

水道事業者への聞き取り調査の結果では、測定を行っている農薬の選定は、年度毎に監視農薬プライオリティリストを作成し、一定の合計スコア値以上の農薬を測定とするケースや、加えて過去に検出された農薬は測定する、ADIの低い農薬は測定する、水源域で散布情報のある農薬は測定するなど工夫をしている事業者が多くみられた。

農薬の測定期間は散布時期(4月から10月)に限定している事業者が多く、採水に関しては、集水域に水田が多い場合は水稲農薬が6月、7月の土曜、日曜に散布されている傾向を考慮して月曜日に測定するなど、また農協などから一斉散布情報の協力を得て採水日を決定するなど農薬が検出されるように採水を工夫している事業者もあった。また、農薬測定結果の活用方法に関しては、粉末活性炭注入による浄水処理への反映や流域水道事業者への測定データの提供、あるいは農薬の適正使用を行政機関に要望する資料として活用している事業者もあった。

2) モデル地域を対象とした流域別農薬使用量に関する検討

モデル地域を対象とした流域別農薬使用量に関する検討として、神奈川県、静岡県、山梨県の3県を対象として相模川、酒匂川、福岡、佐賀、熊本、大分の4県を対象として筑後川、東京、千葉、埼玉、群馬、栃木、茨城の6都県を対象として利根川、広島県を対象として太田川、青森県、岩手県を対象として馬淵川についての解析を行った。結果、利根川水系の6都県を対象とした場合もExcelを用いて簡易的なGISとして視覚的に表示することが可能であり、同様の方法で全国すべての流域に適用できることが示された。農薬用途別に流域ごとの使用量を算出した結果、筑後川では、殺虫剤としてジクロロボス、フェントエート、MEP、DCIP、殺菌剤としてホセチル、イプロジオン、塩基性塩化銅、メプロニル、フルトラニル、除草剤として塩素酸ナトリウム、グリホサート、グルホシネート、ダイムロン、ACNの使用量が多いことが示された。

また、ソフトを用いて農薬の物性情報の算出とデータベース化を行ったことから、今後、

使用量と物性情報を活用し、より詳細な監視農薬の選定が可能になると考える。

3) 感度解析に基づいたスコア表の作成と評価

モデルシミュレーションの感度解析に基づいた新しいスコア表を用いた結果、スコアの合計値と河川中平均濃度、河川中最大濃度との相関性が向上する傾向が見られた(図2)。

また、感度解析の際に、モデル流域として小流域である葛根田川流域を用いて作成されたスコア表よりも、大流域である筑後川流域や相模川流域を用いて作成されたスコア表の方が、相関性は高い結果となり、検証を行ったすべての流域、すべての年においてこれまでのスコア表と比べて相関性が向上する結果となった(図3)。また、殺菌剤と除草剤を別々に評価したところ、除草剤では相関係数は約0.4~0.9と比較的高い結果となったが、殺菌剤では約0.1~0.7程度となり、除草剤と比べると低い結果となった。この結果は、殺菌剤では散布方法や散布時期が多様であり、農薬の流出がその影響を受けたためであると考えられる。

また、スコアの合計値と実測値を用いて、スコアの合計値と実測値(最大濃度)との関係式を作成した。そして、水質管理目標設定項目に指定されている殺菌剤と除草剤を対象として、作成した式を用いてスコアの合計値から河川中最大濃度を推定し、総農薬方式で定義されているDVi/GVi(検出値/目標値)の値が0.01を超える農薬を監視すべき農薬として選定した。その結果、馬淵川(2005~2009年)では23種、筑後川(2004~2007年)では28種、相模川(2004~2007年)では22種の除草剤と殺菌剤が監視すべき農薬として選定される結果となった。また、監視すべき農薬として選定されなかったものの中に実測値によるDVi/GViの値が0.01以上であったものは無かったため、新しいスコア表を用いた監視農薬の選定方法が比較的有効である事が示された。

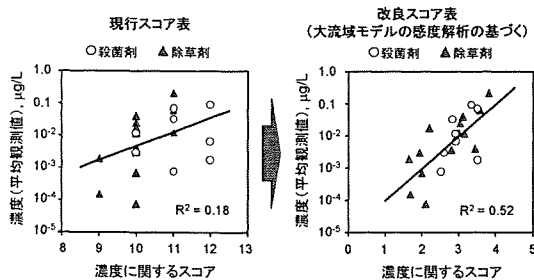


図2 現行、ならびに改良スコア値と農薬検出濃度との相関性 (筑後川 2004 年の事例)

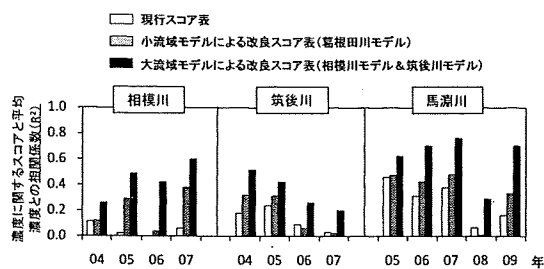


図3 濃度に関するスコア値と農薬観測値との相関性

4) 有機りん系農薬の分析方法の設定と生物影響評価

有機りん系農薬の一つであるピリミホスメチルについて、塩素曝露における挙動について検討し、塩素と速やかに反応し、マススペクトルによりオキソン体と推定される反応生成物が生成することを明らかにした。ピリミホスメチルおよび反応生成物であるオキソン体の固相抽出-GC/MS 法による十分な感度と精度を備えた分析法(定量限界値が 10 µg/L)を作成した。さらに、他の反応生成物と分解物について精査し、オキソン体および分解物以外に、ピリミホスメチル、オキソン体、分解物の塩素付加体、が GC/MS および LC/MS 分析により推定された。ピリミホスメチルの塩素付加体については別途、有機合成した標品との比較によりその化学構造を決定した。ピリミホスメチル原体とその塩素付加体については細胞毒性を評価したところ、原体に比べ塩素化体が高い毒性を示すことを明らかとした。水質管理目標設定項目の第2群候補群に挙げられているダゾメット(目標値 0.006 mg/L)について、固相抽出-GC/MS 法および固相抽出-LC/MS 法を検討したが、良好な回収率を得ることができなかった。これはダゾメットが水と反応してガス化するためであると考えられたため、

HS-GC/MS 法により反応生成物のメチルイソシアネートとして、分析する方法の確立が必要と考えられた。また、固相抽出-LC/MS 法により、カルベンダジム(MBC)(目標値 0.02 mg/L)は、さらに高感度な分析が可能であることが確認された。

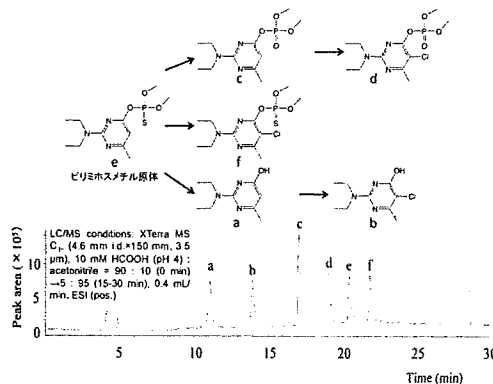
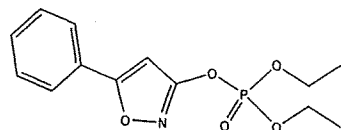


図4 塩素処理によるピリミホスメチルの反応生成物の挙動

有機りん系農薬市販標準品のうち、イソキサチオンオキソン標準品2ロットについて、qNMRによる絶対定量を行い、SIトレーサブルな絶対純度を決定した。その結果、図5のように2ロット間で純度値は大きく異なり、ロット1が75.4%、ロット2が98.5%であることが確認され、農薬標準品については、適切な管理・保存が行われていなければ、その標準品としての純度と品質が維持できないことを証明した。



イソキサチオンオキソン標準品 (isoxathion oxon std)

