

図4 本研究で得た配列より構築した系統樹

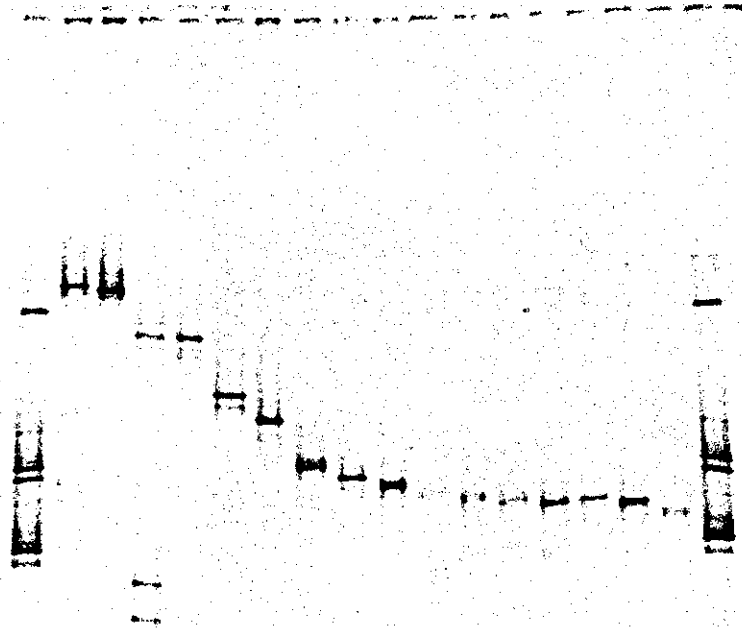


図5 単一バンドからの泳動マーカの構築

塩基配列決定を行なう目的で、PCR-DGGE で分離した個々のバンドを切り出して再度 PCR 増幅している。図は DGGE で単一のバンドであることを確認した1つの例である。濃度が一定になるように各バンドを混合することで容易に泳動マーカを作成することが可能であり、用意したマーカは次の解析に有効に機能するものと期待される。

で DGGE バンド位置が異なるにもかかわらず完全一致の配列が得られているが、異種複合体 (Hetero duplex) の形成、あるいはゲル中の変性剤濃度勾配に段差が生じていた等が原因と考えられた。

DGGE は泳動条件の変化がバンド位置に影響を与えるが、比較対照として泳動マーカがあればゲル間での比較が容易になり、加えて既知バンドとの一致による同定判断が可能となる。本研究ではすでに DGGE バンドと塩基配列の対応が蓄積されつつあり、これらを利用して泳動マーカを作成した。マーカの作成は、塩基配列決定用に PCR 増幅されている各バンドを均一な濃度となるように混合することであり、作業としては容易だが、解析には有用である。例としてバンド切り出し後に塩基配列決定を目的として個々のバンドを再度 PCR 増幅し、単一バンドの切り出し成功を確認する目的で取得した DGGE の泳動像を示すが (図 5)、既

に多数のバンドを保有するに到っている。まず上水から得たバンドの A1、A5、A7、A9 の 4 本でマーカセット A とした (図 6)。次に風呂バイオフィームから得た B2、B4、B5、B7、B8、B9、D11 の 7 本でマーカセット BD とした (図 6)。泳動像には示さないが、活性炭から得たマーカセット C (C6、C7、C8、C11、C12、C16、C21、C22、C24、C26)、原水から得たマーカセット E (E1、E2、E6、E7、E9、E22、E25、E26、E29、E30) を用意した。今後蓄積される情報を加味してさらに充実させる予定である。

水道原水、処理過程水、末端給水栓上水等の試料を得て、PCR-DGGE 解析を試みた (図 6、7)。処理過程水のオゾン処理活性炭後、凝集沈殿濾過後の DGGE パターンは、原水のそれとは明らかに異なり、微生物叢の交代が認められた (図 6)。給水栓より得たパターンを見ると、凝集沈殿濾過後と共通のバンドが存在した。この配



1. Marker set A
2. Marker set BD
3. 原水
4. オゾン処理/活性炭層
5. 凝集沈殿ろ過
6. 末端給水栓
7. 実験室脱イオン装置

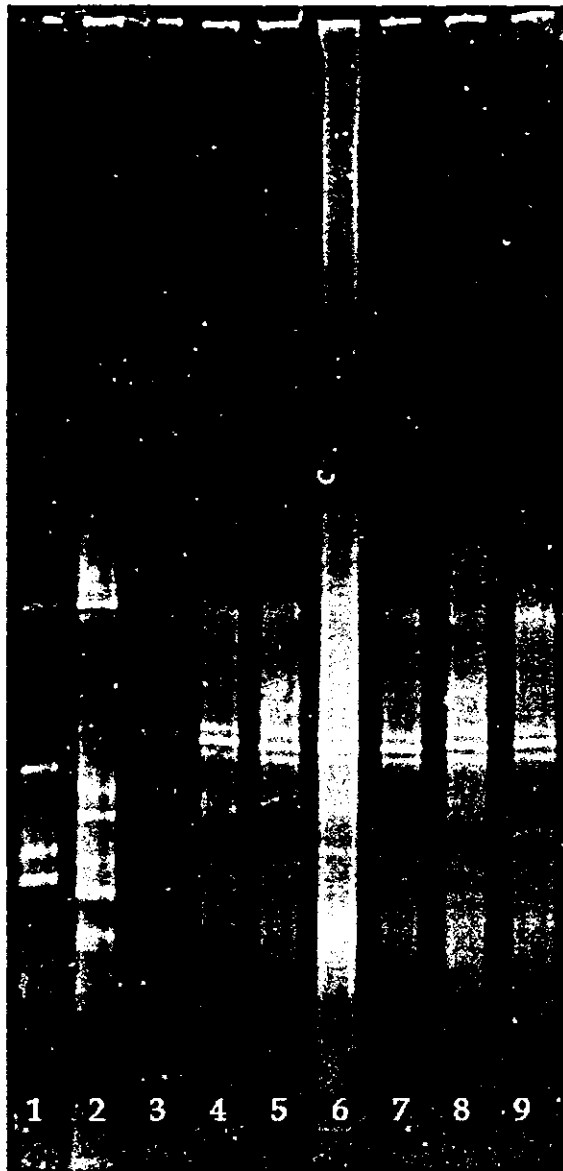
図6 水道原水と浄水場における各処理工程より得た試料水の DGGE 解析像

水系では凝集沈殿処理後の水の割合が多いとのことで、パターンはそのことを反映し、微生物叢の交代は見られなかったことが読み取れた。

水道原水と浄水場の浄水の間で共通と見られるバンドが存在し、それは末端施設でも検出された(図7)。例1と異なるのは原水と浄水に共通するバンドの存在で、これが果たして本当に共通しているのかを確認する必要がある。ところで送配水施設Cでは従属栄養細菌が毎月検出されていたが、出現したコロニーがこれらのバンドと対応しているか否かについて、今後の詳細な検討を要するものとする。

D. 結論

水質基準では毎月 100ml の水の大腸菌を調べており、一度も検出されないことが規定されている。そこで、微生物(大腸菌)の測定値と水中の(大腸菌)濃度の関係について検討した。そこで、日本の8河川9定点における年間の大腸菌群の濃度(日本河川水質年鑑より)をもとに、対数値の標準偏差を求めたところ 0.66 (\log_{10}) 程度であった。これから、真の大腸菌濃度の平均値は 0.12cfu/100ml 以下であることといえる。



