

〈研究発表〉

HACCP 手法を適用した水安全管理システムの開発

岩井 優作¹⁾, 福島 学¹⁾, 横井 浩人²⁾, 金子 和弘³⁾

1) ㈱日立製作所 情報制御システム社

(〒319-1293 日立市大みか町 5-2-1, E-mail: yusaku.iwai.hu@hitachi.com, manabu.fukushima.mz@hitachi.com)

2) ㈱日立製作所 エネルギー・環境システム研究所

(〒319-1221 日立市大みか町 7-2-1, E-mail: hiroto.yokoi.vb@hitachi.com)

3) ㈱日立製作所 社会・産業インフラシステム社

(〒101-8608 東京都千代田区外神田 1-18-13, E-mail: kazuhiko.kaneko.ty@hitachi.com)

概要

厚生労働省が 2011 年度までに策定を推奨している水安全計画を対象として、業務支援のための情報管理システム(水安全管理システム)を開発している。計画策定時の分析、継続的な更新、日常の管理目標値の監視、および、緊急時対応に有効な機能をそれぞれ検討し、システムを構築した。具体的には、データに基づく管理基準算出機能、各部署のデータを一元管理する DB 機能、操作条件に関する定量的な支援情報を提供する管理基準監視機能を備えている。本システムにより、水質管理における PDCA サイクルの円滑な実行が期待できる。

キーワード： 水安全計画, WSP, HACCP, 水質管理

1. はじめに

2008 年に厚生労働省から「水安全計画策定ガイドライン」¹⁾が発行されている。水安全計画とは、世界保健機関(WHO)の飲料水水質ガイドライン²⁾で提案された、水源から給水栓までを一貫して管理する考え方であり、基本的な手法は HACCP(Hazard Analysis & Critical Control Point ; 危害分析と重要管理点手法)によるものである。

これを受け、東京都は 2008 年度に多摩地区を含む全ての浄水場の水安全計画を作成し³⁾、これに基づいた管理を行っている。また、大阪市では、食品安全マネジメントの国際規格で水安全計画を包含する ISO22000 の認証を 2008 年に取得している⁴⁾。厚労省のガイドラインは、各浄水場の水安全計画を 2011 年度までに策定することを推奨しており、今後、水安全計画の策定とこれに基づく水質管理が拡大していくことが予想される。

筆者らは、これまで、水道への HACCP 手法の適用について検討し、HACCP 導入のための支援ツールを提案してきた⁵⁻⁷⁾。しかし、水安全の管理、すなわち、水道の危機管理の視点に立てば、計画の策定の他に、日常業務や継続的な水道業務改善の場面での支援もできるシステムが必要と考えられた。

そのため、蓄積したノウハウやデータを活用し、水安全管理の PDCA サイクルを円滑に実行することを

目的としたシステム(水安全管理システム)の機能を検討し、システムを構築した。

2. 情報管理システムの必要性と効果

2.1 水安全計画における情報管理システムの位置づけ

Fig. 1 に水安全計画の策定と運用の流れを示す¹⁾。

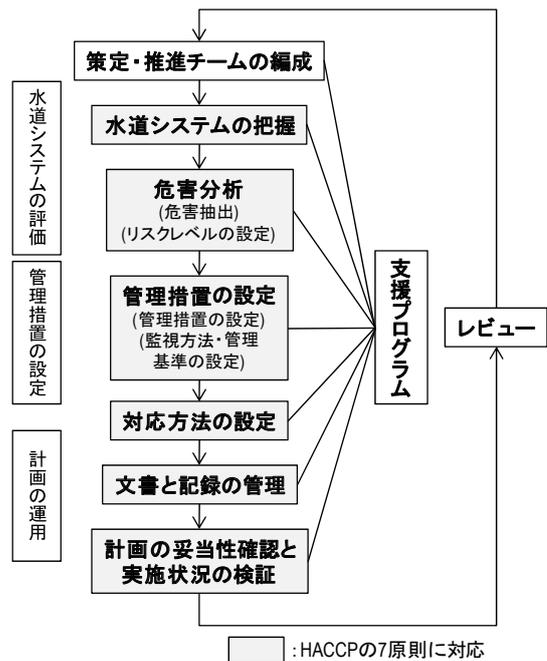


Fig.1 Steps in the development of a water safety plan

水安全計画策定では、食品の HACCP と同様、まず、HACCP を検討するためのチーム編成し、対象となる水道システムの確認を行う。続いて、HACCP の 7 原則に相当するステップ(水道システムの把握~計画の妥当性確認と実施状況の検証)を実行する(Plan)。そして、設定された管理措置に従った監視や緊急時対応が実行される(Do)。一定の周期で、これら結果に対してレビュー(Check, Action)が実行される。レビューとは、水安全計画が常に安全な水を供給していくうえで十分なものになっているかを確認し、必要に応じて改善を行うことである。その後、再び始めのステップに戻るサイクルとなっている。