Lot.	ラベル値 (GC/FID)	qNMRによる絶対純度
1	96.9%	75.4%
2	98.9%	98.5%

図5 イソキサチオンオキソン標準品のラベル値とqNMRによる絶対純度の比較

qNMRは市販農薬標準品の品質管理に応用可能であると考えられるだけでなく、各標準品についてSIトレーサブルな絶対純度の測定を行うことにより、水道原水および水道水

中の農薬濃度の実態調査等の分析値の室間精度および信頼性の飛躍的な向上が可能であることが示唆された。

5) ネオニコチノイド系農薬の実態と浄水処理性の評価

ネオニコチノイド系農薬に関しては、LC/MSによる分析方法及び前処理方法の検討を行い、従来の鶴見川流域において実態調査を実施した。その結果、対象としたイミダクロプリド、アセタミプリド、チアクリプリド3種すべての農薬の検出が確認された。特にイミダクロプリドに関しては、5月からの22回の測定ですべて検出されたが、最大濃度は0.32 µg/Lと比較的低く、個別農薬評価値でも0.0011と水質管理上問題となるレベルではなかった。塩素処理性と活性炭処理性について検討した結果、各物質とも塩素との反応性が低く（反応時間2時間で残存率80%以上）塩素処理ではほとんど分解しないことが示された。一方、活性炭処理ではいずれの対象農薬も良好に除去されることが示された。ネオニコチノイド系農薬はここ数年出荷量が増えており、全国ベースでの出荷量が50tを超える原体もある。現在、ADIも比較的高く、水質管理上、特に問とはならないが、検出頻度は高く、塩素との反応性が低いことから監視のプライオリティーは高いと考える。今後ネオニコチノイド系農薬同様、出荷量が増加している農薬に関しては、分析法検討、実態の把握、浄水処理性の評価を行い、水道における監視の必要性を迅速に判断していくことが必要である。

6) 農薬類の粉末活性炭による除去性の評価

各農薬類の粉末活性炭による除去率は、浄水場ごとに粉末活性炭の種類、注入地点、接触時間等の処理条件や、農薬類および共存物質の濃度が異なっているため、粉末活性炭注入率が同じでも、浄水場ごとで農薬類の除去率に違いが認められた。また、同一浄水場であっても、農薬類および共存物質濃度が異なるため、調査日によって、粉末活性炭注入率が同じでも農薬類の除去率に違いが認められた。しかし、同一粉末活性炭注入率における除去率の違いはあるものの、大まかな傾向と

しては、粉末活性炭注入率が大きくなるにつれて、農薬類の除去率は高くなった。また、粉末活性炭による農薬類の除去性については、 $\log K_{ow}$ といった、農薬類の疎水性を表す指標との関連が示唆された。すなわち、 $\log K_{ow}$ の大きい農薬類の方が、除去性が高かった。

E. 結論

平成20農薬年度の農薬製剤総出荷量は約26万tであり、登録農薬原体数は536種といずれも減少傾向にあり、毒性を考慮しても農薬類の環境への負荷は徐々に減少傾向にあると考えられる。

全国13水道事業体を対象に約140箇所の測定地点で実態調査を行ったところ、計145種の農薬が測定された。第一群農薬に関しては、河川水で53種、原水で71種、浄水で33種の農薬が検出された。最大検出濃度に関しては1 µg/Lを超えた農薬が河川水で5種、原水で10種確認された。特に今年度フェニトロチオン (MEP) が非常に高い値で検出されたが、これ以外の農薬の最大は10 µg/L以下で、これまで調査と比べると若干低い傾向にあった。

浄水では0.1 µg/Lを超えた農薬は10種類確認され、これまでの調査同様プロモブチド、ピロキロンが高い濃度で検出された。

最大値個別農薬評価値に関しては、河川水、原水ではこれまでの調査と同様、フェンチオン (MPP)、MEP、プロモブチドが高い値を示した。河川水ではMPPが、原水では、MEPが特に高い値を示し、これ以外にも10種の農薬が0.1以上の値を示した。浄水ではプロモブチド、ピロキロン、イプロベンホスの値が高かったが、これまでの調査と比べて総じて低い値であり、適正な水質管理が行われていることが示された。

検出頻度に関しては、河川水および原水では特にベンタゾン、プロモブチドは50%以上と高い値で検出され、ダイムロン、ピロキロン、ジメタメトリン、プレチラクロール、イソプロチオランの検出頻度も25%以上で検出された。浄水ではベンタゾン、プロモブチドは30%以上の高い値を示し、プレチラクロール、ピロキロンも10%以上の高い値を示した。

本研究で実施した過去2年間のデータを比較すると第一群農薬の中でも高頻度、高濃度で検出されはほぼ特定の農薬である一方、ほとんど検出されない農薬も特定の農薬であり、三年間の調査より見直しの必要な農薬を選定するためのデータを取得することができた。

Σ値に関しては、河川水、原水でこれまでにない高い値が確認された。また、河川水では、第一群農薬を対象としたΣ値とすべての測定農薬を対象としたΣ値に約3倍程度の違いが認められた。その理由としては、河川水に第一群農薬のMPPが検出される場合、MPPのみを測定してΣ値を算出した場合と、その分解物であるスルホン体、スルホキシド体も併せて測定し、すべての農薬としてΣ値を算出する場合には、分解物濃度が高いとΣ値を増加させることになる。このことは今後、農薬原体のみならず分解物の測定と毒性評価がより重要になると想定される。

一方、浄水では農薬の検出濃度、検出頻度同様、これまでの2年の調査より低い値を示し、これまでの調査、研究によって得られた成果を水質管理に反映することで、浄水処理における農薬の管理が適正に行うことができたと考える。

これらの結果は、実態調査を行った水道事業体への聞き取り調査によっても裏付けられた。また、第一群農薬のうち10農薬は失効していた。平成19年度水道統計資料から全国的な存在状況について見たところ、失効農薬のCNPおよびCNPアミノ体のみそれぞれ1件及び2件の7割を超える検出事例があった。したがって、失効農薬の検出実態を踏まえて、今後このような農薬に対してどのように対処するかの判断基準を示す必要がある。

モデル地域を対象とした流域別農薬使用量に関する検討では相模川、酒匂川、筑後川、利根川、馬淵川についての解析を行った。結果、利根川水系の様な広い流域を有す河川にも本法を適用することが可能であり、全国すべての流域に適用できることが示され、本研究に参加し、農薬実態に関するデータが入手可能な流域に関しては流域別農薬出荷量情報を算出することができた。また、ソフトを用

いて農薬の物性情報の算出とデータベース化を行ったことから、今後、使用量と物性情報を活用し、より詳細な監視農薬の選定が可能になると考える。

モデルシミュレーションの感度解析に基づいた新しいスコア表を用いて算出されたスコアの合計値と実測値との相関性を評価した結果、これまでのスコア表を用いた場合に比べて相関性が向上したことから、新しいスコア表の有効性が示された。

また、新しいスコア表を用いて、水質管理目標設定項目に指定されている殺菌剤と除草剤の中から監視すべき農薬の選定を行い、観測データと比較した結果、新しいスコア表を用いた監視農薬の選定が比較的有効である事が示された。

有機りん系農薬の一つであるピリミホスメチルについて、塩素曝露における挙動を検討したところ、原体の塩素付加体、オキソン体、オキソン体の塩素付加体の存在が確認された。さらにピリミホスメチル原体とその塩素付加体については細胞毒性を評価したところ、原体に比べ塩素化体が高い毒性を示すことを明らかとした。カルベンダジムの分析法として、固相抽出-LCMS法が有効であることが示唆された。また、市販標準品のうち、イソキサチオンオキソン標準品について、qNMRによる絶対定量を行い、SIトレーサブルな絶対純度を決定した。絶対純度が決定された標準品を用いることにより、水道原水および水道水中の農薬濃度の実態調査等の分析値の室間精度および信頼性の飛躍的な向上が可能であることが示唆された。

鶴見川流域において、ネオニコチノイド系農薬の実態調査を行った結果、対象としたイミダクロプリド、アセタミプリド、チアクリプリド3種すべての検出が確認された。特にイミダクロプリドは、すべての測定で検出されたが、最大濃度は0.32 µg/Lと比較的低く、個別農薬評価値でも0.0011と水質管理上問題となるレベルではなかった。ネオニコチノイド系農薬の塩素処理性と活性炭処理性を検討したが、各農薬とも塩素との反応性は低く、また活性炭処理ではいずれの物質も良好に除去されることが示された。ネオニコチノイド系

農薬はここ数年出荷量が増えており、全国ベースでの出荷量が50tを超える原体もあった。ADIは有機りん系農薬等と比べ高いため、現状では水質管理上問題とはなるレベルではないが、検出頻度は高く、塩素との反応性が低いことから監視のプライオリティーは高いと考える。今後ネオニコチノイド系農薬同様、出荷量が増加傾向にある農薬に関しては、分析法の検討、実態の把握、浄水処理性の評価や使用実態情報を収集した上で、水道における監視の必要性を迅速に判断していく必要がある。

