

- ・ 水源水質監視システムの基本要件に関する情報
- ・ 水源水質データの共有に関する行政的課題の一部
- ・ 2000年度の時点で実用レベルにあった水質監視装置に関する情報
- ・ 主要水道事業者で運用されている水質監視システムに関する情報

である。いずれも本技術資料での水源監視の検討に有用な情報とすることができる。しかしながら、突発対策研究会では、突発的な水資源水質事故にフォーカスした検討であったため、検討すべき事項の総てを網羅しているものではない。本技術資料での独自の調査、検討事項として、

- ・ 導入済み水質監視システム運用上の課題に関する調査
：第2章で導入事業者への追跡ヒアリング調査結果を詳述
- ・ 監視データの運用や評価に関する検討
：第3章において水質リスク評価に関して検討
- ・ e-Water が掲げる環境負荷低減に関する検討
：第4章に浄水処理における高濁度ピークカットについての検討

を実施している。また、当該マニュアルがまとめられた2000年度以降の技術進展を把握する目的で、水質監視に関する最新技術動向調査を実施して、情報収集・分析を進めたものを第5章にまとめた。

1. 3 水源監視のための危害分析

水道に関わるリスクは、表1-4にまとめたように広範にわたる。水道事業上のリスクや水道が被害を受けるリスクや被害を与えるリスクなどである。これらの中で、本報では水質への危害要因と水道水質への影響にフォーカスして検討している。

水源監視体制を定義するための要件は、前述した水質検査計画での要件と同じように、①対象とする水質項目、②監視地点、③計測・分析頻度、④監視方法である。これらを設定するための手順の一例として、図1-2に示すようなステップで実施することが考えられる。すなわち、対象とする水源とその流域において、どのような危害要因のポテンシャルがあるかを調査し（危害要因の抽出）、実際の対象水源データによって、対策されるべき危害要因の優先順位を決定する（危害の分析）。さらに、優先順位の高い危害要因と浄水処理上の処理障害要因も加えた要因群を監視からみた特徴でグループ化し（水質リスクの分類）、それぞれのグループに対して求められる監視の条件を整理する（水質監視要件の整理）ことで、全体の手順を見通し良く行なおうというものである。1.1節で前述したように、WHOガイドラインのWSPsは、水道水質に影響を与える要因を事前に分析して対処する、予防措置的なアプローチによるものであり、本手順はその考え方を反映している。本節では、WHOガイドラインのWSPsの考え方を援用した危害分析の手順について述べる。

表 1 - 4 水道に関するリスク分類カテゴリ例

[1] 水道事業に関する リスク	カテゴリ	内容例		水質リスク
	①事業経営	経営体質に関するリスク:料金収入、労務ほか		-
	②水供給	・水量に関するリスク:濁水、断水ほか ・水質に関するリスク:原水、水道水		○
[2] 水道が被害を受ける リスク	カテゴリ	内容例		水質リスク
	①自然系	地震、風水害、濁水ほか		-
	②社会系	・原水汚濁、水質事故、排水流入ほか ・物価変動、破壊活動ほか		○ -
③施設系	停電、施設老朽化		-	
[3] 水道が被害を与える リスク	カテゴリ	内容例		水質リスク
	①水質系	消毒副生成物、異臭味、病原性微生物ほか		○
	②社会系	料金値上げ		-
③施設系	管破断事故、断減水ほか		-	
[4] 水質への 危害要因	カテゴリ	内容例		水質リスク
	①生物学的 危害	・細菌:病原性大腸菌(O-157)ほか		○
		・原虫:クリプトスポリジウムほか		○
	②化学的 危害	・生物由来:マイクロシステン(アオコ由来)ほか		○
・人為添加由来:次亜塩素ほか		○		
・偶発混入由来:農薬、油ほか		○		
③物理的 危害	・異物混入:管路さび、管路片ほか		○	
[5] 水道水質 への影響	カテゴリ	サブカテゴリ	内容例	水質リスク
	利用障害	①異物混入	管路・施設不全に由来	○
		②残塩過不足	管路不全、浄水不良、 原水水質悪化に由来	○
		③濁度・色度上昇	管路不全、浄水不良に由来	○
		④異臭味	原水水質悪化に由来	○
	健康被害	⑤慢性毒性増加	原水水質悪化に由来	○
		⑥急性毒性増加	原水水質悪化に由来	○

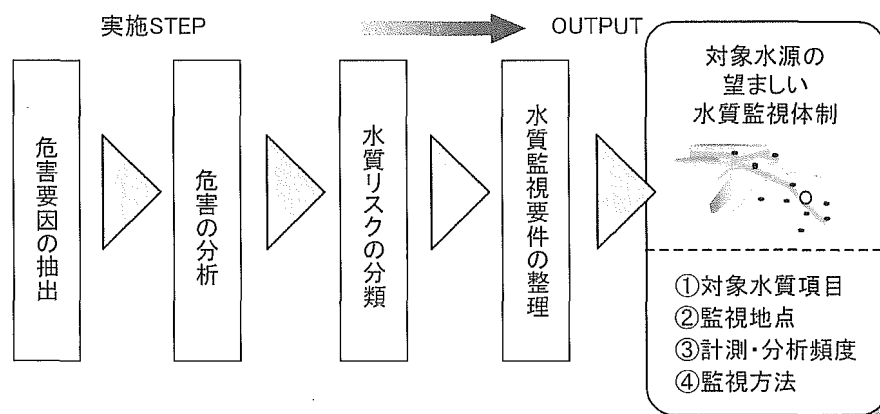


図 1 - 2 水源水質監視体制の検討手順

1. 3. 1 WSPs と水道 HACCP について

WSPs は地域の実情に合わせて水質管理のための目標を定め、目標を達成するための計画を策定するだけでなく、正しく実施されているかどうかを定期的にチェックすることを求めている。また、実施した過程や経過を客観的な記録でたどることができるような運用、すなわちトレーサビリティの確保もあわせて求められている。図1-3に WSPs の構成を示すが、対比で記載している HACCP の手順と実質的に同じ考え方に依るもので、HACCP コンセプトが色濃く反映されていることが分かる。