1. Marker set A
2. Marker set BD
3. 原水
4. 浄水場浄水1
5. 浄水場浄水2
6. 送配水施設A
7. 送配水施設C
8. 送配水施設E
9. 送配水施設F

図7 水道原水と各地点における給水栓水の DGGE 解析像

クリプトスポリジウム等に関する暫定対策刺針が出されてより、耐塩素性病原微生物の検査が行われている。しかしながら、蛍光抗体染色ならびに DAPI による核染色の結果に基づいて原虫類の検出が行われている実態が存在し、本検査法の精度を向上させなければならない。それには微分干渉顕微鏡の操作法に不慣れなこと、あるいはクリプトスポリジウム・オーシストおよび、ジアルジア・シストの微細構造に対する認識の低さが原因しているものと考えられる。そこで、これら原虫類の微細構造と微分干渉顕微鏡の操作法についてのマニュアルを作成した。なお、このマニュアルは、厚生労働省が平成17年3月に実施した、水道におけ

る耐塩素性病原微生物検査に関する研修会において資料として活用されている。

水道への PCR-DGGE 応用による細菌叢の解析は可能であり、従来とは種類が異なる情報が得られつつある。PCR-DGGE 法は多様な細菌叢を質的に解析する能力に優れているが、一方で PCR 増幅を経たことにより量的な情報が反映されないとの指摘があり、従属栄養細菌測定等の培養法を用いて補い合うことが必要である。当該研究で蓄積した情報と開発したマーカーを用いることで今後の応用発展への迅速な対応が期待される。

E. 参考文献

Albrecht Wiedenmann(2003) *Proc. of Int'l Symp Health Related Water Microbiology*, IWA, Capetown, Sep. 2003, 74-76

Muyzer G, de Waal EC, Uitterlinden AG. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA. *Appl Environ Microbiol.* 1993 Mar;59(3):695-700.

石井浩介、中川達巧、福井 学(2000)微生物生態学への変性剤濃度勾配ゲル電気泳動法の応用. *Microbes and Environments* 15: 59-73

Muyzer G, Teske A, Wirsén CO, Jannasch HW. Phylogenetic relationships of *Thiomicrospira* species and their identification in deep-sea hydrothermal vent samples by denaturing gradient gel electrophoresis of 16S rDNA fragments. *Arch Microbiol.* 1995 Sep;164(3):165-72.

Nicholas, K.B., Nicholas H.B. Jr., and Deerfield, D.W. II. 1997 GeneDoc: Analysis and Visualization of Genetic Variation, *EMBNEW NEWS* 4:14 ([http:// www. psc.edu /biomed/genedoc/](http://www.psc.edu/biomed/genedoc/))

Sudhir Kumar, Koichiro Tamura, Ingrid B. Jakobsen, and Masatoshi Nei (2001) MEGA2: Molecular Evolutionary Genetics Analysis software, *Bioinformatics* Vol. 17, 12 : 1244-1245.

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

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

分担研究報告書

最新の科学的知見に基づく水質基準の見直し等に関する研究
—消毒副生成物分科会—

主任研究者 真柄泰基 北海道大学大学院工学研究科 教授
分担研究者 伊藤禎彦 京都大学大学院工学研究科 教授
分担研究者 亀井 翼 北海道大学大学院工学研究科 助教授
分担研究者 浅見真理 国立保健医療科学院水道工学部 主任研究官

研究要旨

オゾン処理または塩素処理副生成物のうち、臭素酸、NDMA (*N*-ニトロジメチルアミン)、ハロ酢酸を主な対象として検討を行った。注入率制御、溶存オゾン濃度制御等の臭素酸低減化技術が、比較的臭化物イオン濃度が高い状況でも有効であることが確認された。また、このような低減化を行っても、THM 等その他の消毒副生成物は十分に制御されていることを確認した。一方、次亜塩素酸ナトリウム中の臭素酸は、有効塩素濃度が低下した場合に高くなる場合があることが示された。さらに、入浴にともなう THM 曝露量は経口曝露の 5-300%と無視できないことがわかった。NDMA の分析には化学イオン化法(CI)が適していることがわかった。ハロ酢酸およびその他の消毒副生成物については、高度処理・送水時間短縮等の低減化技術が有効であることを示した。この他、消毒副生成物とエストロゲン様活性の低減について E260 が利用できること、塩素処理水の染色体異常誘発性に占める有機臭素化合物の寄与率は、50%を超えることを水道原水を用いた実験により示した。

A. 研究目的

オゾン処理または塩素処理副生成物のうち、臭素酸、NDMA (*N*-ニトロジメチルアミン)、ハロ酢酸を主な対象に、制御技術、分析技術および生成状況について検討を行った。臭素酸については、低減化技術の有効性についてパイロット実験・実施設での実験をもとに検討した。また、次亜塩素酸ナトリウム中の臭素酸についても詳細な調査を行った。NDMA については、その強い毒性が懸念されているものの我が国での水道水中濃度に関する情報は少ない。そこで、未規制のハロ酢酸とともに分析法の整備を行った。また、ハロ酢酸の低減化技術の検証を行った。さらに、浴室内の THM 曝露量について評価を行った。この他に、E260 の消毒副生成物管理指標としての有効性、さらには塩素処理で生成する有機臭素化合物の安全性に関する基礎的検討を行った。

B. 実験方法

オゾン処理における臭素酸低減化対策については沖縄県、大阪府、大阪市、阪神水道企業団にて注入率、溶存オゾン濃度および pH 制御の効果を実施設で評価した。また、大阪府では、実証プラントで pH 低減、二酸化塩素添加の効果についても評価を行った。次亜塩素酸ナトリウム中に

含まれる臭素酸濃度については、国立保健医療科学院、北千葉広域水道事業団、茨城県で調査を行った。

NDMA、未規制ハロ酢酸の分析方法については阪神水道企業団、北千葉広域水道事業団、名古屋市で調査・整備を行った。

揮発性消毒副生成物の曝露量評価に関しては、国立医薬品食品衛生研究所にて浴室内の THM 濃度を測定し、曝露量の推定を行った。

ハロ酢酸その他副生成物については、大阪府、東京都、茨城県、北千葉広域水道企業団、大阪府、奈良県において生成実態および低減化技術に関する調査検討を行った。

さらに、E260 と消毒副生成物生成量の関係(北海道大学)、塩素処理で生成する有機臭素化合物の安全性(京都大学)に関する検討を行った。

C. 研究結果および考察

沖縄県北谷浄水場では、溶存オゾン濃度を 0.1 mg/L 未満で処理すれば、臭化物イオン濃度が 0.15 mg/L 程度であっても臭素酸を 0.01 mg/L 以下に制御可能であった。溶存オゾン濃度 0.01 mg/L でも、トリハロメタン生成能については十分効果が認められた。溶存オゾン濃度を下げた場合の活性炭中の生物量増大には、活性炭逆洗

水への塩素注入で対応できることがわかった。

大阪府では、実施設における低減化技術の検証を行った。村野浄水場では注入率制御(夏期平面系で0.8、階層系で0.6 mg/L)、庭窪浄水場、三島浄水場では溶存オゾン濃度制御を行い、浄水中最大0.0059 mg/Lに抑制できた。プラント実験によりpHを7.0から6.8に下げることによって20%低減、6.4で半減できること、二酸化塩素併用で70%程度の低減効果があることを示した。

大阪市では溶存オゾン濃度計を用いたオゾン注入率制御により、夏期においても最大臭素酸濃度6 µg/Lと充分制御ができた。トリハロメタン生成能、ハロ酢酸生成能等についても十分に制御されていることを確認した。

阪神水道企業団では、運転条件とpH低減の臭素酸生成量及び効果について検討し、残留オゾン濃度0.25 mg/Lとした場合、接触時間を半分にした場合、60%程度の臭素酸低減、pHを6.7に設定した場合50-65%の低減が期待できること、さらに酸添加によりオゾンの自己分解が抑制でき、コスト的にも優れていることを示した。