各農薬類の粉末活性炭による除去率は、処理条件や、農薬類および共存物質の濃度が異なっているため、粉末活性炭注入率が同じでも、浄水場や調査日によって農薬類の除去率に違いが認められた。しかし、同一粉末活性炭注入率における除去率の違いはあるものの、大まかな傾向としては、粉末活性炭注入率が大きくなるにつれて、農薬類の除去率は高くなった。また、粉末活性炭による農薬類の除去性については、同一粉末活性炭注入率の場合、 $\log K_{ow}$ の大きい農薬類の方が、除去性が高い傾向が認められた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Kamoshita, M., Kosaka, K., Endo, O., Asami, M. and Aizawa, T.: Mutagenic activities of a chlorination by-product of butamifos, its structural isomer, and their related compounds, *Chemosphere*, 78, 482-487, 2010.
- 2) Ihara, T., Saito, T. and Sugimoto, N.: Expansion of organic reference materials for the analysis of hazardous substances in foods and environments. -Realization of an efficient metrological traceability using the quantitative NMR method-, *Synthesiology*, 2, 12-22, 2009.
- 3) 田原麻衣子, 杉本直樹, 末松孝子, 有福和紀, 齋藤 剛, 井原俊英, 吉田雄一, 多田敦子, 久保田領志, 清水久美子, 山崎 壮, 棚元憲一, 中澤裕之, 西村哲治: qNMR に基づく有機リン系農薬イソキサチオンオキシソンの品質管理, *食化誌*, 16(1), 28-33, 2009.
- 4) 杉本直樹, 多田敦子, 田原麻衣子, 久保田領志, 清水久美子, 佐藤恭子, 山崎 壮, 河村葉子, 西村哲治: qNMR に基づく有機標準品の品質管理法の開発, 第 46 回全国衛生化学技術協議会年会, 2009.
- 5) 杉本直樹, 多田敦子, 田原麻衣子, 末松孝子, 有福和紀, 齋藤 剛, 井原俊英, 吉田雄一, 久保田領志, 清水久美子, 山崎 壮, 中澤裕之, 棚元憲一, 河村葉子, 西村哲治: qNMR に基づく有機リン系農薬イソキサチオンオキシソンの品質管理, *食品化学学会第 15 回総会・学術大会*, 2009.
- 6) 鎌田素之, 相澤貴子, 松井 佳彦: 農薬管理のための農薬情報データベースの構築, 第 60 回水道研究発表会, 2009.
- 7) 直井啓, 鎌田 素之: LC/MS を用いた水環

2. 学会発表

- 1) Kosaka, K., Kamoshita, M., Asami, M. and Aizawa T.: Transformation ratios of organophosphorous pesticides to oxons in chlorination, *Proc. 6th IWA Specialized Conference on Assessment and Control of Micropollutants/ Hazardous Substances in Water*, 88-89, 2009.
- 2) 竹崎紗代, 田原麻衣子, 佐武宗幸, 久保田領志, 清水久美子, 鎌田素之, 杉本直樹, 西村哲治: 農薬の塩素処理による分解・生成物の調査, 第 44 回日本水環境学会年会, 2010.
- 3) 佐武宗幸, 田原麻衣子, 竹崎紗代, 久保田領志, 清水久美子, 鎌田素之, 杉本直樹, 西村哲治: 塩素処理による有機リン系農薬の分解・生成物の調査, 第 44 回日本水環境学会年会, 2010.
- 4) 杉本直樹, 久保田領志, 多田敦子, 末松孝子, 有福和紀, 齋藤 剛, 井原俊英, 吉田雄一, 山崎 壮, 西村哲治: 水環境中の汚染物質に関連した有機標準品の NMR による純度試験法の開発, 第 44 回日本水環境学会年会, 2010.
- 5) 杉本直樹, 多田敦子, 田原麻衣子, 久保田領志, 清水久美子, 佐藤恭子, 山崎 壮, 河村葉子, 西村哲治: qNMR に基づく有機標準品の品質管理法の開発, 第 46 回全国衛生化学技術協議会年会, 2009.
- 6) 杉本直樹, 多田敦子, 田原麻衣子, 末松孝子, 有福和紀, 齋藤 剛, 井原俊英, 吉田雄一, 久保田領志, 清水久美子, 山崎 壮, 中澤裕之, 棚元憲一, 河村葉子, 西村哲治: qNMR に基づく有機リン系農薬イソキサチオンオキシソンの品質管理, *食品化学学会第 15 回総会・学術大会*, 2009.
- 7) 鎌田素之, 相澤貴子, 松井 佳彦: 農薬管理のための農薬情報データベースの構築, 第 60 回水道研究発表会, 2009.
- 8) 直井啓, 鎌田 素之: LC/MS を用いた水環

境中におけるネオニコチノイド系農薬の
分析方法と存在実態, 第 12 回水環境学会
シンポジウム, 2009.

- 9) 直井啓, 鎌田素之: 水環境中におけるネオ
ニコチノイド系農薬の存在実態と処理性
について, 土木学会第 46 回環境工学研究
フォーラム, 2009.

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含
む)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

飲料水の水質リスク管理に関する統合的研究
－水質管理分科会－

研究代表者 松井 佳彦 北海道大学大学院工学研究科 教授
研究分担者 国包 章一 静岡県立大学環境科学研究所 教授
西野 二郎 日本水道協会工務部水質課 水質課長

研究要旨

水道の水質管理及び集水域の管理について、諸外国の関連情報を昨年度に引き続いて収集・整理した。さらに、これに基づき、いくつかの国の水質管理制度などの優れていると考えられる点について、その要点を取りまとめるとともに、水道システムのリスク低減の面から見た効果と問題点や、わが国への適用の可能性とその具体的方法、並びに、適用に当たっての問題点などについても検討した。ドイツ、イギリス、韓国等においては、水源保全の面で日本に比べてより踏み込んだ規制的措施が取られている。ニュージーランドにおける水道事業者の公衆衛生面からの格付け、韓国における浄水場管理・運営実態の評価等、情報公開を梃子にした現状改善・向上策は、規制を補完する有力な政策手法である。このように、各国が国情に合わせて様々な取り組みを行っており、わが国においても今後これらを参考に、より適切な水道水質管理及び集水域管理のあり方を検討すべきであると考えられた。また、塩素酸が水質基準へ追加された後の状況及び薬品基準が強化された後の状況を把握するため、昨年度に引き続き、次亜塩素酸ナトリウム高注入の水道事業者における次亜塩素酸ナトリウムの購入実態及び保管方法等について、アンケート及び聞き取り調査、並びに、次亜塩素酸ナトリウムの管理状況及び浄水水質等についての分析を含む実態調査を行った。各事業者においては、購入仕様書の作成と記載内容の吟味などの対応が図られていた。次亜塩素酸ナトリウムの保管時の温度管理も、必要な施設においては概ね行われていた。一方、出荷時や浄水施設等における有効塩素濃度や塩素酸濃度などの把握は、分析を伴うことから事業者による差が見られた。数量化理論第Ⅱ類による解析の結果、塩素酸基準値超過の有無の判定には、①保管時の温度管理、②貯蔵槽の清掃、③（注入実態に見合った）仕様書の作成が目安となることが分かった。

A. 研究目的

本分科会では、水道水の安全性を確保するための集水域管理及び水質管理につき、制度の現状等を含めて諸外国の優れた点を整理し、水源から給水栓に至るまでの水道システム全体のリスク低減方策を検討することを目的とした。また、水道水及び次亜

塩素酸ナトリウム中の塩素酸濃度、並びに、次亜塩素酸ナトリウムの管理の状況等を調査し、塩素酸生成抑制に向けての効果的な次亜塩素酸ナトリウムの購入仕様や、対応・対策を明らかにすることも併せて目的とした。

B. 研究方法

1. 諸外国における水道水質管理制度等に関する研究

昨年度に引き続き、オーストラリア、カナダ、ヨーロッパ連合（EU）、フランス、ドイツ、イギリス、韓国、オランダ、ニュージーランド及びアメリカ合衆国を対象に、水道の水質管理及び集水域の管理につき、ウェブ情報等に基づき調査した。調査項目は以下のとおりである。

- ①水道水質基準
- ②施設基準、
- ③資機材・薬品基準
- ④維持管理基準
- ⑤給水装置に関する基準
- ⑥消毒に関する規制
- ⑦残留塩素保持に関する規制
- ⑧水道水質のサーベイランスシステム
- ⑨水質検査結果（基準適合状況など）の公表に関する規制
- ⑩水安全計画の導入状況
- ⑪水道事業体の公衆衛生面からの格付けの実施状況
- ⑫水道原水水質基準
- ⑬水道水源保護区域の指定又は集水域における立地・土地利用規制
- ⑭流域の水質保全に関する経済的インセンティブ（賦課金・取水料金、損害補償など）
- ⑮水域への汚濁負荷に関する総量規制
- ⑯危機管理に関する取り組み
- ⑰その他

さらに、これらに関する調査結果に基づき、いくつかの国の水質管理制度などの優れていると考えられる点について、その要点を取りまとめるとともに、水道システムのリスク低減の面から見た効果と問題点や、わが国への適用の可能性とその具体的方法、並びに、適用に当たった問題点などについても検討した。