HACCP は製品の品質管理のために医薬品・食品衛生分野で広く適用実績のある衛生管理手法である。⁴⁾ 手法のオリジンは、1960 年代に米国航空宇宙局 (NASA) が宇宙食の製造工程において厳重な衛生管理を要求したことから、Pillusbury 社と NASA などが協同で自主衛生管理手法を開発したところから始まっている。従来の衛生管理手法が最終製品の抜き取り検査(終わり良ければすべてよし)であるのに対して、HACCP の考え方は、製造工程中の重要ポイントを重点的に管理する(途中良ければ終わりもよし)というものである。水道水は、医薬品・食品が一般的なロット単位での製造であるのとは異なり、連続処理されたものが連続供給されるものであるため、最終製品である水道水そのものの検査だけでなく、製造工程に相当する取水・浄水工程を適正管理することの意義が、医薬品・食品に比べて大きい。

2004 年度の時点では水道分野での HACCP 検討は未だ緒についたところである。⁵⁾ この中で、危害分析は HACCP の第一ステップに相当するもので、水源監視体制を検討する上で有用な手法であると考えられる。そこで、HACCP における手法を参考とし、水源水質を対象とする場合の危害分析手順を具体的に検討することとした。

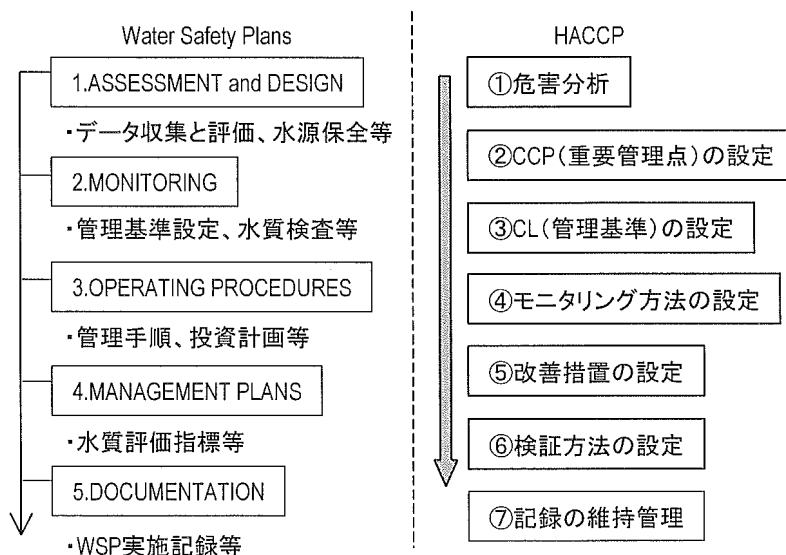


図1-3 WSPs の構成と HACCP の導入手順

1. 3. 2 危害分析の手順

HACCP における危害とは、「最終製品を需要家が摂取したときに健康被害を生じる可能性のあるもの」と定義されている。本来の定義からすると、水需要家が水道水を

摂取したときに健康被害を生じる可能性のあるものが危害となるが、水需要家にとっては利用阻害、すなわち異臭味や着色への対策ニーズも大きい。このため、ここでの危害の範囲としては、利用阻害を生じる可能性のあるものも含めて取り扱った。他方、WSPs で言及されている危害の種類は表 1-1 で例示したように広範であるが、本技術資料のスコープは水質監視に関するものであることから、水質に関わる危害に絞って取り扱うことにした。

危害分析で生成すべき具体的なアウトプットは、危害の原因物質（水質項目）、発生要因および防止措置から成る危害リストと、リストアップされた危害の評価結果である。ここで提案する分析手順を図 1-4 に示す。対象水質項目は、水道水質基準（50 項目）を必要最小限として、水質管理目標設定項目（27）、要検討項目（40）および農薬類（101）も対象とした。この他、化学物質排出移動量届出制度（Pollutant Release and Transfer Register; PRTR）の対象物質（435 種；うち 108 種は水質基準等と重複）も対象に加えることで、流域からの汚濁負荷排出ポテンシャルを考慮することが可能となる。

レベル	1	2	3	4	5
重篤度	影響なし 又は 検出不能	少数に 危害を 与える	多数に 危害を 与える	少数が 致死	多数が 致死
発生頻度	1回/5年	1回/年	1回/月	1回/週	1回/日

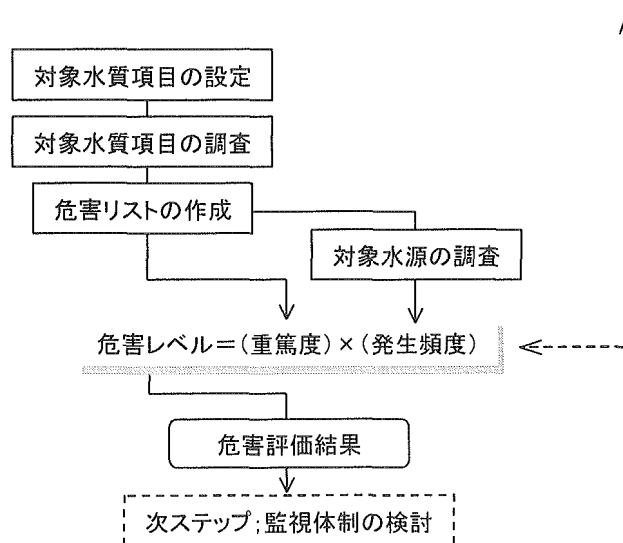


図 1-4 水質に係る危害分析の手順

対策の優先順位を付けるための危害レベルは、WSPs でのリスク算定に倣い、発生した結果によりもたらされる危害の大小を表す重篤度（Severity of Consequence）と、対象水源での発生頻度（Likelihood）との積で求めることができる。いずれも 5 段階での評価となっている。

対象水質項目が引き起こす危害の種類や重篤度については、厚労省の化学物質毒性 DB や農水省の登録農薬 DB、環境省の PRTR-DB など公開されている知見を活用

