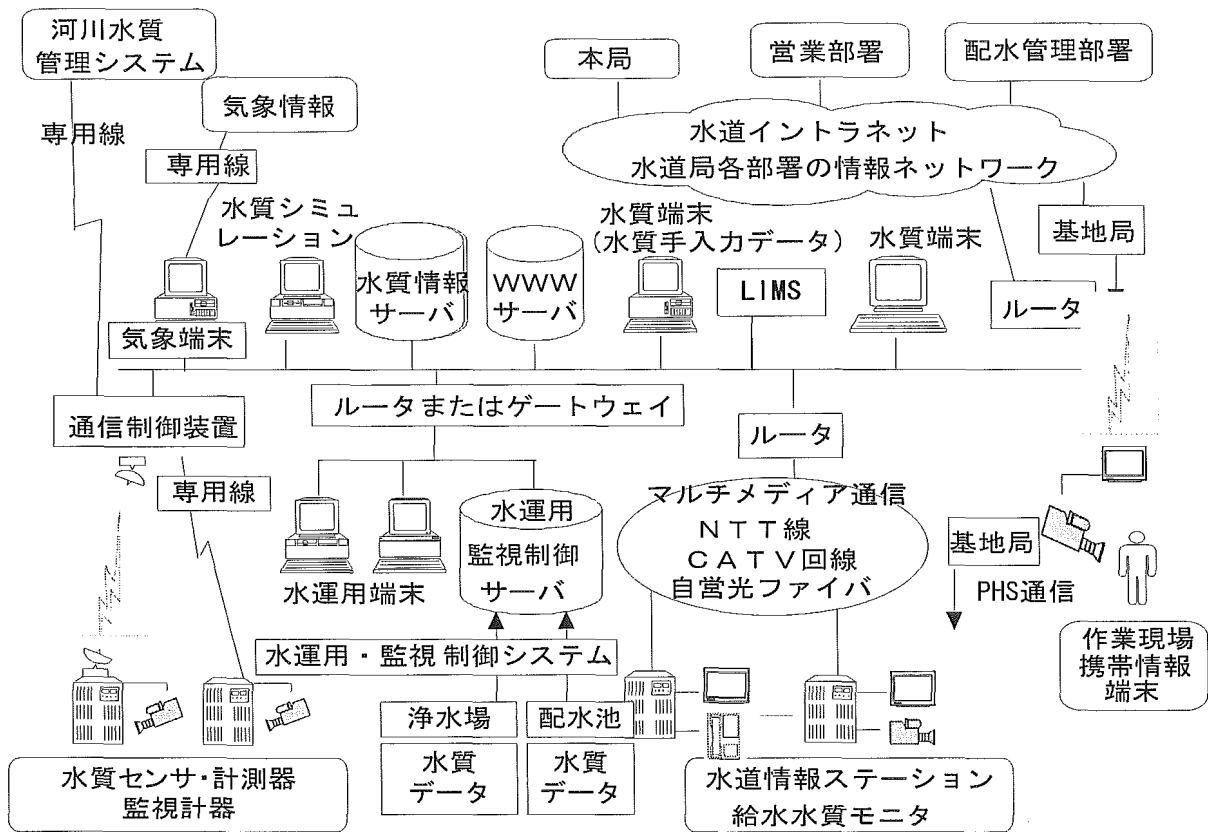


図 3-2 水道水質情報管理運用システム

ス側の主な操作としては凝集沈殿ろ過、活性炭処理、塩素消毒処理が考えられ、これらの処理プロセスに対応してシアンや油分などの短期水質リスク項目を図 3-3 に示すように浄水処理のメカニズムに応じて、それぞれを分類、モデル化し、対策や短期予測に活用できると考えられる。

#### (1) 突発性水質汚染事故への活用

VOC、シアンなどに代表される突発性水質事故への対応では、リアルタイムで計測可能なバイオアッセイや理化学計器を適正に配備することにより、これら計器の計測データを基にした上流域からの汚染物質流下・拡散・流達予測モデルを構築することができる（詳細は後述の第 4 章 4.4 に記載）。これにより、異常水質への早期発見から対応ばかりでなく、汚染規模の想定、重篤度の予測が可能となり、発見から取水調整やオイルフェンス設置などの処置、復帰確認まで一貫した対応を可能とすることができる。