2. 水道における次亜塩素酸ナトリウム溶液の適切な管理に関する研究

昨年度に引き続き、塩素酸が水質基準へ追加された後の状況及び薬品基準が強化された後の状況を把握するため、次亜塩素酸ナトリウム高注入の水道事業体における次亜塩素酸ナトリウムの購入実態及び保管方法等について、アンケート及び聞き取り調査、並びに、次亜塩素酸ナトリウムの管理状況及び浄水水質等についての分析を含む実態調査を実施した。

（倫理面への配慮）

本分科会における研究は、文献調査及び水道水等の試料の分析によるものであり、個人情報や、倫理面でその取り扱いに特段の配慮を要する情報などは全く取り扱っていない。

C. 研究結果

1. 諸外国における水道水質管理制度等に関する研究

1. 1 オーストラリア

オーストラリア国では連邦制が採用されており、水道の監督は各州政府が行っている。連邦政府はオーストラリア水道ガイドラインを取りまとめて公表しており、各州政府はそれぞれ水道を管理する法律を制定する一方、オーストラリア水道ガイドラインを水質管理の基本として活用している。ここでは、オーストラリア連邦政府が水道水質管理を支援する制度の一環として策定したオーストラリア水道ガイドラインの概要を紹介する。また、水質管理制度の具体的な例として、同国内で人口が最大の州であるニューサウスウェールズ州における水道の水質管理制度をまとめた。

1. 1. 1 国および水道制度の概要

(1) オーストラリア国の概要

オーストラリア国の人口は2063万人で、国土の面積は769万平方キロメートルである。国土の大部分は乾燥した気候であり、年平均降水量は500mm程度である。

オーストラリア国では連邦制が採用されており、連邦政府は憲法に明記された国防、外交、移民、社会福祉、貿易課税、保健医療などに関する権限を有している。憲法に明記されていない事項の権限は州政府にあるとされており、水道に関する規制は州(State)又は準州(Territory)の地方政府が管轄している。公衆衛生、及び水を含む天然資源管理も州および準州(以降州政府と記述)の責任である²⁾。

連邦政府の健康・高齢化省(Department of Health and Aging)は公衆衛生を担当しており、その一組織である国家健康医療調査委員会(National Health and Medical Research Council)は公衆衛生および保健医療水準の向上を活動目的の一つとしている³⁾。国家健康医療調査委員会は、水道水の安全性を守る枠組みの一つとして、オーストラリア水道ガイドライン(Australian Drinking Water Guideline)を策定しており、水道ガイドラインにはそれぞれの州政府が定めている水道の水質基準の根拠となる水質ガイドライン値が示されている。すべての州政府はこの水質ガイドラインを各州の水質基準として採用している⁴⁾。

(2) 水質管理体制の概要

水道の監督は各州政府内の公衆衛生担当相が担当しており、それぞれの州政府が制定している法律(Act)を監督権限の根拠としている。たとえば、ニューサウスウェールズ州では公衆衛生法1991(Public Health Act 1991)において衛生省(Department of Health)が水道を監督するとしている⁵⁾。ま

た、ビクトリア州では安全飲料水法2003(Safe Drinking Water Act 2003)に基づいて国民サービス省(Department of Human Services)が水道事業体を監督している⁶⁾。上述したいずれの法律でも、水が他の用途に使用されるかどうかにかかわらず(a)人が消費することを意図している水、(b)食品の洗浄、人が消費する氷の原料などに用いられる水を供給する場合はこれらの法律の規制対象としている。なおボトル水は、これらの法律の規制対象とはならず、食品衛生上の規制を受けるとされている。

1. 1. 2 オーストラリア水道ガイドライン(Australian Drinking Water Guideline)

(1) 水道ガイドラインの概要

オーストラリア連邦政府は州政府の公衆衛生行政を支援する施策の一環として、オーストラリア水道ガイドラインを策定して提示している。基準の目的は水道における最良な水質管理の枠組みを示すこととしており、強制力のある基準ではなく、水道水を給水するすべての機関、団体、水源水域の管理機関、水道の規制機関および保健当局などで利用されることを想定している。

(2) 水道ガイドラインの内容

1) 水道水の品質保証プログラム

HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point：危害分析・重要管理点)やISO9001などに共通する水道水の品質保証プログラムの枠組みと、水道へ導入することの必要性が示されている。品質保証プログラムは「水道水質管理の枠組み(Framework for Management of Drinking Water Quality)」として記述されており、12の要素(Element)から構成されるとしている。それらは順に、組織トップの品質保証プログラムの導入宣言、危害分析と重要管理

点の評価、運転プログラムの作成、運転管理指標が異常を示した場合の対応プログラムの作成、プログラムの検証体制の確立、システムの見直しなどに関するもので、WHO 飲料水質ガイドラインで示している水安全計画とほぼ同じ内容である。

2) 水質ガイドライン

微生物項目、理化学項目、放射能に関する項目の情報とそれらのガイドライン値が示されている。水質ガイドラインには健康に関するガイドライン値と外観(Aesthetic)に関するガイドライン値が定められており、項目によっては重複して値が定められているものがある。それらの一覧を表-1に示した。ガイドラインには微生物項目が1項目、理化学項目が75項目、農薬に関する項目が121項目(シルヴェクスは項目として挙げられているが、ガイドライン値は示されていない。)含まれている。これらのうち、外観のみのガイドライン値が示されている理化学項目は14項目、重複してガイドライン値が定められている理化学項目は17項目あり、ガイドライン値が重複している項目はいずれも外観に関するガイドライン値が低く設定されている。

農薬は1項目を除いた120項目について健康影響の観点から評価したガイドライン値が示されており、このうち63項目は定量下限に基づくガイドライン値が示されている。定量下限に基づくガイドライン値は、水源、集水域などで使用が許可されていない農薬を検出した場合に、直ちに原因究明活動を開始するための指標とされている。

健康影響評価に基づくガイドライン値は、ほぼWHOの評価方法を踏襲し、閾値のある物質については動物実験結果などの結果を安全係数で除して1日耐用(許容)摂取量を求め、さらに水道水の寄与率、人の体重を乗じ、一日の飲用量で除してガイドライン値を算出している。閾値がないとされる物

質のガイドライン値は、生涯にわたって飲用することによるリスク増加率が 10^{-5} となるよう算出されている。

3) 浄水用薬品の品質

水道用薬品に含まれる不純物に関する基準の設定および薬品としての品質に関する考え方が水道ガイドラインの第8章に示されている。水道薬品の使用目的は、①殺藻剤などによる藻類の制御、②凝集沈澱処理、③吸着処理、④軟化処理、⑤酸化処理、⑥消毒、⑦pH調整および緩衝能力の増加、⑧腐食の制御としており、これらに加えてオーストラリアで広く行われているフッ素添加処理用の薬品も水道用薬品として取り扱われている。水道ガイドラインに含まれている水道用薬品は35種類で、殺藻剤が1種類、凝集沈澱処理用が12種類、吸着処理用が1種類、軟化処理用が5種類、酸化処理用が6種類、消毒剤が9種類、pH調整剤および緩衝能力の増加用が8種類、腐食の制御用が9種類、フッ素処理剤が3種類である。(使用目的の重複分を含む)

薬品に含まれる不純物の規制濃度は、推薦最大不純物濃度(Recommended Maximum Impurity Concentration)とされている。推薦最大不純物濃度は水道水に付加される量が水質ガイドライン値の10%以下にすることを基本として、薬品ごとの最大注入率に基づいて算出している。

4) 水質監視

水質監視の目的は、「水質管理の枠組み」の中で示されているバリアおよび水道システム全体が安全な水道水を供給するために効果的に機能していることを証明するためとしている。水質監視には次の4種類があり、これらの監視の目的に応じて、測定する項目、頻度、採水場所などが異なるとしている。

5) 消毒

水道ガイドラインでは水道における消毒

処理の必要性を強調しており、消毒方法として遊離塩素、結合塩素、二酸化塩素、オゾン、紫外線などを挙げている。塩素処理を行う場合、30分の接触後に総塩素濃度が0.5mg/L以上残留していることが重要としている。

1. 1. 3 各州における水質ガイドライン

水道水質は地域(Region)や地方(Local)の実情、経済、政治、文化的な事情および消費者の水質に関する意向や料金を支払う意欲などを考慮して決定するとしている。水道ガイドラインには健康に関する項目とそれらのガイドライン値、外観に関する項目とそれらのガイドライン値などが示されており、州政府が水質基準を定める際の参考としている。