する。また、発生頻度は対象水源ごとに異なるため、水道事業者の原水水質検査データ、環境行政や河川管理者による水系測定データなどから評価する必要がある。

1. 3. 3 危害リストの作成例

本手順による危害リスト作成結果例の抜粋を表1-5に示す。ここでは大腸菌の例を示しているが、危害の種類としては、飲用時の「健康障害」に関するもので、「急性」の障害を引き起こす。重篤度は「多数に危害を及ぼすレベル」である。時間スケールとしては「短期的」に分類される。危害要因は「生物的」なもので、原因は「水源汚染」、主たる対策は「消毒」処理である。これら危害の属性の付与には、水道水質基準またはPRTRでの設定根拠に関する資料記載などを参考にすることができる。

同様な手順で、表1-2に示した水質基準などの水質項目とPRTRに係る水質項目の約500項目について危害リストを作成した。この結果に加えて、実際の対象水源に関する発生頻度のデータを加味することで、監視が必要な水質項目を優先順位付けして抽出し、次のステップである監視体制の検討につなげることができる。

表1-5 危害分析リスト作成結果例（抜粋）

■e.g. 大腸菌

危害の種類	重篤度	時間	危害要因	原因	対策
健康障害、急性	多数に危害	短期的	生物的	水源汚染	消毒

↓
約500項目に対して作成

項目ID	項目	CAS	主カテゴリー	サブカテゴリー	重篤度	頻度	時間スケール	危害要因	原因	根拠	影響	主要対策
01	一般細菌		健康被害	急性	多数に危害を及ぼすレベル	定期的	短期的	生物的	水源汚染			消毒
02	大腸菌		健康被害	急性	多数に危害を及ぼすレベル	定期的	短期的	生物的	水源汚染			消毒
03	2,4-ジクロロベンジルとその化合物	7440-43-9	健康被害	慢性/急性	多数に危害を及ぼすレベル	長期的	長期的	化学的	水源汚染		腎臓(慢性経口暴露)	薬品洗剤
04	水銀及びその化合物	7439-97-5	健康被害	慢性/急性	小腸が癌化	長期的	長期的	化学的	水源汚染		発癌性	活性炭
05	セレン及びその化合物	7782-49-2	健康被害	慢性	多数に危害を及ぼすレベル	長期的	長期的	化学的	水源汚染		甲状腺活性低下	イオン交換
06	鉛及びその化合物		健康被害	慢性/急性	小腸が癌化	長期的	長期的	化学的	水質汚染	発癌性	発癌	イオン交換
07	ニッケル及びその化合物	7440-50-2	健康被害	慢性/急性	小腸が癌化	長期的	長期的	化学的	水源汚染	発癌性		薬品洗剤から濾
08	六価クロム化合物	7440-47-3	健康被害	慢性/急性	小腸が癌化	長期的	長期的	化学的	水源汚染	発癌性(吸入経路とその誘発物)		薬品洗剤から濾
09	シアニドイオン及び酸化シアニド	143-33-9	健康被害	慢性/急性	多数に危害を及ぼすレベル	長期的	長期的	化学的	水源汚染	(急性)		塩素処理
10	刺激性窒素及び重積刺激性窒素		健康被害	慢性/急性	多数に危害を及ぼすレベル	長期的	長期的	化学的	水源汚染		幼児の呼吸器への欠症	生物処理
11	フッ素及びその化合物	7782-41-4	健康被害	慢性	多数に危害を及ぼすレベル	長期的	長期的	化学的	水源汚染		四肢麻痺、骨	PRTR
12	水銀及びその化合物	7440-42-8	健康被害	慢性/急性	多数に危害を及ぼすレベル	長期的	長期的	化学的	水源汚染		脳神経(骨髄)、潜水	活性炭

なお、表1-4に提示した以外の危害リスト作成例については、補足1-⑦にまとめて示す。

1. 4 水質リスク分類と監視体制の要件

監視対象としての観点で、同じような属性を有する水質項目をグループ化し、各グループに対して求められる監視の要件を整理することで、監視体制の検討はより見通し良く、検討効率の良いものとなる。ここでは、図1-5に示す水質リスク分類とこれに基づく水質項目のグループ化について説明し、さらに監視体制の一次検討結果について述べる。

■リスクの観点で類似の属性を持つ水質項目をグループ化

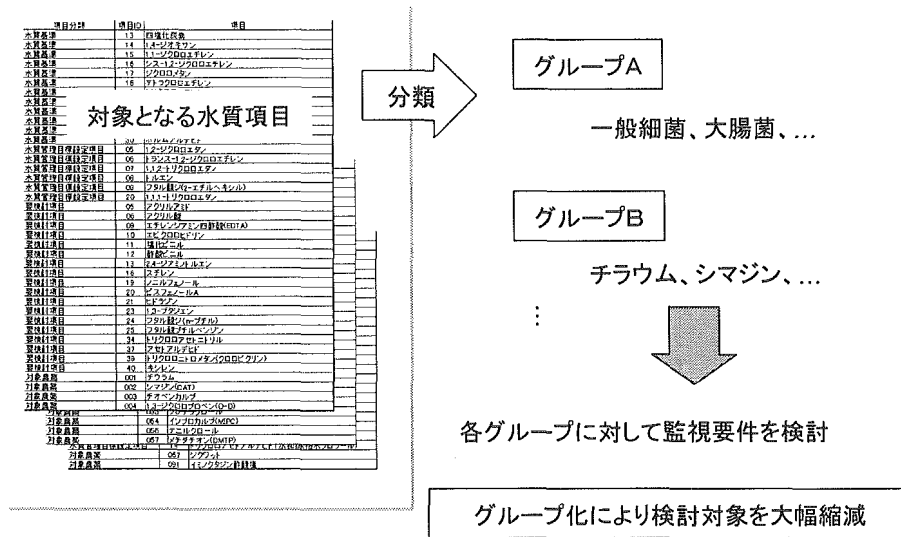


図 1 - 5 水源監視検討のための資質リスク分類

1. 4. 1 水質リスク分類とグループ化

ここでは、前述した水質に関する危害(=健康被害要因+利用阻害要因)に加えて、浄水処理において考慮されるべき処理障害要因(例えば、ろ過障害を引き起こす植物プランクトン、凝集処理の良否に影響するアルカリ度など)も含めた広義の危害を水質リスクと呼称している。水質リスク分類の目的は、監視地点や計測・分析頻度などを検討することであるため、表 1 - 6 に示すように、危害の重篤度、変動の時間的なスケール、危害の要因を属性として用いた分類が有効と考えた。また、監視要否を判断する上では、問題となる水質レベルの発生頻度(検出実績)が重要であり、これも分類の属性に含めることとした。重篤度と発生頻度のレベリングには、1. 3 節で述べた危害レベルの算定と同じように、WSPs による定義を用いている。