さらに GIS と PRTR 情報による特定事業者の位置情報および保有化学物質情報のライブラリ機能を利用した汚染源・発生源調査や被害想定、浄水処理対策ガイダンスな

どに役立てることも可能となる。

なお、現状では、油類の汚染は、油が表面に油膜を形成した状態、水中に分散した状態などにより挙動が複雑であり正確な予測は難しいが、監視計器を多点配置することで対応できると考える。

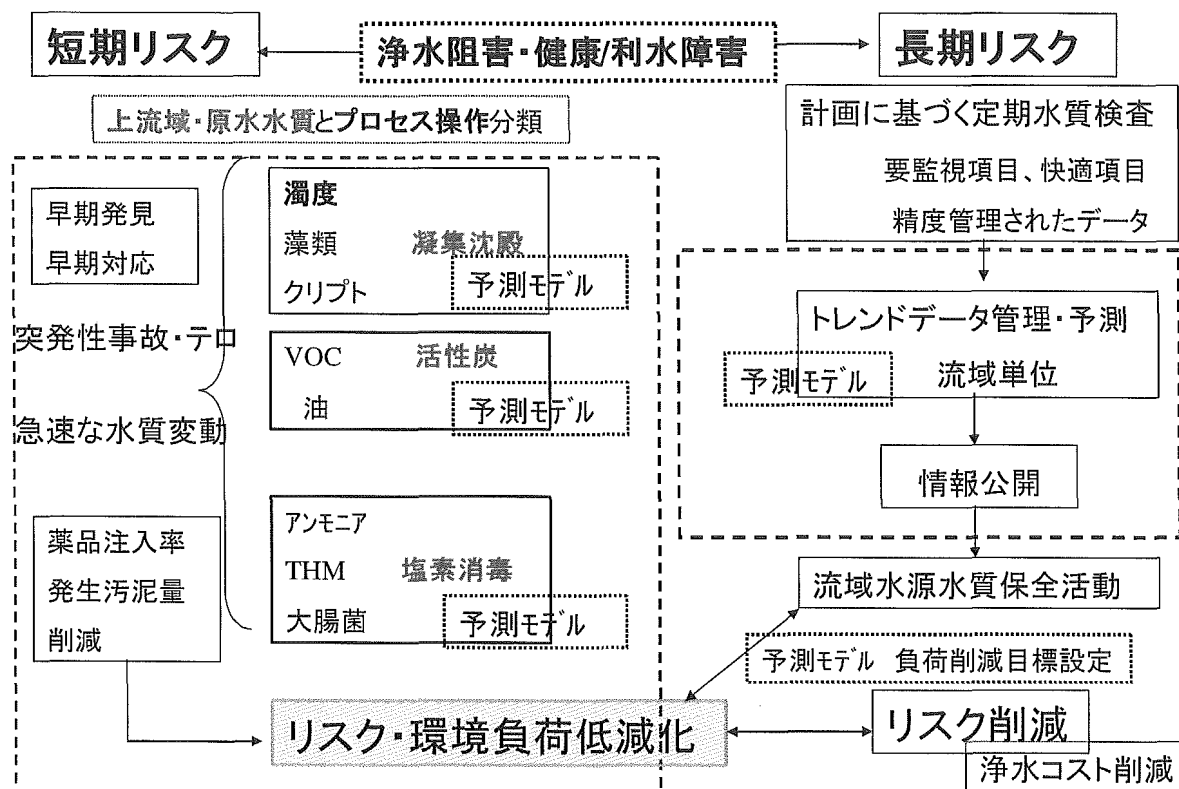


図 3 - 3 安全・安心な水の安定供給のための水源水質データの活用法

## (2) 一般的な水質変動への活用

濁度や色度など一般的な水質変動への活用については以下が考えられる。

### 1) 凝集沈殿ろ過のプロセスへの活用

急速な原水濁度変動、凝集阻害の原因となる藻類の流入への対応措置などへの適用が考えられる。濁度についての適用は第4章4.3で詳細を後述するが上流の降雨情報による流出予測や流達時間予測が可能となるため濁度のピークを的確に捉えピーク時に取水制限あるいは取水を停止させる、あるいは事業体内、事業体間での水運用を可能とすることにより凝集剤の消費量や発生汚泥量の削減ができるようになるので、浄水コスト削減や環境負荷の低減化が期待できる。