水安全管理システムは、水質管理に係る一連のデータを収集し、計画策定と運用のための支援情報を提供する情報管理システムと位置付けた。

計画策定段階では、危害分析、管理措置の設定、対応方法の設定が重要なステップである。これらは、需要家への説明責任の観点から、対象となる浄水場における過去の水質・プロセスデータの分析を元に設定されることが望ましい。しかし、データを用いた具体的な分析・設定方法は規定されておらず、ノウハウに基づく経験的な管理方法が適用されることが多いという課題がある。そのため、本システムは、HACCP の 7 原則を基本的に踏襲しながら、水道の特徴である a) 原水水質の変動、b) 多様な危害事象、および c) 連続処理・連続供給を考慮した、分析と設定に係る支援情報を提供するものとした⁶⁾。

水安全計画の運用段階では、管理措置に従った監視、管理基準値に応じた対応、記録の管理、および、計画の妥当性確認が実施される。管理基準を逸脱した場合、その時点でのデータだけでなく、他部署も含めた過去データから得られる定量的なノウハウを参照した対応が、安定した水道供給のために望ましい。そのため、本システムは、各部署で管理する膨大な情報から、危害事象に関連するデータを抽出し、対応措置を決定するための支援情報を提供するものとした。

2.2 導入効果

システム化により想定される主な効果として、1) 水安全計画の策定・運用の負荷軽減、2) PDCA サイクルの円滑な実行による継続的な改善、3) 水質管理や緊急時対応の適正化が挙げられる。また、本システムで作成するドキュメント類は、4) データを使った科学的な根拠に基づく水質情報公開(説明責任)、5) 第三者委託時の業務管理・トレーサビリティ向上、6) 維持管理ノウハウ蓄積と人材の育成・強化に寄与することができる。

3. 水安全管理システムの機能

3.1 水安全管理システムの機能

水安全管理システムで具備すべき機能を Table 1 に示す。

(1) 水安全計画の策定支援

水安全計画の策定において、本システムでは Fig. 2 の適用支援機能を設けた。危害分析機能(水道に係る危害抽出、および、リスク数値化)、重要管理点設定機能(危害コントロールが可能な工程の明確化)、管理基準設定機能(モデル評価、危険率等により管理基準を算出)、モニタリング設定機能(重要管理点の制御、発生頻度等からのモニタリング体制設定)を順に実行することで、水質管理体制の構築を支援できる。この結果は、水安全計画の設定根拠を示すドキュメントとして活用できる。

Table 1 Functions of Water Safety Management System

大項目	小項目	内容
水安全計画の策定支援 (適用支援)	適用支援機能(①危害分析、②管理措置設定、③管理基準設定、④監視方法設定)	・HACCP 手法を適用し、科学的根拠に基づいた管理対象や管理基準を設定
	統合 DB 機能	・各部署で所有する情報の一元管理
水質管理の適正化 緊急時対応 (運用支援)	管理基準監視機能	・管理基準の監視結果を部署・階層毎に加工し提示
	対応措置支援機能	・統計/予測情報の提示 ・逸脱した管理基準に関連する対応マニュアルの提示
	マニュアル・文書管理機能	・ドキュメント管理
	Web システム(端末は特別なソフト不要)	・運転管理部署、水質管理部署を始め、局内で情報を共有
PDCA サイクルによる継続的な改善 (運用支援)	管理体制更新機能	・最新データによる管理基準等の再分析

これらの分析を実施するための元となるデータは各部署の DB で管理されている場合が多いが、これらからデータを取得し、水安全計画で必要なデータを統合して一元的に管理する機能を設ける。

(2) 水質管理の適正化、緊急時対応

Fig. 2 の管理基準監視機能では、各部署の業務に係る管理基準のトレンドや逸脱状態の詳細データとサマ

リーを提示する。また、対応措置支援機能では、緊急時に対応マニュアルを提示する他、過去に起こった類似の水質レベルを検索し、抽出した時期の操作条件を対応のための参考情報として提示する。

緊急時には局内の各部署で情報共有する必要があるため、Fig. 3に示すように本システムの基本構造をWebシステムとすることで、局内の業務PCにて情報共有ができる。