表 1 - 6 水質リスク分類の属性

属性	定義	※ Water Safety Plansによる定義
重篤度※	レベル①: 影響なし、②: 少数に危害、③: 多数に危害(一般毒性) ④: 少数が致死(発ガン性)、⑤: 多数が致死	
時間スケール	短期的(天候の変化、事故に由来)、長期的	
危害要因	生物的(細菌、原虫等)、化学的、物理的(異物混入、放射線等)	
発生頻度※	レベル①: 1回/5年、②: 1回/年、③: 1回/月、④: 1回/週、⑤: 1回/日	

水質リスク分類の属性の組合せによって、水道水質基準項目等や PRTR 対象物質をグループ化した。発生頻度の属性は対象水源によって大きく異なるため、今回のグループ化には用いず(対象水源を特定すれば用いること可能)、重篤度、時間スケールおよび危害要因の3つの属性を組み合わせた。それぞれの属性の組合せ(5×2×3)

で全30グループができることになる。このうち多数の項目が属するのは、表1-7に示す5グループであった。

表1-7 水質リスクの属性によるグループ化

グループ No.	属 性		
	重篤度	時間スケール	危害要因
13	③多数に危害	短期的	生物的
14	③多数に危害	短期的	化学的
17	③多数に危害	長期的	化学的
18	③多数に危害	長期的	物理的
23	③少数が致死	長期的	化学的

表1-8で例示したグループ13は「生物的危害要因で短期的に変動し、多数に危害を与えるもの」と定義され、大腸菌やクリプトスポリジウムなどがこれに属する。同じグループに属する水質項目どうしは、水質リスクの監視という観点で同じ属性を有するため、監視に求められる要件も同じであると考えられることができる。表1-8に例示するような整理を行なうことで、どんな監視手段が利用可能で、どの地点で監視すべきかなど、望ましい監視体制の具体化に役立てることが可能である。なお、他グループの整理結果については、補足1-⑦にまとめている。

表1-8 水質監視要件の整理例

グループ No.	該当する水質項目	望ましい監視方法				監視/検査地点		
		監視要件	バイオセンサ	理化学センサ	手分析	水源	浄水場入口	
13	一般細菌、大腸菌 クリプトスポリジウム等	短期的な変動傾向を把握できる頻度の計測が可能であり、測定対象の量的な計測だけでなく活性(生死)も評価できることが望ましい。また、...	×	現状なし	○	蛍光発光、 微粒子計、 フローセル等	○	◎
					○	微生物 試験	(*回/年)	(※回/月)

1. 4. 2 水源監視体制構築における留意事項

水源水質監視の目的をあらためて整理すると、対象とする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・配信することにある。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。⁶⁾ これら2つの用途の監視については、第3章でも改めて述べる。

どの水質項目、地点、頻度および方法で監視するかは、前項までに提案した危害分析や水質リスク分類に基づいて検討することができる。限られた水道事業リソースの範囲で対応するには、検出実績などに基づいて監視項目の優先度を付けざるを得ないが、今後重要性を増す情報公開や水質トレーサビリティ確保とのトレードオフも考慮する必要がある。

監視結果の有効活用という観点では、必要な機能を有する情報管理手段(水源水質監視システム)を監視体制に組み込むべきであると考えられる。技術面と運用面から検討したシステム機能の要件を図1-6にまとめた。実現されている技術も多いが、第5

章で後述する技術調査結果からも分かるように、水質計測技術に関しては十分なレパートリー拡大している状況とは云えず、今後の開発が待たれるものも多い。

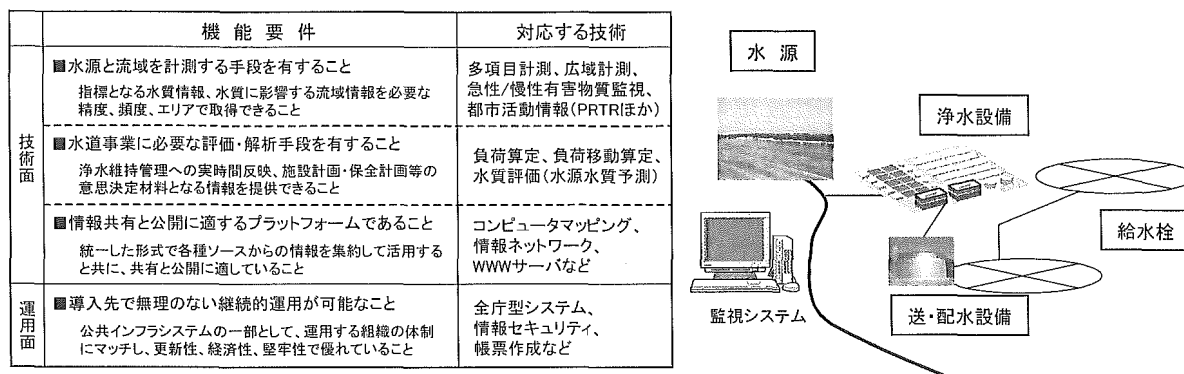


図 1 - 6 水源水質監視システムの機能要件

1. 5 水質リスクに関する検討による知見

本章では、望ましい水源監視体制を検討する上での前提となる水質リスクやその分析手法について検討してまとめた。ここでは、

- ・ WHO 飲料水水質ガイドラインで提唱されている水安全計画の考え方のベースとなっている HACCP 的なアプローチを援用し、危害分析工程を含む監視体制の検討手順を提示
- ・ 監視体制を定義する要件である①対象水質項目、②監視地点、③計測・分析頻度、④監視方法を具体化するための手順として、水質リスク分類による方法を検討
- ・ 危害分析と水質リスク分類の適用結果例として、危害分析リストと水質監視要件の整理リストを例示