### 2) 活性炭注入率予測

油、2-MIB やジェオスミンなどの異臭味物質、トリハロメタン前駆物質などのデータを活性炭処理の予測や準備へ活用できる (第4章4.4参照)。

### 3) 塩素消毒プロセスへの適用

アンモニアのデータは塩素要求量や塩素注入率予測に利用することができる。  
また、THMFP（トリハロメタン前駆物質）や臭素イオンのデータは消毒副生成物を考慮した塩素やオゾンの注入率あるいは活性炭注入率の予測や制御に有効と考える。

短期リスクに対する計測システムの要件として、早期発見、早期対応が求められるのでリアルタイム性が重要であり、適切な計測点の選定による多点・複数点での適正配備、計測頻度、計測情報の精度、信頼性の要求レベルなどを明確化し、導入することが望まれる。

期待されるシステムの導入効果として、上述の薬液注入率予測による活性炭あるいは薬品類（凝集剤・塩素剤・pH調整剤等）の準備など事業体内ばかりでなく、事業体間での応援給水などの水運用による対策も可能となり、早期対応や被害の軽減化措置、時間的ゆとりを持った“的確な”対応による安定給水の実現、原水水質基準項目管理の徹底、情報公開による原水段階からの水質基準項目の管理と利水者への説明責任を果たすことができると考えられる。

なお、短期データ活用のための水質予測モデルとその応用についてはさらに、後述の第4章にて詳細を記載する。

### 3. 4. 2 長期データの活用

長期リスクは、水質検査計画に基づき、精度管理されたデータや過去に蓄積されたデータを含めて活用し、長期的トレンドデータに基づいた流域水源の水量や水質の変化の把握し、モデル化することにより、中長期的予測を行い、これを情報公開することによって、流域水源環境の保全への提言やたとえば下水処理施設の高度化など流域保全活動の評価、流域にある浄水施設の設備の更新や高度浄水処理などの計画に活用できると考えられる。

長期リスクに対するシステムの要件としては、予測精度向上のための流域情報データベースの構築があげられ、流域土地利用情報、化学物質に関する PRTR 情報、水位などの河川水文情報の活用が考えられる。

長期データの活用法としては以下が考えられる。

#### i. 水道事業への適用

- ① 凝集剤・酸化剤注入曲線の季節補正への適用。
- ② 臭気物質（2-MIB, ジェオスミンなど）データ運用による予測精度の向上と活性炭投与の準備や計画の効率化。
- ③ 浄水施設・浄水機能の向上施策、高度処理導入などの施設計画への反映。

#### ii. 情報公開への幅広い活用

- ① 慢性毒性物質（消毒副生成物、THMFP など）の健康リスクのさらなる軽減化対策への活用と措置。たとえば、水源水質保全2法を有効に機能させるためのデータとしての活用など。

- ② 水道水質の要件である快適性（濁色、異臭味物質（2-MIB, ジェオスミン））向上のための水源環境負荷低減施策・流域水源水質保全活動の提言への活用。
- ③ 河川流域特性によるリスク管理への活用。すなわち、水質基準項目の特性把握（農薬、VOC 等有害化学物質、無機物質、有害重金属類等）。
- ④ 汚染源事業所の調査と管理対策（水質検査計画への反映）
- ⑤ 藻類、2-MIB やジェオスミンなどカビ臭物質、アンモニア性窒素等の原因となる水源の富栄養化対策の計画や推進。
- ⑥ 水源流域環境保全活動・施策に対する評価への活用。