国立保健医療科学院では、次亜塩素酸ナトリウム原液中の臭素酸濃度について調査した。最大値が419 mg/L、最小値が5.1 mg/L、平均値が63.8 mg/Lであり、実測有効塩素濃度の注入率を1 mg/Lとした場合は0.04 µg/L-10.5 µg/Lに相当する臭素酸の増加の可能性があること、特に、有効塩素濃度が低下した場合に臭素酸濃度が高くなる場合があることが示された。低塩の次亜塩素酸ナトリウムを使い、保存期間の管理を徹底する等の対応が必要となると考えられる。

北千葉広域水道企業団の調査では、次亜塩素酸ナトリウム中の臭素酸は3-10 mg/kgであり、浄水処理で上乗せされる次亜塩素酸ナトリウムは注入率40 mg/Lの際には0.0027 mg/Lであった。

また、茨城県の調査により液化塩素を用いる場合には塩素処理過程で臭素酸イオン濃度が増大することはないことがわかった。

国立医薬品食品衛生研究所では浴室空気中THM濃度の測定を行った。その結果シャワー入浴では浴槽入浴よりも10-30倍高い濃度のTHMに曝露されていることが明らかになった。給水栓中のクロロホルム濃度を10 µg/Lと仮定すると吸入曝露量は経口曝露量(20 µg)の5-300%となる。

名古屋市ではNDMA, MX, HAAの分析法を整備した。NDMA分析における活性炭カラム洗浄法、CIモード(メタン)による分析法を確立した。浄水中濃度はUSEPAガイドライン値0.7 ng/L以下であった。またMXは1.4-2.6 ng/Lの範囲であった。プロモ酢酸類の分析には注入口での熱分解が少ないGCを用いるとよいことを示した。

北千葉広域水道企業団では、ハロ酢酸、TOX等の消毒副生成物の濃度の浄水池および給水過程における実態調査を行った。粉末活性炭の注入、中間塩素処理、酸添加によるpHの調整(強化凝集処理)により消毒副生成物の制御を行った。その結果、プロモジクロロメタン(54%)と総トリハロメタン(50%)の給水栓における平均値の基準値に対する割合が高く、最も管理上留意すべきことが示された。総じて、トリハロメタン(特にプロモジクロロメタンと、総トリハロメタン)を管理することで、その他のハロ酢酸、抱水クロラール、ホルムアルデヒドも同時に管理できることがわかった。

奈良県桜井浄水場では、ジクロロ酢酸対策技術について検証した。選択取水、中間塩素処理、送水時間短縮、粉末活性炭注入(最大30 ppm)により、夏期においても基準値の50%程度(最大70%)に抑えることができた。

茨城県では、中間塩素処理と粉末活性炭注入により給水栓でのクロロホルム濃度は0.025 mg/L以下、総THM濃度は0.033 mg/L以下、ジクロロ酢酸濃度は0.023 mg/L以下に抑制できた。

東京都の調査でも、臭素酸、ハロ酢酸類ともに充分基準値以下に制御されていることがわかった。

この他、消毒副生成物とエストロゲン様活性の低減についてE260の除去率が有効であることを塩素処理について示した。また、塩素処理水の染色体異常誘発性に占める有機臭素化合物の寄与率は、大都市下流域や臭化物イオン濃度が高い地域では50%を超過する可能性を染色体異常試験と全有臭素(TOBr)分析により示した。

D. 結論

臭素酸は、注入率制御、溶存オゾン濃度制御または酸添加の有効性を確認した。一方、次亜塩素酸ナトリウム中の臭素酸濃度は、有効塩素濃度が低下した場合に高くなる場合があることが示された。また、入浴にともなうTHM曝露量は経口曝露量に対して無視できず、さらなる検討が必要である。NDMAの分析には化学イオン化法(CI)が適していることがわかった。規制対象のハロ酢酸等その他の消毒副生成物については、十分に制御されていた。消毒副生成物の生成量の指標としてE260、安全性の指標としてTOBrの有効性・重要性を示した。

E. 健康危険情報 なし

F. 研究発表 1.論文発表

越後信哉, 伊藤禎彦, 荒木俊明, 安藤良(2004). 臭化物イオン共存下での塩素処理水の安全性評価:有機臭素化合物の寄与率, *環境工学研究論文集*, 41: 279-289.

Echigo, S., Itoh, S., Natsui, T., Araki, T., and Ando, R. (2004). Contribution of brominated organic disinfection by-products to the mutagenicity of drinking water. *Water Sci. Technol.*, 5(5):321-328.

2. 学会発表

島崎 大, 相澤 貴子, 西村 哲治, 安藤 正典, 国包 章一, 眞柄 泰基(2004).水道原水および浄水における臭素酸イオンの実態調査, 第55回全国水道研究発表会講演集, 618-619.

Dai Simazaki, Mari Asami, Tetsuji Nishimura, Takako Aizawa, Shoichi Kunikane and Yasumoto Magara (2004). Occurrence of bromate in raw and finished waters for drinking water supply in Japan, Proc. 13th Japan/Korea symposium on water environment 2004, 89-95.

G. 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

分担研究報告書

最新の科学的知見に基づく水質基準の見直し等に関する研究
— 農薬分科会 —

主任研究者	眞柄泰基	北海道大学大学院工学研究科	教授
分担研究者	相澤貴子	横浜市水道局	技術顧問
	西村哲治	国立医薬品食品衛生研究所	環境衛生化学部 第3室長
	松井佳彦	岐阜大学工学部社会基盤工学科	教授
	浅見真理	国立保健医療科学院	水道工学部 主任研究官

研究要旨：

全国の 11 水道事業体における今年度の農薬実態調査の結果、原水から 98 種類、浄水から 31 種類の農薬が検出された。全体の検出率は、原水で約 10%程度、浄水で約 2%であった。

最大検出濃度は原水において、ピロキロン、ホセチル、ベンタゾンなどが数 $\mu\text{g/L}$ 、浄水では、ホセチル、プレチラクロール、プロモブチドが原水での最大検出濃度と同等の高い値を示したが、これ以外の農薬は $1\mu\text{g/L}$ 以下の値であった。一方、農薬の毒性を考慮した個別農薬評価値（ADI に基づく評価値との比）について見ると、原水では、フェンチオンスルホキシドが 1 箇所 0.780 という高い値を示し、これ以外にもダイアジノン、モリネート、メフェナセットが 0.2 以上の値を示した。浄水では、ジクワットが 0.2 を示したが、それ以外は 0.1 を下回った。各事業体において Σ 値に対する寄与が最も高い農薬として、イプロベンホス、フェンチオンスルホキシドが挙げられた。これらの農薬については今後重点的な測定が必要である。

LC/MS、LC/MS/MS を用いて、ウレア系、スルホニルウレア系、有機りん系農薬およびこれら有機りん系農薬のオキソン体 20 種の存在実態を調査したところ、これらの農薬の中で、原水および浄水ともジウロンが最も検出率が高く（原水：45.7%；227 試料、浄水：22.1%；172 試料）、全国的に広範囲に使用されていることと推測された。今回の測定対象農薬の中でもジウロンは浄水工程で十分に除去することが難しく、浄水工程の上で挙動の把握に注意を要する農薬の一つであることが明らかとなった。有機りん系農薬のオキソン体の原水および浄水検出率は、原水中のプロチオホスオキソンが 15.9%であったことを除き全体で 10%未満と比較的低いことが明らかとなった。しかし、原水中からも検出されることから、環境中で生物による代謝や光などの作用による酸化反応によりオキソン体が生成していることが推察された。