することができた。

本章で検討したこれらの手法は、具体的に対象水源を設定したケーススタディに踏み込んで実施するには至らなかったが、今後の水源監視体制を検討する際のベースとなるたたき台としての活用を期待したい。

参考文献

- 1) 世界保健機関、「Guidelines for Drinking-Water Quality :Third Edition」(2003)
- 2) 厚生労働省、「水質基準に関する省令(厚生労働省令第101号)」(2003)
- 3) 社団法人日本水道協会、「突発水質汚染の監視対策指針」(2002)
- 4) 中央法規出版、「衛生管理計画の作成と実践 総論編」(1997)
- 5) 横井ほか、「水道への HACCP 導入に関する検討」、第 55 回全国水道研究発表会講演集(2004)
- 6) 圓佛ほか、「水源水質監視のための危害分析と水質リスク分類に関する検討」、第 16 回環境システム計測制御学会研究発表会講演集(2004)

第1章の補足資料

- ・補足1-① WHO水安全計画における水質危害と対策例
- ・補足1-② 水道水質基準項目リスト
- ・補足1-③ 水質管理目標設定項目リスト
- ・補足1-④ 要検討項目リスト
- ・補足1-⑤ 農薬類リスト
- ・補足1-⑥ 危害分析リスト作成例
- ・補足1-⑦ 水質リスクグループに対する水質監視要件の整理例

第2章 水源水質監視システムの事例

本章では水源水質監視システムの研究として実施された「突発水質汚染対策研究会：財団法人日本水道協会」において導入された技術の効果等及び現状の水源監視状況、各種データの運用情報を調査した結果を報告する。また、調査で得られた課題と要求をもとに水源水質監視システムのあるべき姿を提示する。

2. 1 突発水質汚染の監視対策に関する研究会について

研究会で作成された報告書の概要を以下に示す。

【Ⅰ編 水道水源水質管理】

- ・概要：水質汚染の原因となる化学物質の管理の現状を概観し、水道水源の水質管理はどうあるべきかについてまとめている
- ・具体的な調査内容
 - ①化学物質と健康被害との対応
 - ②国際レベルでの化学物質管理、安全性評価（OECD,UN,USEPA,WHOの取組み）
 - ③国内の水質規制の仕組み（規制強化の経過など）
 - ④水源水質監視、管理体制（河川行政、環境行政、水質協議会）の実態

<当研究グループに関連する情報/知見等>

- 浄水処理上で問題となる水質レベルと環境基準レベルとの乖離について
- 浄水処理上で問題となる未規制物質（アンモニア性窒素、シハキシアミン等）
- ◎監視データの共有に関する具体的な行政的課題について（河川・環境行政との連携、測定箇所・頻度のミスマッチ等）

【Ⅱ編 突発水質事故の対応】

- ・概要：国内の主要な水道事業体における突発水質事故の発生状況とその際の対応の実態についてまとめている
- ・具体的な調査内容
 - ①水源水質事故の発生状況（事故件数、原因、対策、発見者などの統計）
 - ②主要事業体における事故時の対応フロー（札幌市、東京都を含む8事業体）
 - ③ " " 水質監視体制
 - ④水質事故に関連する広報・要請・訓練体制の実態

<当研究グループに関連する情報/知見等>

- 突発水質事故で監視すべき原因物質に関する実績データ
- 円滑な連絡通報を実現する必要条件に関する記載
- ◎水質事故に対応できる水質監視の要件について（システム機能の要件、維持管理に関する指摘事項等）
- 利水者としての水道事業体が独自に行うべきアクションについて（流域環境図の整備とその情報システム化等）

【Ⅲ編 突発水質汚染事故に対応するための危機管理マニュアル】

- ・概要：水質事故対策マニュアルの構成要件と、具体的な作成方法についてまとめている
- ・具体的な調査内容
 - ①対策マニュアルの必要性と留意点
 - ②マニュアルに対応する対応体制
 - ③主要事業体におけるマニュアル作成例

<当研究グループに関連する情報/知見等>

- 広域水源水質協議会（水系別水質汚濁対策連絡協議会）での連絡体制に事例（監視システムを考える上でどんな情報通信形態を組むべきか）

【Ⅳ編 水質監視システムの運用例】

- ・概要：国内と海外のシステム運用事例と通して、水質監視システムの機能要件と導入による効果などをまとめている
- ・具体的な調査内容
 - ①国内の水質監視システムの運用事例（4水道事業体）
 - ②海外の河川流域監視プログラムの事例
 - ③海外の水質監視システムの運用事例（オランダ、英国、米国）

<当研究グループに関連する情報/知見等>

- 国内における先進的なシステム運用の詳細（普及型システムのひな型を考える上での原形となる）
- 水道事業体ごとのシステム機能の特徴（過去の事故経験、立地条件などによる機能・運用の考え方の違い）
- 水質計器のメンテナンス性に関する情報

【Ⅴ編 生物学的水質監視装置】

1) 水道における生物学的水質監視の現状アンケート調査

- ・調査対象
325 事業体→回答 315 事業体（回収率 96.9%）
- ・調査内容
 - ① 魚類監視水槽を用いた水質監視の実施状況
原水： 実施 76% ，
浄水： 未実施 67%、 実施 19%
 - ② 魚類 1～2 種類、サイズは 5 から 25cm
 - ③ 監視の方法と設置場所 目視、24 時間の勤務場所

2) 生物学的監視装置とその運用例

- ・ 共通フォーマットで整理
測定原理、装置構成、運転方法、アラーム設定方法、警報発生時の対応、維持管理
- ・ 魚利用
 - ① 活動由来電位
 - ② 忌避行動（画像処理・光電スイッチ）
 - ③ 行動様式の解析
 - ④ 個体識別素子（電磁結合型 ID タグ）
- ・ 微生物利用
バイオセンサ（硝化細菌の呼吸活性モニタリング）