以下に具体的な例を示し概説する。

（１）水道事業への適用について

１）消毒副生成物対策への活用

浄水過程で生成される塩素消毒副生成物の水道原水への流出や流達状況は流域の環境状態に支配される。主要な生成原因有機物には、陸成フミン質や貯水池などの富栄養化による藻類代謝物、下水や農畜産排水、工場排水の易分解性有機物やし尿・下水処理場の処理水中の難分解性有機物などが考えられている。

トリハロメタン（THM）は、図 3-4 に示すように原水中の消毒副生成物（DBP）の前駆物質（生成の元となる有機物質）が塩素と反応しトリハロメタン等の DBP を生成する際、主に以下の 2 種の条件の影響を受けると考えられる。

すなわち、浄水処理条件（塩素注入率、活性炭注入率、凝集沈澱効果）と反応・生成条件（水温、pH、塩素処理時間）である。

浄水場では塩素処理により生成するトリハロメタンやジクロロ酢酸（DCA）などの DBP の主な低減化対策として、水道原水への粉末活性炭注入や前塩素（前塩）処理から中間塩素（中塩）処理への切替が実施されているが、原水流入時点での浄水 DBP 生成量の予測が現状困難であるため、この DBP 予測ができれば、より効率的な運用が可能となる。

したがって、水温、pH、トリハロメタン生成能など過去の水質データの解析により、各式の係数の決定や数値の精度向上に活用し、さらに流域土地利用情報や水文データを組み合わせた解析や予測に利用することにより、精度の高い活性炭の準備計画や塩素注入点の変更時期の決定、高度処理施設の導入計画などの策定に役立てることが可能と考えられる。