ヨウ化 5-メチル-2-テノイルチオコリン（MTTC）を用いた *in vitro* 手法により、有機りん系農薬およびそのオキソン体のコリンエステラーゼ（ChE）活性阻害に対する複合作用について検討した。オキソン体と変化することで原体に比べ ChE 活性阻害作用が増強した。中でも、含窒素複素環チオノリン酸エステル殺虫剤のオキソン体であるクロルピリフォスオキソン、イソキサチオンオキソン及びダイアジノンオキシンの阻害能が高かった。6 種の P=O 構造を持つ農薬は原体でも ChE 活性阻害を示した。また、ChE 活性阻害能の強弱にかかわらず複数の有機りん系農薬のオキソン体が共存すると、理論値とほぼ一致する ChE 活性阻害の相加作用がみられ、ChE 活性の阻害には複合的な影響が認められることが明らかとなった。

有機りん系農薬3種について、塩素処理実験を行ったところ、変換速度に違いはあるが、農薬原体は速やかにオキソン体へと変化していることが示された。生成収率は80%程度であった。

農薬の登録内容からその使用方法を特定し、散布対象作物の作付面積等の土地利用面積情報と組み合わせ、水域単位の農薬散布量を把握したモデルを用いて河川への年間流出量の推定する手法を検討し、神奈川県相模川及び酒匂川流域で使用される農薬の年間推定流出量を算出したところ、101農薬以外にも流出量が多いと推定される農薬がいくつか存在することが明らかとなった。

農薬の流域流出解析モデルによる農薬の河川中濃度の時間変化予測を行ったところ、散布時期や降雨等の影響も加味した濃度変化予測や予測濃度に基づく農薬のランキングは、おおむね観測結果と一致していた。

本年度から農薬が水質管理目標設定項目と位置づけられ、集水域の農薬散布情報等に基づき、測定農薬と測定時期が水質検査計画に盛り込まれて水質検査が行われた結果、原水では0.5以上のΣ値が散見されたが、散布情報に合わせて粉末活性炭の注入などで対応をとる水道事業者が増えたことから、浄水ではおおむね0.1以下の値に制御されていることが明らかとなった。農薬の種類や散布時期は毎年異なること、101農薬に含まれないフェンチオンスルホキンドやプロチオホスオキソン等の酸化物、流出可能性のある農薬としてあげられたパラコート等、広く測定が行われていない農薬または酸化物もあることから、今後も引き続き、監視対象となる農薬の種類の見直しや環境中、浄水処理過程における挙動の把握が必要である。

A. 研究目的

農薬の使用実態は年度及び地域によって異なり、農薬の水質管理にあたってはこれを的確に把握することが課題となっている。新たに情報が必要となる農薬の検査方法の設定や存在状況等の検討を含め、水質管理目標設定項目で現在示されている約100種類の農薬を中心とした実態調査を行うと共に、検査対象プライオリティーリストの改編を合理的に行うことのできるデータベースを確立する。

また、有機りん系農薬について、塩素処理やオゾン処理によって生成するオキソン体は遅発性神経毒性を有するとの報告が最近なされたことから、全オキソン体を測定できる分析法を確立し、その存在状況について調査を行うとともに、有機りん系農薬についてのリスク評価を行い、水質基準に追加すべきかどうかについて明らかにする。

B. 研究方法

本年度は以下の内容について研究を実施した。

1)使用状況を考慮した農薬データベースの

構築

検査対象となる農薬を中心として、検査計画のプライオリティーリスト作成を合理的に行う資料となるデータベースを構築する。農薬要覧、農薬の手引きを用い、対象作物、使用区分、使用時期を考慮した、より詳細な農薬使用量の把握を行う手法について検討した。

2)農薬類の実態調査

各水道事業者において定められた優先度の高い農薬及びその関連物質（オキソン体等）を中心として、実態調査を行い、評価値等の集計を行う。

3)LC/MS、LC/MS/MSを用いた有機りん系農薬の分析方法に関する検討に関する研究

有機りん系農薬およびオキソン体の分析方法を確立し実態調査を実施した。

4)有機りん系農薬の毒性評価に関する検討

有機りん系農薬のコリンエステラーゼ(ChE)活性阻害に対する複合作用について検討した。

5)塩素処理による有機りん系農薬のオキソン体への変換機構

チオノ型またはジチオ型の有機りん系農

薬について遊離塩素存在下におけるホスフェート型あるいはチオール型の変換速度の解析を行う。

6)モデル地域を対象とした監視農薬プライオリティリストの妥当性の検討

101 農薬について、登録内容や農薬の手引き等の文献から特定した製剤別の使用量情報（希釈倍率、散布回数、散布量等）と施用対象作物の市区町村別栽培面積・作物別使用量と土地利用メッシュ情報から、相模川及び酒匂川水系の水域ブロック別使用量を推定し、水域ブロック内の土地利用面積比をもとに、fugacity model を用いて各農薬の媒体別存在比を算出し、水域への流出状況を推定する。その結果と現行のプライオリティリストの比較を行う。

7)モデル流域を対象とした詳細データに基づくモデル構築とその大規模流域への適用～分布型農薬代謝移動モデルの構築

小流域での緻密なデータ（蒸発散量の推定、農作業データの情報化、高頻度な農薬濃度測定）に基づくモデル構築とその大規模流域への適用を行う。緻密なデータの収集、流域タイプ別のモデル構築を行い、農作業スケジュール・流域内高精度降雨モデル・土壌毎の農薬分解速度等のデータの不確実性は、モンテカルロ法による計算で回避し、分布型農薬代謝移動モデルを確立し、検証を行う。

C. 研究結果及び考察

1)農薬の出荷量に関する情報

都道府県別の農薬原体出荷量情報を把握するために、農薬要覧 2004 における都道府県別農薬製剤出荷量及び、各農薬製剤の農薬原体含有率等の情報から都道府県別農薬原体出荷量情報を算出した。また、農薬の使用用途ごとにも農薬原体出荷量を算出した。

農薬登録情報検索システムより農薬製剤に使用作物別の情報についても収集し、上記の電子情報と合わせることで、特定の作物を対象とした農薬原体出荷量の算出が可能となった。

2)農薬実態調査の結果について

全国 11 水道事業者が監視農薬プライオリティリストに基づき選定した農薬を対象とし、4 月から 10 月に調査を実施した。

調査対象となった事業者では、のべ 155 種類の農薬が測定されており、測定項目数が最も多い事業者で 130 項目、最も少ない事業者で 54 項目あり、測定項目が 100 項目前後の事業者と 70 項目前後の事業者に二分されていた。ほとんどの事業者で原水と浄水について、同じ農薬の測定を行っていた。農薬が水質管理目標設定項目になったことで、事業者の方針により測定項目の選定が行われた結果であると考えられる。

今年度は、対象事業者で原水から 98 種類、浄水から 31 種類の農薬が検出された。原水は昨年の 67 種類に比べ大幅に増加しているが、浄水では 46 種類から減少した。全体の検出率は、原水で約 10%程度、浄水で約 2%であり、昨年の調査と大きな違いは認められなかった。

検出最大濃度は原水において、ピロキロン、ホセチル、ベンタゾンなどが数 $\mu\text{g/L}$ 、浄水では、ホセチル、プレチラクロール、プロモブチドが原水での最大検出濃度と同等の高い値を示したが、これ以外の農薬は $1\mu\text{g/L}$ 以下の値であった。一方、農薬の毒性を考慮した個別農薬評価値について見ると、原水では、フェンチオンスルホキシドが 1 箇所 0.780 という高い値を示し、これ以外にもダイアジノン、モリネート、メフェナセトが 0.2 以上の値を示した。浄水では、ジクワットが 0.2 を示したが、それ以外は 0.1 を下回った。総じて個別農薬評価値が高い農薬は、検出濃度はそれほど高くないが、評価値が低い場合、結果として個別農薬評価値が高い値を示す傾向にあった。今後、評価値を考慮した測定農薬の選定も必要であると考えられた。また、各事業者において Σ 値に対する寄与が最も高い農薬として、イプロベンホス、フェンチオンスルホキシドが挙げられた。