3) 海外で使用されている生物学的監視装置

- ・ 魚、ミジンコ、イガイ、藻類、海洋性発光バクテリアなど
- ・ 複数の生物監視装置で監視しているところに特長がある。

4) 文献調査（国内外）

供試生物種で分類、検出、監視指標、検出方法、実用性の有無について整理した。

5) バイオアッセイ法の基礎研究の紹介

- ・ 魚類培養細胞を用いた毒性試験法（色素の取り込み）
- ・ 各種化学物質に対する細胞の種々の応答（酵素誘導活性など）を検出する方法
（バイオマーカー）

【VI編 理化学的水質監視装置／水質監視システムの運用例】

1) 水道における理化学的水質監視装置の現状

- ・ 理化学センサの定義／分類
- ・ 理化学的センサの製品化状況
 - ① アンケート調査 分析機器類の関連会社 29 社⇒18 社
 - ② 調査内容；センサの現状と開発動向
 - ③ 結果：金属類及び農薬類の製品化が遅れている他は広範囲で製品化・開発検討がされていることが判明した。今後はクロマトグラフを用いた一斉分析が志向されている。
- ・ 理化学センサの導入例及び研究例
 - ① 導入例
油膜計（広島市）
油分計（札幌市）
全有機炭素計（大阪市）
紫外線吸光度計（大阪市）
 - ② 開発中例
トリハロメタン生成能計（富士電機）

味覚センサ（アンリツ）

③ ラボ応用センサ

シアン分析装置（横河電機他：実稼動）

アンモニア分析装置（横河電機：実稼動）

陰イオン界面活性剤監視装置（東京都＋横河電機：開発例）

揮発性有機化合物監視装置（大阪府＋横河電機：実稼動）

表流水中有機汚染物質自動測定システム [SAMOS]（HP＋海外：実稼動）

・ 理化学的水質監視計器の概要

現状採用可能な原水水質測定計器の原理等及び採用にあたっての注意事項のまとめ

2) 水質監視システムの運用例

・ 水質監視システムの導入にあたって

① システム導入の目的

多地点かつ高頻度の水質監視の実現

膨大な水質データ管理の効率化

水源、浄水処理～給水栓水の情報の一元化による水質の最適化

② システムに要求される要件

監視範囲の設定

システム機能仕様の設定

ソフトウェア仕様の設定

・ 我が国における運用例

① 札幌市水道局

本システムは水源水質監視のみならず、給水栓までの水質管理を一連のものとしてとらえ、水源から給配水までの連続監視と、膨大な水質情報のデータベース化による一元管理を目指している。

② 大阪市水道局

本システムは原水の水質汚染を迅速に把握するために、硝化菌バイオセンサ、全有機炭素計及び紫外線吸光光度計からなる原水有害物質監視装置を3箇所の浄水場に導入し、総合的な水質異常の監視体制を行っているシステムである。

③ 大阪府水道部

本システムは「こいセンサ：バイオアッセイ」「ゆうきセンサ：VOCセンサ」を3箇所の浄水場と1箇所の取水場に設置し、従来の濁度計等を併せて突発水質汚染を監視するシステムである。

④ 広島市水道局

本システムは全自動遊離シアン分析装置、魚類監視装置、油膜検知装置を3取水場に設置し毒物や油汚染を監視する「水質総合監視システム」である。

・海外における運用例

① 河川流域プログラム

本プログラムは 1990 年に設立されたライン川流域プログラム

(Rhine Basin Program) のヨーロッパ河川流域に拡大、発展したものである。目的はライン川流域プログラムの基本理念を踏襲するとともに、より効果的な方法論と技術開発により水質の改善を図ることを目的としている。

開発システムは表流水中の有機化合物の連続自動測定システム (SAMOS) であり。SAMOS-LC, SAMOS-GC, SAMOS-LC-MS, SAMOS-GC-MS 及びこれらを組み合わせたマルチ分析システム等がある。

② イギリスにおける運用例

ノーサンプリアン水道会社：給水範囲はイギリス北東部であり、給水人口 260 万人、48 箇所の浄水場、15 箇所の水源、264 箇所の給水所を管理している。SAMOS-LC によりフェノール等の監視を行っている。

③ アメリカにおける運用例

米国環境保全庁 (USEPA) による河川モニタリングシステムと警報システムの確立が始まっている。

オハイオ川ではオハイオ川流域水質衛生委員会(ORSANCO)は 47 箇所のモニタリングステーションを河川流域に設置し常時監視を行っている。

2. 2 水源水質監視システム事例

2. 2. 1 事例調査方法

(1) 水源監視事例調査

日水協「突発水質委員会」にて実施及びその後導入させた、先進的自治体事例のその後を調査する。

- | | |
|---------|--------------------------|
| 1) 調査対象 | 主なセンサ |
| 札幌市水道局 | : 油分センサ、イオンクロマト (アンモニア等) |
| 長野県企業局 | : 油分センサ、バイオアッセイ |
| 東京都水道局 | : 陰イオン界面活性剤計 |
| 大阪府水道部 | : ガスクロマトグラフ自動測定装置、こいセンサ |
- 2) 調査手法及び期間
- ・ヒヤリングによる聞き取り調査
- 3) 調査内容
- ・ 導入したセンサの長期稼動状況 (機器精度、改良点)
 - ・ 水源監視システム構成及び機能構成 (現状と将来)
 - ・ 水源監視導入に伴う効果 (TCO、事故対応)
 - ・ 浄水処理における効果

- ・ 水源監視項目（現状と将来 根拠、該当するリスク／短・中・長期）
- ・ 水源流域にたいする体制と状況
- ・ 水源水質管理体制（維持管理体制も含む）
- ・ 水源監視コスト（イニシャル、ランニング）
- ・ 新規導入センサ、計画センサ、開発要望するセンサ
- ・ 等々

2. 2. 2 札幌市水道局 藻岩浄水場

(1) 札幌市水源水質監視システム概要

水源水質連続監視システムは水質情報管理システムの一部として構築されており、主要水源の豊平川水系上流域に4箇所の水源自動監視所（3箇所に水質計器を設置）が設置されている。（補足2-① 札幌市水道局 システムの全体像）