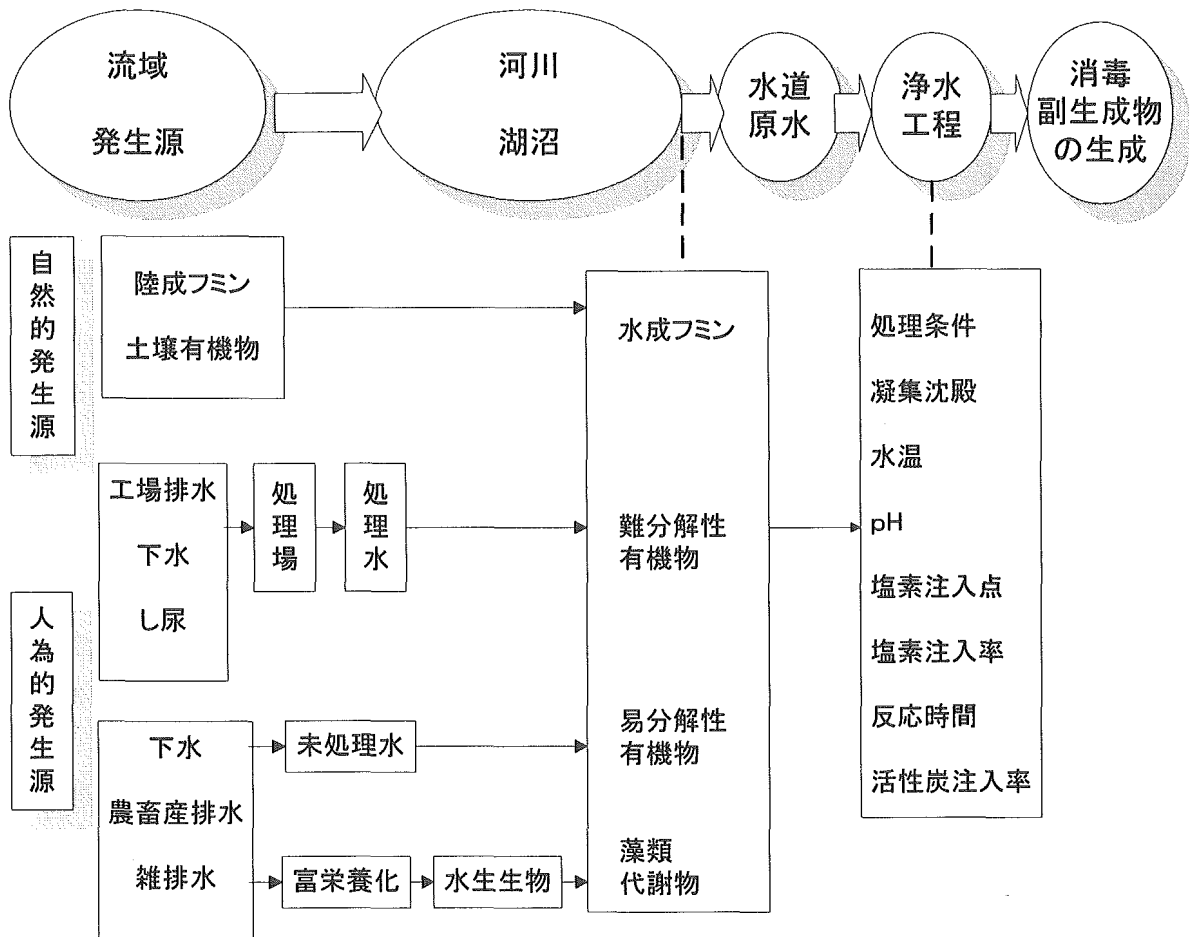


図 3-4 消毒副生成物原因物質の発生源と浄水プロセスでの生成に関する要因

消毒副生成物の前駆物質量を  $C_{DBP0}$ 、活性炭注入率を  $AC$  [mg/L]、凝集沈澱効果を凝集沈澱係数  $FL$ 、水温を  $T$  [°C]、 $pH$ 、塩素処理時間を  $t$  [hr] とする。THM 濃度と DCA 濃度は、浄水場のように常に残留塩素が 1~2 mg/L 存在する系ではあまり生成速度に影響しない<sup>1)</sup>と仮定すると、6つの影響因子 (THMFP、水温、 $pH$ 、活性炭注入率、凝集沈澱係数、塩素処理時間) の関数の積で表わされる一般予測式<sup>2)~4)</sup>を用い、次式で記述できる。<sup>5)</sup>

・ THM 濃度:

$$C_{THM} = K_{THM} \cdot THMFP \cdot \exp(-a \cdot AC) \cdot FL \cdot \exp\{-b \cdot (T+273)^{-1}\} \cdot pH \cdot t^n$$

・ DCA 濃度:

$$C_{DCA} = K_{DCA} \cdot THMFP \cdot \exp(-a \cdot AC) \cdot FL \cdot \exp\{-b' \cdot (T+273)^{-1}\} \cdot (-c \cdot pH^2 + d \cdot pH - e) \cdot t^{n'}$$

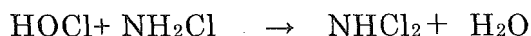
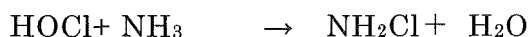
ここで、 $a, b, b', c, d, e, n, n'$ : 定数(実験、実測データ等により決定)、 $K_{THM}$ 、 $K_{DCA}$ : 補正係数 (THMFP、 $AC$ 、 $T$ 、 $pH$ 、 $t$ 、 $C_{DBP}$  のデータ 1 組を取得し算出)、 $FL$ : 凝集沈澱係数 (前塩処理時、中塩処理時で異なる値) である。

## 2) 異臭味対策への活用

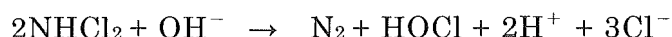
冬季に水温が低下し、河川での硝化が進まず、アンモニア性窒素濃度が高くなるような河川水を水源とする場合には、アンモニア性窒素と塩素が反応して臭気の原因物質のひとつであるクロラミン、ジクロラミンを生成する。水中にアンモニアがあると、



HOCl と反応して次のようにクロラミンを生じる。



ジクロラミン濃度が高いと、遊離残留塩素に正の誤差を与え、塩素注入制御がうまく行かないことがある。また、下記式のようにジクロラミンの分解によって遊離残留塩素が増加する場合もあり、複雑で困難な残留塩素の制御にも役立てることが可能と考えられる。