個別農薬評価値の合計を示す Σ 値については、測定農薬すべてを対象とした Σ 値において、原水で 1 を超えた測定が 1 ヶ所のみ認められたが、それ以外は高い場合でも 0.7

程度、概ね 0.5 以下であった。浄水については、1 件のみ最高 0.2 を超える事例があったが、それ以外は高くとも 0.1 程度であった。高いΣ値を示す事業体は特定の事業体に限られていた。

また、農薬の使用用途別にΣ値への寄与を見た場合、原水において、ほとんどの事業体では、除草剤の寄与が高く、特に測定前期（4 月から 7 月頃）において寄与が高い傾向が示された。夏期には、殺虫剤、殺菌剤のΣ値への寄与が高く、測定後期においては除草剤の寄与はかなり小さくなること明らかになった。浄水においては、原水での挙動を反映し、測定前期において、除草剤に寄与が高く、それ以外の寄与は僅かであった。

3)ウレア系、有機りん系農薬等の実態調査について

全国 12 カ所の水道原水と浄水を対象として、LC/MS、LC/MS/MS により、ウレア系、スルホニルウレア系、有機りん系農薬およびそれら有機りん系農薬のオキソン体 20 種の存在実態を調査した。これらの農薬の中で、原水および浄水ともジウロンが最も検出率が高く（原水：45.7%；227 試料、浄水：22.1%；172 試料）、全国的に広範囲に使用されていることと推測された。今回の測定対象農薬の中でもジウロンは浄水工程で十分な除去が難しく、浄水工程の上で挙動の把握に注意を要する農薬の一つであることが明らかとなった。有機りん系農薬のオキソン体の原水および浄水検出率は、原水中のプロチオホスオキソンが 15.9%であったことを除き 10%未満と比較的低いことが明らかとなった。しかし、原水中からも検出されることから、環境中で生物による代謝や光などの作用による酸化反応によりオキソン体が生成していることが明らかとなった。従って、有機りん系の農薬については、農薬原体と共にそのオキソン体の水道原水およびその浄水工程における挙動を把握することが重要であることが明らかとなった。また、この結果からプロチオホスは、環境中で比較的オキソン体になりやすいと考えられる。その他、MEP オキソンお

よびダイアジノンオキソンは浄水中の検出率が原水中より高く、浄水工程過程で生成すると共に除去性の検討が必要であることが明らかとなった。農薬の検出における月毎の変動では、水道原水および浄水とも、使用期間と対応する時期に高い頻度で検出された。

原水、浄水ともにダイムロン（またはメチルダイムロン）が最も高い濃度で検出された（最大値：0.99 μg/L）。設定値と各農薬の検出濃度を比較した結果、原水ではイソフェンホス（38%）、ダイアジノン（8.9%）、ジウロン（2%）が設定値の 1%を超えて検出されたが、浄水ではジウロン（設定値の 0.3%）を除く全てで設定値の 0.1%未満であった。

有機りん系農薬フェニトロチオン、ダイアジノン、イソキサチオン、プロチオホス、イソフェンホス、EPN の 6 種およびそのオキソン体について、液体クロマトグラフ/質量分析法による分析法条件を設定した。この分析法におけるそれぞれの定量下限値は、0.002 μg/L であった。また、上記 3 種の有機りん系農薬に加え、トリクロホスメチル、ブタミホス、クロロピリホスの 3 種を加えた 9 種の農薬のオキソン体について、ガスクロマトグラフ/質量分析法による分析法条件を設定した。それぞれのオキソン体の検出下限値は、フェニトロチオン 20ng/L、ダイアジノン 0.5ng/L、イソキサチオン 100ng/L、プロチオホス 10ng/L、イソフェンホス 2ng/L、EPN 5ng/L、トリクロホスメチル 2ng/L、ブタミホス 5ng/L、クロロピリホス 50ng/L であった。

4)有機りん系農薬オキソン体の毒性評価

有機りん系農薬の毒性は一般にオキソン体が、神経伝達に関与しているアセチルコリンエステラーゼの機能を阻害することによることが知られている。現在用いられている農薬の毒性評価は、単一の農薬暴露の影響評価に基づいたものであり、作用機序または作用点が同一である農薬が同時に複数存在する可能性が高い状況の有害負荷を評価することを念頭においたものではない。個々の農薬においては無作用濃度であるが、

作用点が同一な農薬が存在することにより、複合有害作用が生じる可能性を考慮し、複数の農薬を総括的に評価する水質管理手法を提案することを目的として、ヨウ化 5-メチル-2-テノイルチオコリン (MTTC) を用いた *in vitro* 手法を確立し、有機りん系農薬のコリンエステラーゼ (ChE) 活性阻害に対する複合作用について検討した。検討した 15 種の農薬は P=S 構造を持つ 9 種と P=O 構造を持つ 6 種に分類される。9 種の P=S 構造を持つ農薬はそれ自身では ChE 活性阻害作用は弱く、ほとんど阻害を示さないものもあった。それらのオキシソン体による ChE 活性阻害を検討した結果、オキシソン体では原体と比較して ChE 活性阻害作用が増強することが明らかとなった。6 種の P=O 構造を持つ農薬は原体でも毒性を示した。これらの結果より、P=S 構造を持つことに比べ、アセチルコリンの構造に似た P=O 構造をもつことが ChE とより親和性を持つために毒性を強く示すことを明らかにした。阻害能と農薬の使用目的との間には相関が得られなかった。本法により得られた 15 種のオキシソン体の ChE 阻害能と ADI の間には相関する関係の傾向が認められた。構造から ChE 活性阻害をみると、阻害能の強かったクロルピリフォスオキシソン、イソキサチオンオキシソン及びダイアジノンオキシソンは -P-O-C=N- 構造を有する含窒素複素環チオノリン酸エステル殺虫剤に分類され、この構造が活性発現に関与していると考えられる。イソフェンフォスオキシソン、アセフェート及び ブタミホスオキシソンはアミドリン酸エステルに分類され、昆虫と哺乳類との代謝能を利用し、選択毒性を誘導しているため、ヒト血清における ChE 活性阻害が低かったと考えられる。これらのことから、ChE 活性を指標とする *in vitro* 試験系でスクリーニング的な毒性評価を行えることが示唆された。

複合曝露評価として、ChE 活性阻害能の強いクロルピリフォスオキシソン、イソキサチオンオキシソン、ダイアジノンオキシソン、DDVP、DDP、ChE 活性阻害能の弱いイソフェンフォスオキシソン、トリクロフォスメチ

ルオキシソン、ブタミホスオキシソン、IBP、アセフェートを 2 種類もしくは 3 種類、共存させると、相乗作用はみられなかったが、理論値とほぼ一致する相加作用を示すことが明らかになった。

水試料等においてそれぞれの有機りん系農薬の検出が低濃度であっても、複数存在することにより複合的に作用する結果、ヒトや野生生物に有害影響を与える可能性がある。本法が有機りん系農薬の ChE に対する複合的有害負荷量を把握する方法として適用できることを明らかとし、水質管理のための一手法として確立した。