オーストラリアの8つの州政府は基本的に水道ガイドラインに示された項目およびガイドライン値を水質基準として適用している。また、水道ガイドラインには水質検査および検査の頻度、採水場所に関する情報が示されているが、実際に検査する項目、検査の頻度などは各州政府が決定している。

1. 1. 4 ニューサウスウェールズ州における水質事業の枠組み

ニューサウスウェールズ州は、面積が80万平方キロメートル、人口が666万人で、人口ではオーストラリアの州のなかで最も多い。また、州内には人口が430万人でオーストラリア最大の都市であるシドニー市を含んでいる。

(1) ニューサウスウェールズ州の水道事業体

ニューサウスウェールズ州には大都市地域で主に給水する大都市水道事業体(Metropolitan Water Supply and

Services)、大都市の周辺部に給水する中都市水道事業体(Non-metropolitan Water Supply and Services)および農村水道事業体(Rural Water Supply and Services)があり、給水接続件数が50000以上は大都市水道事業体、それ以下は中都市水道事業体とされている。

シドニー市の水道はシドニー集水域管理庁(Sydney Catchment Authority)⁷⁾から原水の供給を受けるシドニー水道企業団(Sydney Water)⁸⁾が浄水処理し、給水している。シドニー集水域管理庁、シドニー水道企業団とも、ニューサウスウェールズ州が設立した州営企業で、これら以外にも水道水、灌漑用水などの供給、排水処理などを行う州営企業が設立されている。シドニー市とその周辺地域以外への給水は、農村水道事業体を含め、ほとんどが地域の自治体が行っている。それらの多くは、前述した州営企業から原水または用水を受水している。

(2) シドニー水道企業団

法で定める州営企業がシドニー市とその周辺で上下水道サービスを行うことを目的として、シドニー水法1994(Sydney Water Act 1994)が制定されている。同法は水道事業のライセンス条件として、水道事業に具備すべき要件、施設、運転、維持管理などの基本事項を含めることと規定している。また、ライセンス条件に関して衛生省を含む3つの監督機関と覚書き(Memorandum)を締結することとしている。

シドニー水道企業団が衛生省と締結している覚書きには、①オーストラリア水道ガイドラインの遵守、②総合的な年間の水道水質検査計画の策定、③水質検査結果の四半期毎の報告・公表、④あらゆるリスクの制御と水道水の外観的ガイドライン値の遵守を含む水道水質5カ年計画の策定、⑤水質などの異常時における衛生省への迅速な

報告と対応計画の策定などが盛り込まれている。

1. 1. 5 ニューサウスウェールズ州における水質管理の枠組み

(1) 水質管理体制の概要

州政府の衛生省(Department of Health)が公衆衛生行政を担当しており、公衆衛生法 1991(Public Health Act 1991)を根拠として水道を監督している。公衆衛生法 1991の目的は公衆衛生の状況を監視し、向上させることである。同法では水道事業者(Supplier of Drinking Water)として、①シドニー水道企業団(Sydney Water)、②ハンター水道企業団(Hunter Water)、③水管理法 2000(Water Management Act 2000)、地方自治体法 1993(Local Government Act 1993)、Lord Howe 島法(Lord Howe Island Act 1953)、水産業競争法 2006(Water Industry Competition Act 2006)に規定するものなどとしている。ボトル水を供給するものはこれには含まれない。

公衆衛生法 1991 には水道水質とその安全性に関する規制、監視の条項が盛り込まれている。衛生省は、水道の利用者に対する煮沸勧告を含む助言、水道事業者に対する助言、水道事業者への立ち入り調査、水質検査の要請、水道水質に関する情報と記録の提供要請、水道水が健康を害する恐れのある場合の給水制限と給水停止、水道水が常時安全であることを担保する品質保証システムの導入要請などが行えるとされている。また、ほとんどの規定において罰則が定められている。

(2) ニューサウスウェールズ州における水質検査の規定

ニューサウスウェールズ州は水道水の微生物、農薬を含む化学物質、放射能などに関する安全性を水道事業者自らが確認する

ことが期待されているとしており、水質検査を行う項目、推薦する水質検査の最小試料数、検査する機関などを水道モニタリングプログラム(Drinking Water Monitoring Program)で示している。州が水質検査が必要と定める項目及び試料数の範囲内であれば、検査に要する費用を水道事業者が負担しなくてよい。

a) 水質検査の試料数

水質検査の試料数は給水する人口、給水する都市の数に応じて定められている。微生物項目の推薦最小試料数は表-2 に示すように、給水する町の数が単数か複数かで異なっている。給水する町が1つの場合、給水人口が100人未満では12試料/年(1試料/月)、10万人を超える場合には6試料/週とされている。給水する町の数が複数の場合は、表-2 に示すような試料数としており、前述した単独都市への給水に比べて人口に対する試料数の割合は小さく設定されている。理化学項目は給水人口が5000人以下では2試料/年、5000人を超える場合は12試料/年としている。フッ素添加している場合、フッ素濃度を①浄水場で毎日測定する、②配水区域で週に2試料測定する、③測定記録の保管と州の健康局への報告、④試料を月に1回、州の分析機関へ送付することが規定されている。

b) 採水場所

採水場所及び年間の採水試料数は給水人口を基本にして設定することが示されている。また、検査ごとに採水場所をローテーション方式により異なる場所で検査することが望ましいとしている。

c) 分析機関

水道水質の分析に関して認定を受けた機関が示されており、州の費用負担で検査する場合はこれらの機関で水質分析しなければならないとされている。

d) 検査項目

次の①～③に示した水質項目を定期的に検査し、州の定められた担当に報告することとされている。農薬、消毒副生成物などの検査は各水道事業体が検査の必要性を検討し、場合によっては健康省の担当部署の助言を基に検査計画を定めるとしている。

- ①微生物項目：糞便性大腸菌、大腸菌群
- ②理化学項目：pH など外観に関する 6 項目、重金属および無機物質など 26 項目
- ③水道事業体の選択項目：電気伝導度など外観に関する 3 項目、無機物質など 10 項目
- ④農薬：農薬は定期的に検査する項目に位置づけられていない。農薬に起因するリスクを評価して検査計画を策定するが、当局が検査の必要性を認めた場合、水道事業体は測定費用の負担を要しない。
- ⑤消毒副生成物：塩素処理もしくは結合塩素処理を行っている水道事業体に対して、消毒副生成物に関する水質検査の実施を推薦している。トリハロメタンに関して、当局が検査の必要性を認めた場合、水道事業体は測定費用の負担を要しない。

(3) 水質ガイドライン値の超過など、水質異常時の対応

ニューサウスウェールズ州では、水質ガイドライン値を超過した場合などの水質異常時の対応手順を定めている。対応手順は、理化学項目の異常、糞便性大腸菌・大腸菌の検出、ジアルジア・クリプトスポリジウムの検出もしくは浄水処理異常の 3 ケースについて定めている。

理化学項目が異常を示した場合、水道事業体が必要な調査と再検査を行い、水質ガイドライン値超過が確認された場合に次の対応を定めている。

- ①水質ガイドラインの区分け(健康項目もしくは外観に関する項目)、超過濃度、汚

染もしくは浄水処理上の事故などの想定される原因を検討した上で、直ちに健康に影響する可能性があるかどうかを水道事業体および衛生当局が決定する。

- ②直ちに健康に影響する可能性があるとして判断された場合、関係機関と協議し、事故対応、代替給水、利用者への警告、調査、再検査などの対応を協議する。

- ③直ちに健康への影響がないと判断される場合は、水道事業体は関係機関と協議しながら原因究明を行う。

- ④再検査はニューサウスウェールズ州衛生局の検査機関または国内検査機関協会 (National Association of Testing Authorities : NATA) の認定を受けた検査機関で行う。

- ⑤再検査で異常が確認されない場合は対応を終了する。

- ⑥再検査で異常が確認された場合は過去の測定結果、ガイドライン値超過の継続時間、利用者の苦情などに基づいてリスク評価し、利用者への周知、飲用不可の広報、代替給水の必要性を検討する。

糞便性大腸菌・大腸菌を検出した場合は直ちに消毒設備などの点検を行い、消毒が確実に行われるように対応する。消毒設備などが正常であれば糞便性大腸菌などの再検査を行ったうえで、煮沸勧告などを含む対応を衛生当局者と協議することが定められている。

ジアルジア・クリプトスポリジウムの検出および浄水処理異常により塩素濃度が 0.2mg/L 未満になった場合は直ちに煮沸勧告の必要性について検討するとしている。また浄水が 1NTU を超過した場合も水源の変更などを検討した上で、不可能な場合は煮沸勧告の必要性について検討するよう定められている。