また、富栄養化の進行した湖沼やダム貯水池を水源としている場合には、カビ臭物質に対する対策が必要である。原水中に含まれる 2-MIB やジェオスミンなどのカビ臭物質（異臭味物質）の存在形態は、水中に溶存している成分と異臭味を産生する藻類に保存されている異臭味成分とに分けられる。藻体内に保持される異臭味成分の存在割合は藻類の増殖過程によって異なり、浄水過程で用いられる塩素処理により細胞が破壊されて水中へ移行し、異臭味として検出されることもある。したがって、異臭味除去には活性炭吸着が基本となるが、存在状態によっては凝集沈殿による藻類の除去や塩素注入点の変更による効果も期待される場合もある。

異臭味対策には、生物処理、粉末活性炭処理、粒状活性炭処理、塩素注入点の変更、オゾン処理とこれらの組み合わせがあり、対策方法の選定と施設計画の策定には、流域特性およびこれに基づいたそれぞれのリスク項目の流達特性を考慮することが重要であり、中長期データの活用が必要である。

## （２）情報公開への幅広い活用について

前項でも記載したように浄水水質は、流域の利用形態など流域特性に大きく影響を受けることから、自動水質計器および計画的に実施され、精度管理された水質試験室で実施される手分析の過去データを含めた長期水質データをデータベース化し、蓄積、解析し、予測モデルを構築することは、その流域の水道事業者が依存している水道水源の水質が中長期的視点から、どのように変化してきているのか、また、将来、水質がどのような方向に変化して行こうとしているのかを的確に予測することを可能とする。

GIS と PRTR 情報による特定事業者の位置情報および保有化学物質情報のライブラリ機能を利用した情報公開による事業場排水の管理や汚濁発生源対策、汚濁負荷低減策や富栄養化対策としての下水処理の高度化などの環境保全のための施策、水源水質保全計画や保全活動にどのような効果があったのか、あるいはどの程度の効果が期待されるのかを明確かつ定量的に説明し、評価しながら、推進していくための手段としての活用も期待できる。

したがって、水源水質データ評価・運用管理システムはきわめて重要な位置付けが与えられることとなると考える。

### 3. 5 水源水質データ評価・運用システム構築の課題

水道にとって、水源水質データの活用には短期での活用の側面と中長期的な活用の側面がある。水質の急激な変動の早期発見と予測による対策は、時間的ゆとりを持った“的確な”対応による安全で安心な水の安定給水を実現するために必要である。また、中長期的な水源の水質の変化は浄水処理システムの将来に関わることであり、長期的な水源水質のデータの運用により、将来動向を予測し施設計画を策定することを可能とする。さらに、水源河川等の水質情報の蓄積、データ解析と将来水質の予測、浄水処理への影響評価を行うことは、流域全体での浄水処理の効率化、リスク管理、環境保全活動の積極的な推進に重要な意味を持つ。したがって、水源水質データ評価・運用システムの構築とこれらデータの活用はきわめて重要と考える。

#### 3. 5. 1 水源水質データ評価・運用システム構築の課題

水源水質データ評価・運用システム構築の課題として以下があげられる。

- (1) 事業体での原水の常時監視システムや河川管理者や環境部局からの水質や水量の測定速報値のインターネット等による情報公開および、流域事業体間の水質監視計器の水質情報のオンライン化や地理情報システム基盤の活用による早期発見から緊急措置、迅速な情報の収集から伝達までのシステムの構築には、計器やシステムの設置場所やデータの管理や取扱いを含め様々な行政区分上の制約を取り払い行政の枠を越えた取組みが必要である。
- (2) 短期データがより有効に活用されるためには、上流水源の観測点での計測項目を見直し、流域特性や水道事業体側の視点を考慮した水質基準項目を基本とし、リアルタイムに連続的に監視できる水質計器の導入と整備が必要である。
- (3) 本システムの導入により下流域が得るメリットを上流域へ還元するため、いわゆる水源税、環境税の導入など制度面からの検討などのアプローチも必要であり、これを財源とした水質計器およびデータ統合評価・運用・管理システムの整備の促進、維持・管理体制の構築が望まれる。