5) 塩素処理による有機りん系農薬のオキシソン体への変換速度、生成収支に関する検討

ダイアジノン、フェニトロチオンおよびイソキサチオンを塩素処理した場合、いずれの物質も塩素によって分解したが、その速度はダイアジノン、フェニトロチオン、イソキサチオンの順で速やかであった。農薬原体とオキシソン体の収支を見ると、原体の残存率が 10% までの範囲においては、3 物質とも 80% 程度であることから、農薬原体はそのほとんどがオキシソン体へと変化していることが示された。

塩素濃度が約 0.2~1 mg/L の範囲では、塩素濃度が高い場合でダイアジノンはより速やかに分解したが、農薬原体とオキシソン体との収支については影響なく、80% 程度であった。

6) モデル地域を対象とした監視農薬プライオリティーリストの妥当性の検討

相模川及び酒匂川水系を構成する主要水域について、前述の方法で対象農薬の上位 20 位までの年間流出量を推定した結果 (上位 20 位まで) をグルホシネート、ジクワット、グリホサートトリメシウム塩、パラコート、ベンタゾンナトリウム塩、ダイムロンが上位を占めた。

農薬の流出量は水域によってかなり異なるが、その順位は、水域によらず同じであった。グルホシネート、パラコート及び PHC は 101 農薬の対象外であるが、流出量が比較的多いと考えられた。

ADI 値を考慮した流出リスク指標におい

では、ジクワット、パラコート、グルホシネートが上位3位を占めており、これらの農薬の実態把握が重要と考えられた。

7) 監視農薬選定のための農薬流出解析

モデルシミュレーションにより河川水中濃度の時間変化の幅を予測することができた。除草剤チオベンカルブの結果では、実測値が予測値の幅の中にほぼ収まっており、シミュレーションの成功例を示すことができた。農薬濃度は、散布量、散布場所、散布時期（同一原体であっても商品によって異なる）や降雨などによって増減するが、シミュレーションはこれをほぼ忠実に予測している。この理由は流域内の実使用量、散布時期などの推定値が正しかったことに加え、「Pesticide Manual」に記載の水溶解度、土壌吸着平衡定数、半減期の実測値を使用できたためと思われる。逆にこれらの値に、EPI Suite等の何らかの方法によって得られた推定値を用いた場合は、シミュレーション予測の誤差が大きくなると思われた。予測濃度に基づく農薬のランキングはおおむね観測結果と一致していた。

D. 結論

全国の11水道事業者における今年度の農薬実態調査の結果、原水から98種類、浄水から31種類の農薬が検出された。全体の検出率は、原水で約10%程度、浄水で約2%であった。

最大検出濃度は原水において、ピロキロン、ホセチル、ベンタゾンなどが数 $\mu\text{g/L}$ 、浄水では、ホセチル、プレチラクロール、プロモブチドが原水での最大検出濃度と同等の高い値を示したが、これ以外の農薬は $1\mu\text{g/L}$ 以下の値であった。一方、農薬の毒性を考慮した個別農薬評価値（ADIに基づく評価値との比）について見ると、原水では、フェンチオンスルホキシドが1箇所0.780という高い値を示し、これ以外にもダイアジノン、モリネート、メフェナセットが0.2以上の値を示した。浄水では、ジクワットが0.2を示したが、それ以外は0.1を下回った。各事業者において Σ 値に対する寄与が最も高い農薬として、イプロベンホ

ス、フェンチオンスルホキシドが挙げられた。これらの農薬については今後重点的な測定が必要である。

LC/MS、LC/MS/MSにより、ウレア系、スルホニルウレア系、有機りん系農薬およびそれら有機りん系農薬のオキソン体20種の存在実態を調査したところ、これらの農薬の中で、原水および浄水ともジウロンが最も検出率が高く（原水：45.7%；227試料、浄水：22.1%；172試料）、全国的に広範囲に使用されていることと推測された。今回の測定対象農薬の中でもジウロンは浄水工程で十分に除去することが難しく、浄水工程の上で挙動の把握に注意を要する農薬の一つであることが明らかとなった。有機りん系農薬のオキソン体の原水および浄水検出率は、原水中のプロチオホスオキソンが15.9%であったことを除き10%未満と比較的低いことが明らかとなった。しかし、原水中からも検出されることから、環境中で生物による代謝や光などの作用による酸化反応によりオキソン体が生成していることが明らかとなった。

ヨウ化5-メチル-2-テノイルチオコリン(MTTC)を用いた*in vitro*手法により、有機りん系農薬のコリンエステラーゼ(ChE)活性阻害に対する複合作用について検討した。オキソン体では原体と比較してChE活性阻害作用が増強した。含窒素複素環チオノリン酸エステル殺虫剤のオキソン体であるクロルピリフォスオキソン、イソキサチオンオキソン及びダイアジノンオキシンの阻害能が高かった。6種のP=O構造を持つ農薬は原体でも毒性を示した。また、ChE活性阻害能の強弱にかかわらず複数の有機りん系農薬のオキソン体が共存すると、理論値とほぼ一致するChE活性阻害の相加作用がみられ、ChE活性の阻害には複合的な影響が認められることが明らかとなった。

有機りん系農薬3種について、塩素処理実験を行ったところ、変換速度に違いはあるが、農薬原体は速やかにオキソン体へと変化していることが示された。生成収率は80%程度であった。

農薬の登録内容からその使用方法を特定

し、散布対象作物の作付面積等の土地利用面積情報と組み合わせ、水域単位の農薬散布量を把握しモデルを用いて河川への年間流出量の推定する手法を検討し、神奈川県相模川及び酒匂川流域で使用される農薬の年間推定流出量を算出したところ、101農薬以外にも流出量が多いと推定される農薬がいくつか存在することが明らかとなった。

農薬の流域流出解析モデルによる農薬の河川中濃度の時間変化予測を行ったところ、濃度変化や予測濃度に基づく農薬のランキングは、おおむね観測結果と一致していた。

本年度から、農薬が水質管理目標設定項目と位置づけられ、集水域の農薬散布情報等に基づき、測定農薬と測定時期を決定し、水質検査が行われた結果、原水では、0.5以上のΣ値が散見されたが、浄水ではおおむね0.1以下の値に制御されていることが明らかとなった。ただし、101農薬に含まれないフェンチオンスルホキシドやプロチオホスオキソン等の酸化物、流出可能性のある農薬としてあげられたパラコート等、広く測定が行われていない農薬または酸化物もあることから、今後も引き続き、農薬の種類の見直しや環境中、浄水処理過程における挙動の把握が必要であると考えられた。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) E. Ayano, H. Kanazawa, M. Ando and T. Nishimura: Determination and quantitation of ulfonylurea and urea herbicides in water samples using liquid chromatography with an electrospray mass detector, *Anal. Chim. Acta*, 507, pp.211-218, 2004.
- 2) 嶋津治希, 杉田育生, 橋渡健児, 米倉祐司, 高尾健一郎, 広田忠彦: 太田川流域の浄水場における農薬類検出実態と原水中濃度の予測, *水道協会雑誌*, 74(1), pp.19-27, 2005.
- 3) E. Ayano, Y. Okada, C. Sakamoto, H.

Kanazawa, T. Okano, M. Ando and T. Nishimura : Analysis of herbicides in water using temperature-responsive chromatography and an aqueous mobile phase. , *J. Chromatogr. A* 1069, 281-285, 2005.