(2) 調査報告

札幌市水道局 訪問調査報告

場所：札幌市水道局 藻岩浄水場

－札幌市水道局藻岩浄水場への質問事項と回答－

【1. 水道水源監視の為の水質計器設置状況及び監視体制】

- ・ 水源用水質計設置場所と設置場所の選定根拠（監視項目と考え方）

回答：汚染源は主に豊平川水系では定山溪温泉（砒素、ホウ素【塩素イオン測定により代用】等）・豊羽鉦山（シアン、マンガン、重金属、油脂等）・下水処理場（アンモニア性窒素等）・オシドリ沢堆積場、琴似発寒川水系では住宅排水（アンモニア性窒素、油脂等）である。その監視のために取水場及び河川中のダムに水質計を設置している。（詳細は受領資料参照）

- ・ 水源監視システムの構成及び機能構成

回答：監視システムは水源監視水質計及び給水モニタを観測点とし白川浄水場及び藻岩浄水場の監視システムを経由して水質情報管理システムにデータ伝送される。（詳細は受領資料 水質情報管理システムデータ伝送経路図参照）

突発水質事故対応のため流域環境情報システム（GIS）に特定事業所のデータ等を組み込んだシステムがある。又シミュレーション系として河川流達予測システム及び給水残塩予測システムがある。

- ・ 導入センサの稼働状況（機器精度、維持管理上の注意点、問題点、改良点等）

回答：冬季の凍結等で当初は苦勞したがメンテナンス頻度の変更等を行い、現在は順調に稼働している。導電率計は温泉水の混入状況、到達時間予測等に利用している。油分計は100%の事故検出を行っている、最近は大雨等による濁水の腐食臭にも反応しており稼働率は高い。

- ・ 水質データ収集方法と集約場所（データセンター）

回答：データ収集方法は浄水場監視制御システムを経由してNTTデジタル専用回線に

て配水センタに集約後、配水水質データを加算して水質管理係に伝送している。

- ・水質データ監視及び分析機関

回答：水質試験所にて水質管理一係（藻岩系）水質管理二係（白川系）で行っている。

- ・水質データ利用方法、利用効果（浄水処理、短期・中長期的）

回答：浄水処理には突発事故対応及びダム水質の変化に対応する制御手法に応用している。中期的には月報／年報、水質解析に利用している。

長期的にはこれから検討するが、□水源の異常時の水質アラームの適正範囲の決定、□定期手分析の地点間相関の解析、□砒素等の代用測定、□原水UVによる給水残塩予測を実施していきたい。

- ・長期の監視データ運用事例の有無

回答：上記に含む。

【2. 水質保全の為の関係機関との協力体制】

- ・河川管理者との協力体制

回答：河川ダム情報データは入手している。

- ・環境行政など行政機関等との協力体制

回答：特に無い。

- ・河川データと水源水質データとの比較、統合は？

回答：河川ダム情報データは入手しているが稼働率が悪く使えない。基本的に水系はセンサの設置も水道局が実施していることと、基本的には発電以外は水道局が使用しているため独自で実施している。

【3. 水質事故、水質障害に対する取組み状況】

- ・水源水質事故発生時の行動手順（対応マニュアル）、対応事例水質障害発生時の行動手順（対応マニュアル）、対応事例

- ・高濁度時の行動手順

回答：水質管理マニュアルを作成し対応している。

【4. その他】

- ・現状の課題と今後の方向性

- ・水源監視等に関しての将来計画の有無

回答：現状水質情報管理システムが完成した段階であり、今後水質データベースの最適運用を検討して行きたい。

- ・開発を要望するセンサ等

回答：カビ臭測定、シアン測定

- ・水道水質基準改定に伴う水系水質の追加監視項目の有無

回答：現状無し。

- ・システム導入のメリット

回答：水源事故に対して余裕がある対応が出来るようになった。（水質係及び浄水場に

て事前にデータで判断し適切な対応を実施できる。)見逃していた細かな水質異常が管理できるようになり適切な浄水処理が可能になった。(油脂類及びアンモニア性窒素)

2. 2. 3 長野県企業局 松塩水道事務所

(1) 松塩水道事務所水源水質監視システム概要

水源水質監視システムは、本山浄水場監視制御システムの一部として構築されており主要水源の奈良井水系上流域の片平取水場に水源自動監視所が設置されている。

(補足2-② 長野県企業局 e-water 第3研究グループ委員会訪問調査 資料集抜粋)

(2) 調査報告

長野県企業局 松塩水道用水管理事務所 訪問調査報告

ー松塩水道用水管理事務所質疑回答ー

1) 本山浄水場の特徴

- ・水源多目的ダムで5km上流であり、浄水場には約90分後に到達する。
- ・水源である楢川村では水源環境基金を設けて水源水質の向上を目指している。

2) 水源管理の特徴

- ・かび臭、色度は問題になっていない。
- ・水源汚染源は隣接している国道19号線の車事故と楢川村の下水処理場の窒素形態物質である。
- ・楢川村とはアンモニア性窒素の排出基準(1.0mg/l)を締結して管理している。
- ・水源監視は濁度計・油分計・生物センサ(硝化菌)で管理しており、今年度UV計・導電率計・PH計を導入する。導入目的は車事故等の対応で各計器のマトリックスで管理する。
- ・水源は2回/日(日中/夜間)パトロールしている。
- ・水質事故時及び高濁度時は送水制限を実施し取水停止を行っている。(100%送水で取水2時間停止可能、50%送水で3~5時間取水停止可能)
- ・クリプトスポリジウム等の原虫管理は1回/年の水源検査と浄水処理での高感度濁度計による管理を実施している。
- ・水源事故マニュアルを作成しており、マニュアルに基づき事故対応を実施している。
- ・侵入監視としてITV(場内、水源)監視及びパトロールにて実施している。

3) 他事業体及び流域とのかかわりについて

- ・ダムは国土交通省の管理である、ダムの情報は利用していない。独自で5回/年実施している。
- ・奈良井川を利用する水道事業体は上流ではない。(地下水及び別水系)
- ・下流側では犀川に合流企業局等の他の浄水場はあるが途中でダムがあるため、本山の水質データは使用出来ない。