#### 3. 5. 2 今後の研究課題

水源水質データ評価・運用システムの確立に向け、さらなる研究課題として以下が考えられる。

- (1) 予測精度向上に必要な水文等詳細情報網の整備
- (2) 技術開発課題

今後必要な計器・望まれる計器・システムの研究開発として、現在までに開発され実用化されている各種計器の安定性や信頼性、維持管理の容易性などを向上させるための研究開発に加え、さらに以下を目的とする計器や測定システムを開発し充実を図っていくことが必要と考える。

- 1) 2-MIB やジェオスミンなどにおいや味（異臭味）に関わる微量物質、さらには内分泌攪乱物質等の新規極微量有害化学物質を簡便かつ迅速に高感度に検出できるセンサや計器の開発。
- 2) 凝集阻害を引き起こす藻類など浄水プロセスに障害を与える物質を検出するセンサや計器の開発。
- 3) 病原微生物のモニタリング技術の開発。
- 4) 測定項目や測定頻度が増加傾向にある水質検査の迅速化・省力化・コスト削減のための代替指標や簡易計測手法の開発と活用促進。

## 参考文献

- 1) 丹保憲仁編著：「水道とトリハロメタン」，技報堂出版，1983
- 2) 宮田雅典ら：消毒副生成物生成量に及ぼす各因子の影響，用水と廃水，Vol.38, No.12, pp.1025-1031,1996.
- 3) Kohei Urano et.al. : Empirical Rate Equation For Trihalomethane Formation with Chlorination of Humic Substances in water, Water Research, Vol.17, No.12, pp.1797-1802, 1983
- 4) 浦野紘平ら：塩素処理によるトリハロメタン生成の速度，水道協会雑誌，No.596 pp.27-37, 1984
- 5) 川上幸次ほか：トリハロメタン生成能の自動動測による消毒副生成物のリアルタイム生成量予測，EICA Vol.7 ,No.2,pp.157-160,2002

## 第4章 短期データ活用のための水質予測モデル

### 4.1 水質予測モデルの目的

第3章3.4.1において、突発水質事故への対応、濁度・色度などの一般水質変動に対して、薬品注入率予測、早期対応や被害の軽減化、時間的ゆとり、および原水段階からの水質管理と利用者への説明責任などが、短期リスクに対する計測システムの導入効果として挙げられることを述べた。

ここでは、水質予測モデルを用いた濁度ピークカット、粉末活性炭注入制御、および毒物の流下シミュレーションについて述べる。

### 4.2 水質予測モデルの概要

#### 4.2.1 使用ソフトウェア

分流や合流が比較的少なく、多くの水道事業者の取水口が設けられている江戸川を対象として、以下に示すシミュレータソフトウェアを用いた。そのソフトウェアの概要を以下に示す。

##### (1) ソフトウェアおよび動作環境

ソフトウェア

名称：CTI-MIKE11

供給元：建設技術研究所(CTI)、DHI water & environment

動作環境(推奨スペック)

OS : Microsoft Windows 95/98ME/NT4.0+/2000/XP

CPU : Pentium2 200MHz 以上

メモリ : DRAM 128MB 以上

HDD : 1GB 以上のフリーディスクスペース

モニタ : SVGA(1024×768)以上

##### (2) 計算対象区間

計算対象区間は、江戸川本流の河口から 58.5km 上流の関宿分岐点から、河口から 9.3km の江戸川水閘門上流までとした。

##### (3) 計算条件

シミュレーションにおける、水理モデルの計算条件を表4-1に示す。

### 4.3 モデルの妥当性の検討とモデル中のパラメータ同定方法の検討

#### 4.3.1 はじめに

モデル構造およびモデル中のパラメータの妥当性の検討は、モデルの信頼性を維持する上できわめて重要である。通常河川水質モデルの妥当性の検討は、別添報告書に示すように水位データや長期水質観測データを用いてなされることが多いが、本研究における水質モデル