- 4) Y. Matsui et al. Effect of Uncertainties of Agricultural Working Schedule and Monte-Carlo Evaluation of the Model Input in Basin-scale Runoff Model Analysis of Herbicides. *Water Sci. & Tech.* 51(3), 2005, in press.
 - 5) 新井崇子, 鎌田素之, 島崎大, 浅見真理, 相澤貴子: 農薬の分子構造別の塩素分解性に関する研究, *水環境学会誌*. (投稿中)
- #### 2. 学会発表
- 1) 新井崇子, 鎌田素之, 島崎大, 伊藤雅喜, 相澤貴子: 水中残留農薬の塩素分解性の評価に関する研究, 第55回全国水道研究発表会講演集, pp.570-571, 京都, 2004.
 - 2) 鎌田素之, 相澤貴子, 島崎大, 伊藤雅喜: 監視農薬プライオリティリストに基づく水道における農薬管理のあり方, 第55回全国水道研究発表会講演集, pp.572-573, 京都, 2004.
 - 3) 西村哲治, 綾野絵理, 安藤正典: 平成15年のウレア系およびスルホニルウレア系8農薬の検出実態, 第55回全国水道研究発表会講演集, pp.576-577, 京都, 2004.
 - 4) 西村哲治, 高木博夫, 加藤信弥, 大石克則, 嶋田俊夫, 並木繁夫, 塩出貞光, 西本尚文, 嶋津治希, 中野淑雄, 安藤正典: 水質基準改正等に伴う検査方法の検討(Ⅷ) - 農薬類の検査方法 -, 第55回全国水道研究発表会, p648-649, 京都, 2004.
 - 5) 田原麻衣子, 久保田領志, 徳永裕司, 西村哲治: 有機リン系農薬におけるコリンエステラーゼ活性阻害の評価, 第10回バイオアッセイ研究会・日本環境学会合同研究発表会, p64, 千葉, 2004.
 - 6) 田原麻衣子, 久保田領志, 徳永裕司, 西村哲治: コリンエステラーゼ活性を指標とした有機リン系農薬の複合影響の検討, フォーラム2004: 衛生薬学・環境トキシコロジー, p55, 千葉, 2004.

- 7) 西村哲治, 綾野絵里, 久保田領志, 田原麻衣子, 安藤正典: 水道原水と浄水におけるウレア系およびスルホニルウレア系 8 農薬の実態調査, 第 41 回全国衛生化学技術協議会年会講演要旨集, pp.138-139, 甲府, 2004.
- 8) Maiko Tahara, Reiji Kubota, Hiroyuki Nakazawa, Akihiko Hirose, Makoto Ema, Hiroshi Tokunaga, and Tetsuji Nishimura; Evaluation of the additive toxic influence of organophosphorus pesticides., 44th Annual Meeting and ToxExpo, New Orleans, 2005.
- 9) 久保田領志, 田原麻衣子, 清水久美子, 徳永裕司, 西村哲治; LC-MS を用いた水道原水中の 20 種農薬の実態調査, 第 39 回日本水環境学会年会, p374, 千葉, 2005.
- 10) 佐藤和男, 柳川茂, 鈴木善道, 知見圭悟, 村田恵呉, 笠原典秀: 水道原水及び浄水中の農薬, 第 39 回日本水環境学会年会講演集, p446, 千葉, 2005.
- 11) 田原麻衣子, 久保田領志, 中澤裕之, 西村哲治; 有機リン系農薬とそのオキソン体の分析法及び複合有害影響評価法の確立, 日本薬学会第 125 年会, p177, 東京, 2005.
- 12) 相澤貴子, 西村哲治, 鎌田素之, 浅見真理, 小坂浩司: 多地域における水道原水及び浄水中の農薬検出状況, 第 56 回全国水道研究発表会講演集, 米子, 2005. (発表予定)
- G. 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

分担研究報告書

最新の科学的知見に基づく水質基準の見直し等に関する研究
－水道水質管理分科会－

主任研究者 真柄 泰基 北海道大学 創成科学研究機構 特任教授
分担研究者 国包 章一 国立保健医療科学院 水道工学部長
米沢 龍夫 (社)日本水道協会工務部 水質課長

研究要旨

安全で快適な水道水の安定した供給を図るために必要な、水道における水質管理の適切なあり方につき明らかにすることを目的として、WHO による「水安全計画」のわが国への導入に関する基礎的検討、給水栓水の鉛濃度測定結果等に関する検討及びカルキ臭に対する利用者の意識等に関する調査を行った。「水安全計画」については、わが国の水道に導入するための具体的な方法を明らかにするため、WHO 飲料水水質ガイドライン第 3 版等の関連情報を収集・整理した。給水栓水の鉛濃度に関しては、北海道から九州まで全国の代表的な 12 水道事業体を対象に、平成 16 年度における給水栓水の鉛濃度測定結果につき調査し、定期水質検査では基準値を超えていないが、臨時水質検査では基準値を超えているものがあることを明らかにした。カルキ臭に関しては、全国の代表的な 3 水道事業体で最近行われた、水道水のカルキ臭等に対する利用者の意識に関するアンケート調査結果につき検討し、カルキ臭が水道水の安全性に対して利用者の不信感を招く主要な要因となっていることを裏付けた。

A. 研究目的

安全で快適な水道水の安定した供給を図るために必要な、水道における水質管理の適切なあり方につき明らかにすることを目的とする。平成 16 年 9 月に公表された WHO 飲料水水質ガイドライン第 3 版では、食品分野等における HACCP の考え方を新たに取り入れた「水安全計画」を、各水道事業体が作成するよう勧告しており、わが国におけるその円滑な導入手法につき検討する。また、平成 14 年の水道水質基準改正により鉛の水質基準が 0.05mg/L から 0.01mg/L に強化され、さらに平成 16 年の水道水質基準の全面改正に伴い、鉛についての水質検査試料の採取方法が、流水を採取する方法から 15 分間滞留水を 5L 採取する方法に改められたことから、鉛についての基準超過状況やより適切な試料採取方法につき検討す

る。このほか、水道水に関する利用者の苦情の多くはカルキ臭であることから、カルキ臭の発生メカニズムとその低減化手法についても検討する。

B. 研究方法

1. 「水安全計画」のわが国への導入に関する基礎的検討

WHO が提唱している「水安全計画」を、わが国の水道に導入するための具体的な方法につき明らかにするため、WHO 飲料水水質ガイドライン第 3 版等の関連情報を収集・整理した。

2. 給水栓水の鉛濃度測定結果等に関する検討

北海道から九州まで全国の代表的な 12 水道事業体を対象に、平成 16 年度における給水栓水の鉛濃度測定結果につき調査した。

なお、水質基準項目の「鉛及びその化合物」を検査するための水の採取方法は、平成15年10月10日に厚生労働省健康局水道課長名で下記のように通知されており（健水発第1010001号）、全国の水道事業体ではこの方法により採水して検査が行われている。

『水質基準項目のうち「鉛及びその化合物」に係る検査に供する水の採取方法については、毎分約5リットルの流量で5分間流して捨て、その後15分間滞留させたのち、先と同じ流量（毎分約5リットル）で流しながら開栓直後から5リットルを採取し、均一に混合してから必要量の検査用試料を採水容器に分取する方法とすること。』

3. カルキ臭に対する利用者の意識等に関する調査

全国の代表的な水道事業体で最近行われた、水道水のカルキ臭等に対する利用者の意識に関するアンケート調査結果につき検討し、今後の検討課題を整理した。

C. 研究結果及び考察

1. 「水安全計画」のわが国への導入に関する基礎的検討

WHO 飲料水水質ガイドライン第3版¹⁾における「水安全計画」の考え方につき整理した。この「水安全計画」においては、水源から給水栓までの水道システム全体を通じた潜在的な危害因子 (hazard) の同定と起こり得る危害の評価に基づき、水道システム監視計画の策定、体系的な水質管理の実施、現状改善策の明確化、異常時対応方策の確立、その他種々の支援計画の策定などについて盛り込むことが求められている。水道事業体がこれらのことを文書化して総合的に取り組むことにより、水道水に起因する健康被害の未然防止を図ることがその主なねらいである。潜在的な危害因子の同定と起こり得る危害の評価においては、水源や集水域の状況に関する現状把握が重要な位置を占める。これらに関して同ガイドラインでは、浄水処理や配水過程と併せて、評価を行うために収集すべき情報、想定される危害、制御方法などが具体的に示されている。