- (4) 浄水用薬品に関する規制

オーストラリア水道ガイドラインに示された浄水用薬品のガイドラインを適用するかどうかは各州政府が決定している。ニューサウスウェールズ州は水道事業のライセンス条件、覚書きなどに示された「安全な水道水を供給する」責任に基づき、水道事業者が水道ガイドラインに適合する薬品を使用するようにしている。シドニー水道企業団では水道ガイドラインに適合する薬品の購入仕様を定め、この仕様を満足する薬品を使用している。

(5) 水質検査結果の公表

公衆衛生法 1991 では水質検査結果の公表は規定されていないが、ニューサウスウェールズ州は水道事業ライセンス、覚書きを利用して、各水道事業者が水質検査結果を一定期間ごとに公表するようにしている。シドニー水道企業団は州政府と、水質検査結果を四半期毎に取りまとめ、インターネットを通じて公表することを覚書きで取り決めている。

(6) 水安全計画

公衆衛生法 1991 は、衛生省が水道事業者に対して水道水が常に安全であることを担保する品質保証プログラムの導入の要請を行えるとしている。州政府は、水道事業ライセンス、覚書きなどを活用して、オーストラリア水道ガイドラインで示された水道水質管理の枠組みが水道事業者に確実に導入されるよう図っている。シドニー水道企業団では、覚書きに基づき、水質管理 5 年計画 (Five-year Drinking Water Quality Management Plan 2005-2010) で水質管理の枠組みに対する具体的な対応を公表している。

(7) 水道水源における水質保全

ニューサウスウェールズ州内の環境を保

護するための基本法律は環境影響防止法 1997 (Protection of the Environment Operation Act 1997) である。同法では環境を保全するための様々な規制の根拠を定めており、立ち入りを規制できる特別地域および各種の活動を制限できる制限区域の設定などが行える。

シドニー集水域管理法 (Sydney Water Catchment Management Act 1998) はシドニー集水域管理庁 (Sydney Catchment Authority) の設置を定めたもので、管理庁に関する役割の定義、機能および目的を定めている。同法は①集水域および集水域の施設の管理と保全、②用水の供給、③集水域の内部及び周辺での特定の活動の制限をシドニー集水域管理庁の役割としている。シドニー集水域管理庁の設置目的は①集水域の水質改善、②公衆衛生および公衆安全の維持・保護、環境保全、③管理庁が給水する用水水質の基準遵守、④環境へ影響する行為の管理・規制、⑤集水域内の施設の効率的、効果的かつ商業ベースに合致する管理としている。

シドニー集水域管理法は環境影響防止法 1997 に規定されている特別区域の設定など、同様の規制が行えることになっている。特別区域は飲料用もしくは他の用途の水質保全、集水域管理庁の目的に沿う生態系の維持を目的として設定する。指定された特別地域では、①立ち入り禁止もしくは立ち入りの制限、②集水域を汚染する行為・活動の規制、③家庭内での使用などの例外を除く農薬の指定された区域への持ち込み、使用および貯蔵が禁止されている。いずれも、違反した場合の罰則が規定されている。

ニューサウスウェールズ州では、水道水源地域環境計画 (The Drinking Water Catchments Regional Environmental Plan No.1) が水源を保全する枠組みとしても活用されている⁹⁾。REP では、集水域に

における水質目標の設定、集水域を管理する機関に対する保全プログラムの策定、戦略的な土地と水の利用の評価を含んだ地域環境計画の評価、新規の開発と活動の評価、許可並びに水質改善または悪影響を与えないようにする提案などが行えるようになってきている。

1. 1. 6 まとめ—オーストラリアの水質管理制度において優れていると考えられる点：水安全計画

オーストラリアの水質管理制度の中で優れている点として、水安全計画が上げられる。ここでは、この要点と併せて、わが国への適用の可能性とその具体的方法、並びに、適用に当たっての問題点などを以下にまとめる。

①優れていると考えられることの内容とそう判断される理由

水道水の安全性を常時確保する観点から、品質保証プログラムの概念を用いた水安全計画を策定し、運用することにより、水道水の安全性をさらに向上させることができる。

②背景と必要性

定期的な水質検査による水道水の安全性の監視に加え、常時のプロセス監視による水道水の安全性の向上が必要と考えられた。

③導入に至るまでの経緯

オーストラリアではオーストラリア水道ガイドラインで制度の利点などが詳しく示されており、導入を強く推薦している。各州政府と個別の事業体間で覚書等により導入が図られている。

④制度または仕組みの概要

オーストラリア連邦政府が策定した、オーストラリア水道ガイドラインには、水道水の品質保証プログラムの枠組みが示されている。品質保証プログラムは「水道水質管

理の枠組み(Framework for Management of Drinking Water Quality)」として記述されており、12の要素(Element)から構成されるとしている。内容はWHO飲料水質ガイドラインで示された水安全計画とほぼ同じである。

州政府は、水道事業ライセンス、覚書きなどを活用して、オーストラリア水道基準で示された水道水質管理の枠組みが水道事業体に確実に導入されるようしている。

⑤水道システムのリスク低減の面から見た効果と問題点

水安全計画の導入は水道水の安全性をより向上させることに有用であり、水道システムのリスク低減に大きく寄与すると考えられる。

⑥わが国への適用の可能性とその具体的方法、並びに、適用に当たっての問題点など厚生労働省により「水安全計画策定ガイドライン」がすでに策定・公表され、導入が推薦されている。小規模水道事業体に対する技術的な支援制度が創設されれば、適切に策定された水安全計画の導入を推進する上で有効と考えられる。

参考文献

- 1) 日本国外務省 各国・地域情勢 .
(<http://www.mofa.go.jp/>)
- 2) <http://www.australia.gov.au>
- 3) <http://www.nhmrc.gov.au>
- 4) <http://www.nwc.gov.au/>
- 5) <http://www.health.nsw.gov.au/>
- 6) <http://www.dhs.vic.gov.au/>
- 7) <http://www.sca.nsw.gov.au/>
- 8) <http://www.sydneywater.com.au/>
- 9) <http://www.environment.nsw.gov.au/>

表-1 オーストラリアの水質ガイドライン

(微生物)

項目	最大許容値
糞便性大腸菌	100mL中に検出されないこと

(理化学的項目：mg/L)

項目	ガイドライン値		項目	ガイドライン値	
	健康影響	外観		健康影響	外観
アモキシシム	0.0002		ホルムアルデヒド	0.5	
アルミニウム		0.2	硬度		200
アンモニア		0.5	ヘキサクロロベンゼン	0.0007	
アンチモン	0.003		硫化水素		0.05
ヒ素	0.007		珪酸化合物	0.1	
バリウム	0.7		鉄		0.3
ベンゼン	0.001		鉛	0.01	
砒素	4		マンガン	0.5	0.1
臭素酸	0.02		水銀	0.001	
ホウ酸	0.002		モリブデン	0.05	
四塩化炭素	0.003		ニッケル	3	0.5
塩化物イオン	250		ニッケル	0.02	
塩素	5	0.6	硝酸	50	
二酸化塩素	1	0.4	亜硝酸	3	
亜塩素酸イオン	0.3		ニトリロ三酢酸	0.2	
モノ酢酸	0.15		トリチン	0.001	
ジ酢酸	0.1		pH		6.5-8.5
トリ酢酸	0.1		7-オクタヒドロシクロヘキサン	0.01	
クロロベンゼン	0.3	0.01	ベンゼン (α)ヒレン	0.00001	
2-クロロフェノール	0.3	0.0001	セレン	0.01	
2,4-ジクロロフェノール	0.2	0.0003	銀	0.1	
2,4,6-トリクロロフェノール	0.02	0.02	トリクロロエチレン		180
クロム	0.05		スズ	0.03	0.004
銅	2	1	硫酸イオン	500	250
ジアン	0.08		味、臭気		異常でないこと
塩化アン	0.08		トリクロロエチレン	0.05	
1,2-ジクロロベンゼン	1.5	0.001	トリス	0.8	0.025
1,3-ジクロロベンゼン		0.02	蒸気残留物		500
1,4-ジクロロベンゼン	0.04	0.003	抱水コロイド	0.02	
1,2-ジクロロエタン	0.003		トリクロロベンゼン	0.03	0.005
1,1-ジクロロエチレン	0.03		トリクロロエチレン	0.25	
1,2-ジクロロエチレン	0.06		色度		15HU
ジクロロメタン	0.004		濁度		5NTU
溶解酸素		85%以上	ウラン	0.02	
エチルクロロベンゼン	0.0005		塩化ビニル	0.0003	
エチルベンゼン	0.3	0.003	キレン	0.6	0.02
EDTA	0.25		亜鉛		3
フッ素	1.5				

(放射性物質)