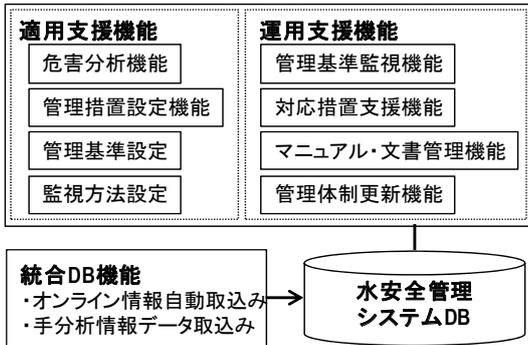


Fig. 2 Water Safety Management System constitution

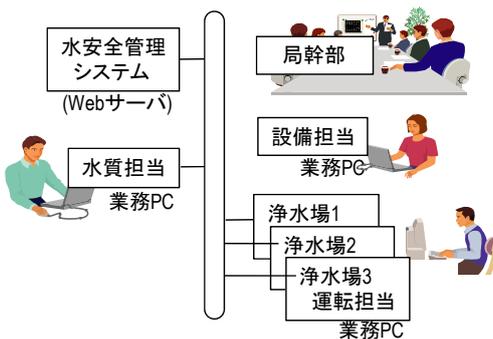


Fig. 3 Network of Water Safety Management System

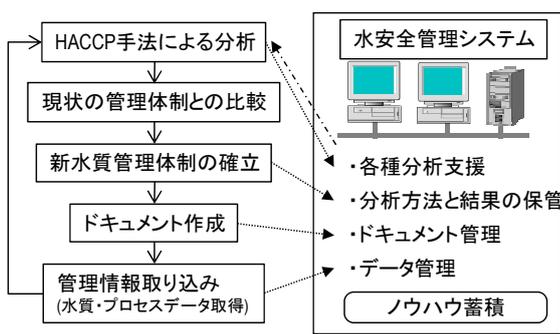


Fig. 4 PDCA cycle using Water Safety Management System

(3)PDCA サイクルによる継続的な改善

水質基準改定や水処理方式変更等があった場合や一定の期間が経過した場合には、管理体制を更新する必要がある。この Plan, Do, Check, Action サイクルと、この作業を支援する本システムの機能を Fig. 4 に示す。具体的には、監視制御システムに日々蓄積される水質オンライン情報や手分析の水質情報等を取込み、

リスクや管理規準の値を再計算する機能となる。この結果を用いて、新たな水質管理項目や水質基準等の改定に対応できる水質管理体制を再構築する。

3.2 支援に向けたデータ活用

水安全管理システムは、これまで水質試験結果や操作履歴など、異なる周期で取得されたデータを統合管理し、これらを組み合わせて分析する機能を有しているのが特徴である。例えば、監視システムから取得する分単位のデータと手分析から得られる日単位のデータをデータセットとして抽出できる。以下に、適用支援、運用支援におけるデータ分析機能の一例を示す。

(1)適用支援におけるデータ活用

本システムでは、水安全計画策定時の管理基準値の設定方法として4パターンを準備している。図5に設定方法の選択フローを示す。モデルの有無，データ項目間の相関係数，および，データ数に基づいて設定方法を選択する。

統計モデルや反応モデルを利用できる場合は、ユーザーの判断で適当なモデルを使用できる。例として、重回帰分析による消毒副生成物の生成量評価や、水温とpHによるアルミニウムの溶解度評価などにより、塩素剤や活性炭の注入，または、pHの調整に係る管理基準値をそれぞれ算出できる。各事業体で使用しているモデルをEXCELベースで構築し、容易に本システムに実装できる構成としている。

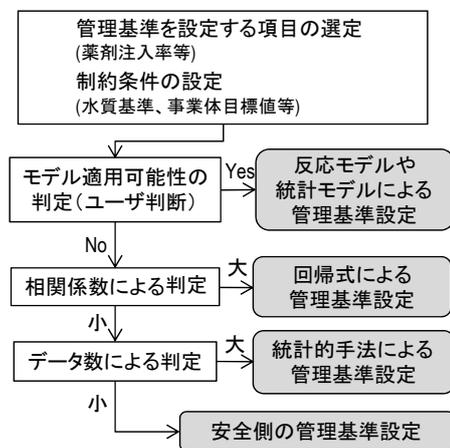


Fig. 5 Flow Diagram to determine critical limit

データ項目間の相関係数が大きい場合は、回帰式と水質基準値等の制約条件から管理基準値が出力される。また、データ数が十分多い場合は、統計的に制約条件を満足する確率を求め、許容される範囲の境界値を管理基準として出力できる。いずれの条件にも当てはまらないケースは、安全側の値を判断し管理基準値に設定することができる。