また、このような「水安全計画」に関連して、ニュージーランド²⁾では、安全で良

質な水道水の連続的な供給が、どの程度まで確実に行えているかを公的に評価するため、保健省が水道事業体の公衆衛生面からの格付けを実施している。このような取り組みは10年ほど前から行われていたが、先頃の水道水質基準改正やクリプトスポリジウム汚染問題を背景として、このほど全面的に見直しが行われた。この格付けは、水質上の最低要件を示す水質基準や水質検査に関する諸規制とは別に、これらを補完するものとして、汚染のおそれに対して健康リスクを最小限に抑えるためのバリアが、満足に備わっているかどうかを判定するものである。格付けは、水源・浄水処理と配水過程を対象に、定められた調査票を用いて保健省の評価担当者 (Assessor) が現場調査して毎年行い、その結果はAa (大文字が水源・浄水処理、小文字が配水過程に関する評価) 等として公表される。ランクは、水道水の汚染のおそれの程度に応じて6段階に区分されている。注目すべき点は、たとえ水質が良好であっても、汚染のおそれが高い場合には評価が低くなることである。また、水道事業体の規模の大小に応じて、クリアすべき最低限のランクが定められており、小規模事業体に比べて大規模事業体にはより厳しい水準が設定されている。

2. 給水栓水の鉛濃度測定結果等に関する検討

定期水質検査に関する調査結果を表1に示す。この表では、各事業体における各採水地点ごとの最大値を示した。各地点での測定回数は水道事業体によりまちまちであるが、得られたデータは8事業体計29地点のものである。この結果から明らかのように、全地点を通じての鉛濃度の最大値は0.008mg/Lであり、いずれも水質基準の0.01mg/L以下を満たしていた。各採水地点において布設されている鉛管の口径は13mm~40mmの4種、延長は1.1~9.2m、布設経過年数は16~43年であった。このうち鉛管延長と、鉛濃度の各地点ごとの最大値の関係は図-1に示すとおりであり、両者の間に明確な傾向は認められなかった。また、口径別に分けて検討した場合にも、両者の間に明確な傾向は認められなかった。

なお、この調査に際しては、参考までに、定期水質検査のための採水地点の選定理由についても各調査対象事業体から情報収集

表-1 定期水質検査における鉛濃度測定結果 (N=29)

都市名	口径(mm)	鉛管延長(m)	鉛濃度(最大値)(mg/L)	布設経過年数(年)	測定回数
C	13	2.2	0	37	3
E	25	2	0.003	不明	9
E	20	2.8	0.005	23	9
E	20	3	0.006	19	3
E	20	4.9	0.008	26	3
E	20	3.5	0.007	19	3
H	20	4.8	0.002	29	3
H	20	1.1	0.008	不明	3
H	20	9.2	0.004	不明	3
H	13	1.4	0	不明	3
H	20	6.5	0.008	不明	3
H	20	2.6	0.008	不明	3
I	40	2	0	35	3
I	20	3	0	31	3
I	20	7.5	0.006	21	3
I	40	2	0	28	3
I	40	2	0.002	18	3
I	25	1.6	0.004	16	3
I	40	1.5	0	16	3
J	20	4.8	0.005	26	4
J	20	2.6	0.008	20	4
J	20	3.6	0	19	4
K	25	3	0.006	23	3
O	25	2.7	0.001	36	3
O	25	7.5	0	23	3
O	40	4	0.004	26	3
P	20	7	0.008	43	3
P	25	5.6	0	39	3
P	25	3	0.009	33	3

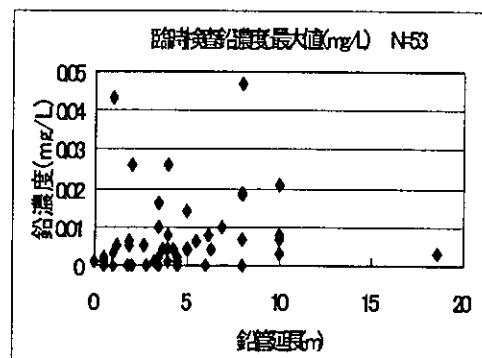
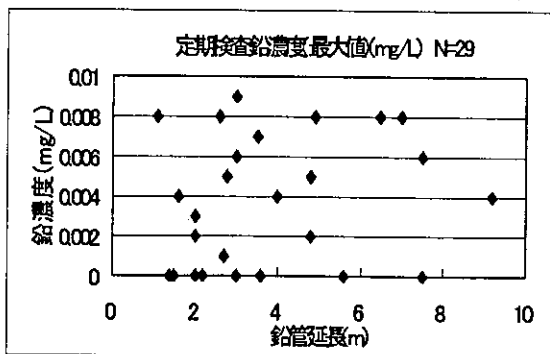


図-1 定期水質検査における鉛管延長と鉛濃度(最大値)の関係

図-2 臨時水質検査における鉛管延長と鉛濃度(最大値)の関係

表-2 臨時水質検査における鉛濃度測定結果 (N=53)

都市名	口径(mm)	鉛管延長(m)	鉛濃度(最大値) (mg/L)	布設経過年数(年)	事前滞留時間	測定回数
C	13	2	0	39	—	1
C	13	1.9	0.005	42	—	1
C	13	1	0	46	—	1
C	13	1.8	0	39	—	1
F	20	0.5	0.001	36	—	1
F	13	10	0.003	54	—	1
F	20	1.2	0.005	37	—	1
F	13	4.3	0.004	46	—	1
F	20	0	0.001	—	—	1
F	13	18.6	0.003	44	—	1
G	25	3.5	0	31	—	1
G	25	4	0.001	22	—	1
G	25	4.5	0	23	—	1
K	13	10	0.021	30	—	3
K	16	8	0.019	34	—	3
K	13	8	0.007	25	—	3
K	16	10	0.007	10	—	3
K	16	8	0.018	26	—	3
K	16	10	0.008	43	—	3
M	13	6	0	63	—	1
M	13	8	0	64	—	1
P	13	4.5	0.001	40	—	1
P	25	6.9	0.01	38	—	1
P	25	3.9	0.004	38	—	1
P	13	2	0	47	—	1
T	20	5.1	0.004	33	—	1
T	13	1	0	46	—	1
T	13	0.5	0	31	—	1
T	13	0.5	0.002	34	—	1
T	25	2.8	0	36	—	1
T	13	4	0.004	35	—	1
T	20	3.7	0.004	28	—	1
T	13	6.2	0.008	28	—	1
T	13	2.7	0.005	36	—	1
T	13	5	0.004	37	—	1
T	13	1	0.003	30	—	1
T	13	0.5	0.001	30	—	1
T	13	0.5	0	30	—	1
T	13	6.3	0.004	42	—	1
T	25	3.3	0.001	29	—	1
T	13	3.5	0.002	33	—	1
T	25	4	0.026	36	—	2
T	13	1.9	0.006	29	—	1
T	13	4.5	0.002	30	—	1
T	13	3.5	0.01	26	—	10
T	13	2	0.026	28	—	10
T	20	5.5	0.006	27	—	10
T	20	8	0.047	28	—	10
T	13	3.5	0.016	38	—	10
T	20	5	0.014	28	—	10
T	13	5	0.014	29	—	10
T	20	1	0.043	27	—	10
T	13	4	0.008	27	—	10