4) その他

- ・開発を要望するセンサは味・臭い等の官能試験項目に対応したセンサと可搬型の油分計である。可搬型の油分計は事故時の現場対応で使用したい。

2. 2. 4 大阪府水道部 村野浄水場

(1) 大阪府水道部水源水質監視システム概要

水源水質監視システムは、村野浄水場監視制御システムの一部として構築されており主要水源の淀川水系上流域の磯島取水場に水源自動監視所が設置されている。

(2) 調査報告

大阪府水道部 村野浄水場 訪問調査報告

場所：村野浄水場、磯島取水場

受領資料：村野浄水場概要

コイセンサー資料

ゆうきセンサー資料

油膜検知器資料

質問事項にたいする大阪府の回答書

—大阪府水道部村野浄水場質疑回答—

1) 村野浄水場の状況

- ・毒物が混入しても浄水場内の水は排水出来ない所以对処が出来ない、よって水源での毒物監視を強化している。
- ・淀川水質協議会で流達時間調査を実施し、ソフトウェアも開発されている。

2. 2. 5 東京都水道局 金町浄水場

(1) 金町浄水場 水源水質監視システム概要

水源水質監視システムは、金町浄水場監視制御システムの一部として構築されており主要水源の江戸川の取水場に水源自動監視所が設置されている。また、上流域水源水質データとして埼玉県企業局 庄和浄水場の原水濁度データもシステムに取込んでいる。

(補足2-③ 東京都水道局 金町浄水場 資料抜粋)

(2) 調査報告

東京都水道局 金町浄水管理事務所 訪問調査報告

場所：金町浄水管理事務所

—東京都水道局金町浄水管理事務所質疑回答—

1) 利根川／荒川水系の状況

- ・利根川系は埼玉県、千葉県、東京都で連絡会を持っている、水質事故時はFAX等で連絡を行う。

- ・荒川系は埼玉県、東京都で連絡会（検討会）を持っている。
- ・国土交通省は河川モニタを設置しているが一般的な水質しか測っていない。また、清流ルネサンス事業で礫間浄化及び酒井川の放流場所変更等を実施している。
- ・環境行政としては臭素も測っておらず、THM生成能、臭素酸も水道の問題とされている。
- ・埼玉県の庄和浄水場の濁度データをいただき、東京都の費用でテレメータを設置し上流データとして使用している。
- ・昨日も排水機場よりA重油が漏れ臭気事故が発生した。浄水場としてはセンサの設置、設備のフェイルセーフ化、管理機能の強化で対応している。

2) 金町浄水場の状況

- ・上流にある三郷浄水場の水質データは御茶ノ水にある水運用センタ経由で確認できる。他データのオンラインの使用については水運用センタ経由となるためにセキュリティの問題があり使用できない。
- ・河川流量等国土交通省のデータは水運用センタ経由で浄水場に供与される。
- ・中川系の水質事故及び導排水施設の稼働情報は金町浄水場より千葉県の古ヶ崎浄水場、栗山に連絡をする体制にしている。
- ・濁度のピークカットについては手順書（補足2-③）を作成して運用しているが、近年実績は無い。実施するにあたっては三郷浄水場の配水量を固定にし、水運用計画を行う。濁度以外の水質事故でも本手順にて実施した例もある。
- ・埼玉県庄和浄水場の濁度データは重要であり河川流量が1000t/Sでは到達時間は4～5時間程度（平均では24時間）となる。
- ・カビ臭は渡良瀬遊水池及び宇田川の藻類に起因される。カビ臭発生時は埼玉県水道局水質センタと連携し対応している。上流の行田浄水場の水質データは重要である。

2. 2. 6 Ohio River Basin Program

(1) The Ohio River Valley Water Sanitation Commission

(ORSANCO:オハイオ川流域水公衆衛生委員会)

ORSANCOはオハイオ川流域（イリノイ、インディアナ、ケンタッキー、ニューヨーク、オハイオ、ペンシルバニア、バージニア、ウェストバージニア）で構成されている。

この委員会では特に廃水の排出基準の設置と強化、水質監視プログラムの実施、水質問題の評価や修復プログラムの開発のためのデータ評価と調査及び実際の水質監視を行っている。

また、水質データを用い水質予測システム「STREAM」を開発し河川事故の水質予測を実施している。また、油流出事故を期に油の到達距離や時間、到達距離の予測等を行う拡散モデルの開発を行っている。

(2) 水質管理厚生

ORSANCO における流域水質管理機能は以下で構成されている。

- 1) Pollution Control Standards (汚染制御のための標準化)
- 2) Protocol for Addressing Interstate Inconsistencies
 - ①水質・発ガン性リスク等の各州間に差異がある基準の標準化
- 3) Protecting Aquatic Life (水生生物の保護)
 - ①Biological Programs (生物的プログラム)
 - ・魚類数の把握
 - ・無脊椎動物の監視による汚染管理
 - ・魚の汚染度及び消費量の管理
 - ②Dissolved Oxygen Monitoring (溶存酸素モニタリング：13 箇所にて測定)
 - ③Watershed Pollutant Reduction program (流域の汚染物質減少プログラム)
- 4) Protecting Drinking Water (飲料水の保護)
 - ①Source Water Assessment (水源評価)
 - ・水源保護区域の指定
 - ・汚染源 (汚染物)、発生場所の推定
 - ・汚染対処方法の設定
 - ②Emergency Response Program (緊急応答プログラム)
 - ・上流の水質汚染からオハイオ川の水道設備を保護するために、水質異常を通達する。
 - ・汚染対処方法の設定
 - ③Organics Detection System (有機物検出システム)
 - ・オハイオ川の 15 箇所にガスクロマトグラフを設置し、有機物の計測・管理を実施している。
 - ④Algae & Nutrient Monitoring (藻類、栄養塩 モニタリング)
 - ・臭気対策を目的として藻類、全りん、アンモニア性窒素、亜硝酸塩、硝酸塩、クロロフィルを隔週測定する。
- 5) Bimonthly Water Quality Sampling
 - ・オハイオ川の 31 箇所で隔月に水質調査が行われ、河川状況の調査及び評価が行われている。

(3) 水質モニタリングシステム

水質モニタリングは高速モニタリングと固定点モニタリングで実施されている。

- 1) 高速モニタリング
 - ・高速船 (図 2-1) により河川水をサンプリングし蛍光光度計 (図 2-2) を用い水質分析を実施する。