項目	最大許容	項目	最大許容
74Kセシウム	0.5Bq/L	ベータ線	0.5Bq/L
ラドン	100Bq/L		

(農薬：mg/L)

項目	ガイドライン値		項目	ガイドライン値	
	定量的下限	健康影響		定量的下限	健康影響
アセフェート		0.01	ヘキサクロール	0.00005	0.0003
アルデヒド	0.001	0.001	ヘキサフルオロ		0.03
アルドリン、デイクロル	0.00001	0.00003	ヘキサジフル	0.002	0.3
アルドリ	0.005	0.05	リンデン	0.00005	0.02
アトロール	0.001	0.01	マルシリン		0.05
アセラム		0.05	メチルチオン		0.03
アトラン	0.0001	0.04	メチルカーブ	0.005	0.005
アジフオスチル	0.002	0.003	メソル	0.005	0.03
ベニル		0.1	ネキソロール	0.0002	0.3
ベンチリン		0.03	ネトラロール	0.002	0.3
ビニルピリジン		0.1	ネトラリン	0.001	0.05
ブロメックス	0.01	0.3	ネトラフロリチル		0.03
ブロメチル		0.01	ネトラフロス	0.005	0.005
ブロメチル		0.03	ネトラート	0.0005	0.005
ブロメチル	0.005	0.03	ネトラフロス		0.001
カルベキシム		0.1	ネトラバシム	0.001	1
カーボリン	0.005	0.01	ネトラリン		0.5
カーボフェンチオン		0.0005	ネトラリン	0.002	0.05
カルホキシ	0.002	0.3	ネトラリン		0.3
クロチン	0.00001	0.001	ネトラリン		0.005
クロフェンピノス		0.005	ネトラリン	0.001	0.03
クロクロニル	0.0001	0.03	ネトラリン		0.01
クロキシロン		0.01	ネトラリン	0.0003	0.1
クロピリノス		0.01	ネトラリン		0.0005
クロピロリン		0.1	ネトラリン		0.3
クロピロリン	1	1	ネトラリン	0.0001	0.01
2,4-D	0.0001	0.03	ネトラリン	0.001	0.1
DDT	0.00006	0.02	ネトラリン		0.3
ダイアリン	0.001	0.003	ネトラリン		0.1
ジカンバ		0.1	ネトラリン		0.005
ジクロロニル		0.01	ネトラリン		0.0005
ジクロロニル	0.001	0.001	ネトラリン		0.05
ジクロロニル		0.005	ネトラリン		0.0003
ジクロロニル		0.003	ネトラリン		0.03
ジクロロニル	0.00001	0.0003	ネトラリン	0.001	0.05
ジクロロニル		0.1	ネトラリン	0.0001	0.5
ジクロロニル		0.05	ネトラリン		0.05
ジクロロニル	0.002	0.3	ネトラリン	0.0005	0.05
ジクロロニル	0.0005	0.005	ネトラリン	0.0001	0.1
ジクロロニル	0.001	0.003	ネトラリン	0.002	0.3
ジクロロニル		0.03	ネトラリン		0.03
ジクロロニル		0.5	ネトラリン		0.03
EDB	0.001	0.001	ネトラリン	0.0005	0.02
エトキシリン	0.00005	0.03	ネトラリン		0.01
エトキシリン	0.1	0.1	ネトラリン		
EPTC	0.001	0.03	ネトラリン	0.00005	0.1
エチリン		0.003	ネトラリン	0.3	0.3
エトキシリン	0.001	0.001	ネトラリン	0.01	0.03
エトキシリン	0.0001	0.1	ネトラリン	0.0005	0.0005
エトキシリン		0.0003	ネトラリン	0.001	0.3
エトキシリン	0.001	0.03	ネトラリン	0.002	0.1
エトキシリン		0.03	ネトラリン		0.03
エトキシリン		0.01	ネトラリン		0.003
エトキシリン		0.01	ネトラリン		0.005
エトキシリン	0.01	0.01	ネトラリン		0.003
エトキシリン		0.05	ネトラリン		0.005
エトキシリン		0.05	ネトラリン		0.01
エトキシリン		0.05	ネトラリン	0.0001	0.05
エトキシリン		0.03	ネトラリン	0.0005	0.03
エトキシリン	0.01	1	ネトラリン		

表-2微生物検査の試料数

・単独の都市への給水

給水人口	推薦最小試料数
100人以下	12試料/年 (1試料/月)
100人～500人	26試料/年 (1試料/2週)
500人～5000人	52試料/年 (1試料/週)
5000人～10万人	52試料/年 (1試料/週)に加えて5000人を超える人口について5000人につき1試料/月を追加する。
10万人以上	6試料/週に加えて100000人を超える人口について10000人につき1試料/月を追加する。

・複数の都市への給水

給水人口	推薦最小試料数
1000人以下	12試料/年 (1試料/月)
1000人～5000人	26試料/年 (1試料/2週)
5000人～10万人	52試料/年 (1試料/週)に加えて5000人を超える人口について5000人につき1試料/月を追加する。

1. 2 カナダ

1. 2. 1 重大な水系感染事故

(1) ウォーカートンの悲劇

2000年5月、オンタリオ州のウォーカートンで、病原性大腸菌 O-157、カンピロバクター・ジェジュニ (*Campylobacter jejuni*) によって水道水が汚染され、7人が死亡、2,300人を超える住民が感染した。この水系感染事故は、「ウォーカートンの悲劇」と呼ばれている¹⁾。

その後の調査で水系感染事故は以下の要因が重なったことにより発生したことが判明した。

- ①汚染原因となった浅井戸の第5井戸は岩盤に囲まれており、岩盤上の土壌表土は浅く岩盤には亀裂があった。このため土壌表面の細菌が井戸に混入しやすかった
- ②水系感染事故前の4月に井戸周辺の農場に有機肥料が撒かれていた。
- ③5月8日から12日に60年に1度の大雨があり、洪水が発生した。
- ④町から運転を請け負っていたウォーカートン公共事業委員会の技術者は、第

5井戸の残留塩素濃度と濁度の継続的監視を行っておらず、井戸からの供給水は十分に消毒されていなかった。

- ⑤ウォーカートン公共事業委員会の技術者は、5月15日に第5井戸で大腸菌が検出されていた試験結果と5月初旬に十分に塩素消毒されていなかった水道水を供給した事実を町の保健所に報告しなかった。

結果的に大雨の降った5月12日直後から住民は汚染された水道水にさらされ、18日から感染が拡大し病院に患者が殺到する事態となった。その後5月22日に死亡者が発生して以降、最終的に7人が死亡した。この事件で、現場責任者および公共事業委員会統括部長は、残留塩素および濁度の継続的監視を怠り、水質試験結果を隠微して不適切な対応を行ったこと等で、偽造文書行使罪、文書偽造、公務義務の不履行の罪に問われ、有罪判決を受けた。

- (2) ノースバトルフォードのクリプトスポリジウム水系感染
2001年4月にサスカチュワン州ノースバ



図-1 「ウォーカーの悲劇」で汚染された井戸と周辺状況

トルフォードで発生したクリプトスポリジウム水系感染事故では、聞き取り調査や市販薬の売り上げ調査などから住民 14,000 人のうち、5,800 人から 7,100 人が下痢にかかり、1,907 人がクリプトスポリジウム症と見積もられ、275 人にクリプトスポリジウム感染が確認された^{2),3)}。

水系感染事故に至る最初の直接の原因は解明されていないが、感染者が急増する 4 月に先立つ 3 月 20 日に北サスカチュワン川を水源とする浄水場が修理を行い、稚拙な運転管理により濁度除去が不十分となり水道にクリプトスポリジウムが混入したことが原因と推測されている。

ノースバトルフォード(表流水)浄水場は 1950 年建設の古い浄水場で 1981 年には、上向流式高速凝集沈澱地(スラリー循環型)を追加して増強している。2000 年にこの浄水場の床にクラックが見つかり 2001 年 3 月 20 日に修理が行われた。それまで同様の修理は川が凍り濁度が特に低くなる年明けに行われていたが、この時は 3 月に修理が行われた。修理を行うため、スラリーが引き抜かれたが、修理後の通常運転に戻す際のスラリーの管理が十分ではなかった。オ

ペレーターは低濁度原水がスラリーを形成しにくいことを認識していた。しかし、低濁度原水にもジアルジアやクリプトスポリジウムが含まれ、重大なリスク要因になるとは考えてもいなかった。また、浄水場の取水口が、下水処理場の 3.5km 下流に位置していることもオペレーターに認識されていなかった。修理はその日の 4 時に終わり、スラリー循環槽には、原水が通水され、通常より高濃度の凝集剤を添加し、循環槽越流水の濁度が 5NTU 以下で残留塩素濃度が 2mg/L 以上になるまで 3.5 時間排水された。