この機能は、計画策定時だけでなく、定期的な更新の際にも活用できる。新規のデータを加えた後、過去

と同様の設定方法によって管理基準を算出させることで、更新作業の負荷を軽減できる。

(2)運用支援におけるデータ活用

浄水場等の運転操作に必須の監視制御システムは、通常、トレンドデータを表示することで、運転員の運転操作の意思決定に寄与している。本システムは、さらに支援情報の充実を図るため、統計情報と予測情報を提示する機能を有する。具体的には、統計情報を提示する機能として、対応措置支援機能に類似検索機能を設けた。また、予測機能としては、河川汚濁物質の流下時刻予測や、給水栓における残塩の予測機能がある。

類似検索機能では、2種類の検索方法を備えている。1つは、ある時刻における複数の計測項目の組み合わせパターンを比較する方法である。これは、基準とする点(水質、水量等)からの距離を指標として類似の程度を判断する。もう1つは、経時的な変化パターンを抽出する方法である。これは、時間変化率、予定時間内の最大変化量、継続時間等を指標として類似の程度を判断するものである。いずれの検索方法の場合も、抽出された時期の薬注量などの運転条件を同時に取得し、Fig. 6に示すヒストグラムと散布図を示すことで、現状の水質への対応方法の判断を支援する。

現在、統合DB機能、適用支援機能、および、主な運用支援機能を備えた水安全管理システムを浄水場に設置し、その効果の検証を進めている。

システムの機能として、HACCPの手順に従った分析機能、各部署のデータを一元管理するDB機能、管理基準が遵守されていることを監視し、必要に応じて定量的な支援情報を提供する管理基準監視機能などを備えることが有効と考えられた。これらにより、水安全計画の立案、継続的な見直し、日常の水質情報の監視、緊急時対応などの支援が期待できる。

今後、浄水場でのシステムの運用結果やヒアリングを元に、より広域での管理に対応できるシステムの機能改善および拡充を図る予定である。

参考文献

- 1) 厚生労働省健康局水道課：水安全計画策定ガイドライン，(2008)
- 2) WHO：Guidelines for Drinking Water Quality, Third edition, (2004)
- 3) 東京都水道局ホームページ：http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/press/h19/press080328.html
- 4) 大阪市水道局ホームページ：http://www.city.osaka.lg.jp/contents/wdu030/oishii/secret/iso/iso22000_01.html
- 5) 横井浩人，圓佛伊智朗，依田幹雄，早稲田邦夫：水道水質管理へのHACCP手法導入に関する研究水道水質管理へのHACCP手法導入に関する研究，第9巻，第2号，pp 111-118 (2004)
- 6) 福島学：第59回全国水道研究発表会予稿集，pp 594-595 (2008)
- 7) H. Yokoi, I. Embutsu, M. Yoda and K. Waseda：Study on the introduction of hazard analysis and critical control point (HACCP) concept of the water quality management in water supply systems, Water Science and Technology, Vol. 53, No 4-5 pp 483-492 (2006)

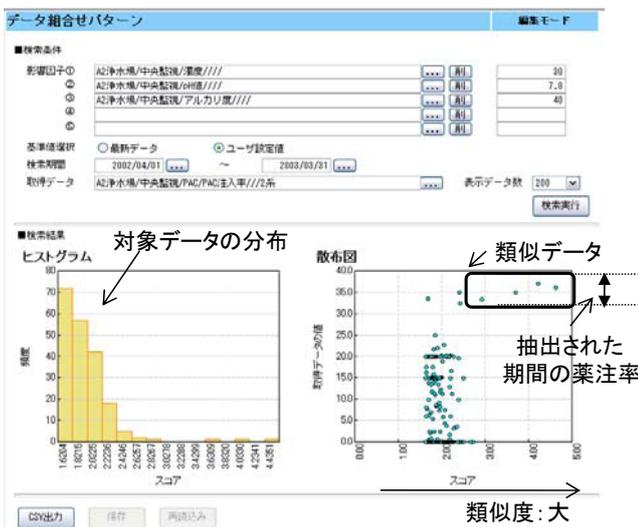


Fig. 6 Example of HMI for similarity searching

4. まとめ

厚生労働省が2011年度までに策定を推奨している水安全計画を対象として、その策定と運用を支援するための情報管理システム(水安全管理システム)の機能を検討し、システムを構築した。