浄水場では毎日、循環槽のスラリーを採取し 5 分間静置してスラリー界面を測定する沈降率試験を行っていた。通常、10%から 20%の沈降率を示すが、修理した日(3 月 20 日)の試験では、スラリーは全く沈降せず、3 月 30 日まで 0.1%の沈降率で、濾過水濁度は 0.16 から 0.60NTU であった。それから 4 月 18 日まで 4 月 10 日の 0.1%を除き 0%の沈降率で濾過水濁度は 0.31NTU から 0.96NTU であった。4 月 18 日から 4 月 25 日までの沈降率は若干改善し 1%から 18%に上昇し、濾過水濁度は 0.19NTU から 0.58NTU となった。

3月に浄水場に問題が生じていたにも関わらず、ノースバトルフォードでの水系感染の証拠は、4月24日まで部分的にしか得られていなかった。その一方、カナダ保健省が行った聞き取り調査等の疫学調査によると、浄水処理に不具合があったこの期間に下痢症患者が急増し、4月13日が最多であった。

浄水場の上流3.5kmにノースバトルフォード下水処理場があり、下流の浄水場と同じ面に放流口があり、下水処理水が川の水と十分に混合せず、浄水場の取水口に取り込まれた可能性が考えられた。

5月2日から14日の間にクリプトスポリジウム陽性患者45人の糞便試料49検体のランダムな12試料のうち遺伝子型が判明した11試料がヒト型 (*Cryptosporidium hominis*) であった。これらのことから、家畜の排泄物が原因ではなく、ヒトの排泄物により水道が汚染されたと考えられている。この下水処理場は1997年には処理能力が劣っていることをコンサルタント会社から

報告されていた。その後、最新の放流水基準に適合するため更新が検討されたが、更新は困難で別の場所に新たな処理場の建設が提案されたものの2001年4月までこの問題は解決されていなかった。

財政上の理由により、下水処理場および浄水場ともつぎはぎ的な修理が行われており、これら施設の処理能力の問題が、水系感染事故につながったとされている。

1. 2. 1 州における水道水質管理

(1) 水道の監督官庁

2003年に連邦の保健省が公表している「公衆衛生への第一歩・カナダの水道水質関係：Public Health Initiatives Related to Drinking Water Quality in Canada」⁴⁾では、保健省が管理しているのはブリティッシュコロンビア州、マニトバ州、ニューブランズウィック州、保護領となっている。それ以外の州では、環境省管轄であるが、水道水質問題に関しては、保健省と密接な協力が行われている。

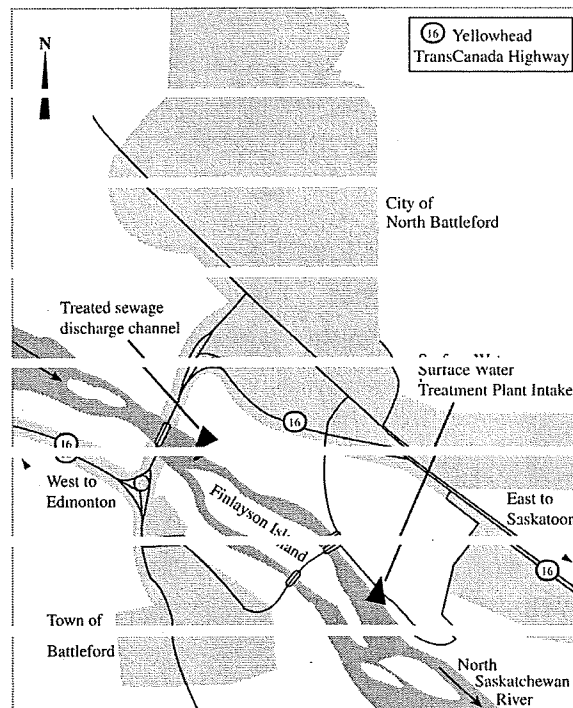


図-2 ノースバトルフォード浄水場と下水処理場の位置図

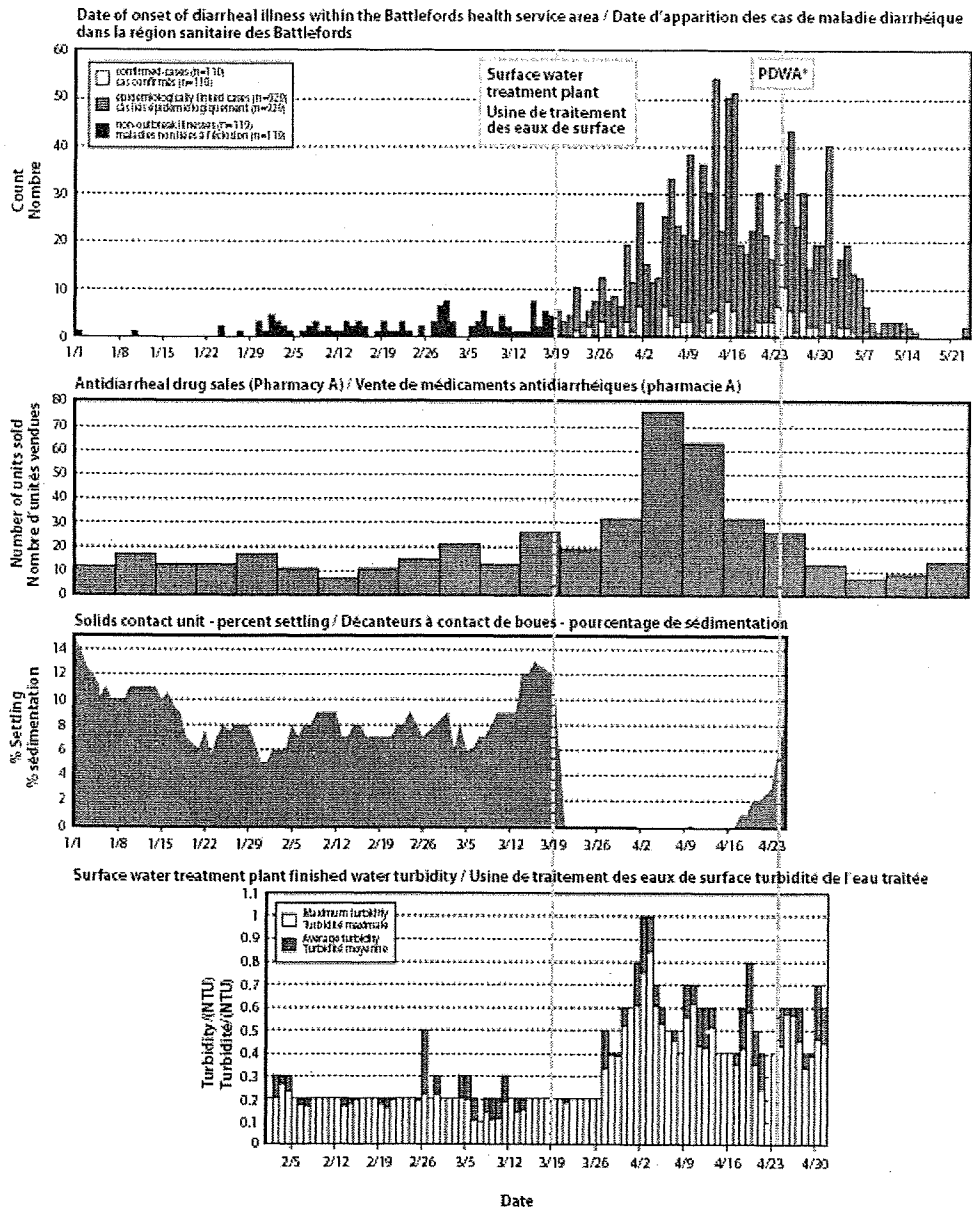


図-3 ノースバトルフォードにおけるクリプト感染事故に関連する図上から下痢症患者数、下痢止め薬の販売数、表流水処理場のスラリー沈降率、表流水処理場の浄水濁度の推移

(2) 水道水質管理の状況

連邦には、州の水道水質管理制度を比較した公表文書はないが、NGOのEcojustice(前シエラ法律防衛基金: Sierra Leagal Defence Fund)が州・準州ごとの水道水質管理制度の評価結果を2001年と2006年に公表している⁵⁾。

この報告書では、それぞれの州・準州の

水道に関する法律や制度に関する文書を比較し、浄水処理に関する基準、汚染物質に関する基準、水質試験、水質試験所の認証、技術者の資格、広報の6つの視点から評価を行い、最良のAからFまでの6段階評価を行っている(表-1)。2006年のそれによると、カナダ水道水質ガイドラインに基づいて水質基準を定めているのは、4つの州・