

平成10年度厚生科学研究費補助金

(生活安全総合研究事業)

研究課題名

内分泌かく乱化学物質の
水道水からの暴露等に関する調査研究

総括研究報告書

平成11年3月

主任研究者 国包章一 (国立公衆衛生院)

総括研究報告書

内分泌かく乱化学物質の水道水からの暴露等に関する調査研究

主任研究者 国包 章一 国立公衆衛生院水道工学部 部長

研究要旨 ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち水道水に含まれている可能性のあるものなど 33 物質について、水道水における存在状況を把握するとともに、水道用資機材からの溶出量等を明らかにし、水道水を通じたヒトへの暴露量を評価するための情報を整備することを目的として、水道の現場調査、水道用資機材の溶出試験等を行った。また、空気を通じたヒトへの暴露量を評価するための情報を整備することを目的として、いくつかの化学物質による空気の汚染状況に関しても現場調査を併せて行った。代表的な水道として 25 浄水場を選び実態調査した結果、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等が水道原水から 7 物質、浄水場出口の浄水から 5 物質、給水栓水から 2 物質が、いずれも定量下限値以上の濃度で検出された。また、水道用資機材を用いた溶出試験の結果、フタル酸類、アルキルフェノール類等 17 物質が、それぞれいくつかの資機材について低濃度で溶出することが認められた。標準物質を用いた別の実験から、これらの化学物質のうちアルキルフェノール類等は水道における塩素消毒によって水中の残留塩素と反応し、検出されなくなることが確認された。さらに、水道水等のエストロゲン様活性の評価方法についても検討した。このほか、空気に関する現場調査の結果、室内空気及び室外空気からフタル酸類等の物質が、定量下限値以上の濃度で検出された。これらの化学物質による水道水や空気の汚染実態及び水道の浄水過程における挙動を解明するためには、今後さらに調査研究が必要であると考えられる。

分担研究者 安藤 正典 国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部 部長
一戸 正憲 (社) 日本水道協会工務部 主幹
伊藤 禎彦 京都大学大学院工学研究科 助教授
亀井 翼 北海道大学大学院工学研究科 助教授
八木 美雄 (財) 水道技術研究センター 技監

A. 研究目的

水道水の汚染は、環境汚染に由来する水源起因の場合と水道システム自体に起因する場合に大別されるが、水道水中における内分泌かく乱化学物質の種類、存在量、起源等はほとんど未解明と言ってよい状況にある。農薬や樹脂添加剤等の内分泌かく乱化学物質につ

いては、食品を通じての摂取による暴露のほか、水環境を経由して水源起源の汚染物質として水道水中に含まれ、その結果として水道水の摂取による暴露がもたらされることがまず考えられる。そのため、これらの化学物質については単にその使用実態や環境中への排出量等を把握するだけでなく、水道水中における存在状況とともに、水道原水中における存在状況や浄水過程における挙動等について、その実態を詳細に把握することが把握することが重要となる。

また、水道システム自体に起因する物質としては、水道用資機材に用いられている樹脂・塗料の原材料として使用されている物質が考えられる。これらの物質が水道水中に溶出することがあるとすれば、水道システム自体に起因するものとして見過ごすことができないので、水道分野独自の問題として調査研究を行う必要がある。

一方、厚生省生活衛生局においては「内分泌かく乱化学物質の健康影響に関する検討会」を設置し、内分泌かく乱化学物質の食品、水、大気等を介した暴露による健康影響について検討課題の整理、個別物質の具体的な調査検討を行うこととしている。

以上のことから、本調査研究においては、ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち、環境汚染に由来する水道起因の物質及び水道システムに起因する物質等について水道水中の存在状況等を明らかにし、同検討会における検討に資するものである。

なお、本調査研究では、内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質に対する空気を通じた暴露についても明らかにすることを併せて目的とした。

B. 研究方法

1. 水道水等の汚染状況に関する現場調査

水道水における内分泌かく乱化学物質等の存在状況を把握するため、ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち水道水に含まれる可能性のあるもの等として、フタル酸類、アジピン酸類、アルキルフェノール類、スチレン2量体・3量体、17 β -エストラジオール等の33物質を調査対象物質として選定した。次に、水中に低濃度で存在するこれらの物質を高精度で測定するための分析方法につき検討した。

この結果に基づき、代表的な水道として25浄水場を選び、それぞれについて水道原水（河川水、湖沼水、ダム水、地下水）、浄水（浄水場出口の水）及び給水栓水（蛇口から供給される水）を各1か所ずつ各1回採取して、あらかじめ検討した分析方法によって水質の測定を行った。

2. 水道用資機材からの溶出に関する調査

水道用資機材からの内分泌かく乱化学物質等の溶出量を把握するため、ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち水道水に含まれる可能性のあるもの等として、前記1の調査対象物質から17 β -エストラジオールを除いた32物質を調査対象物質として選定した。次に、これらの物質を対象とした水道用資機材の最適な溶出試験方法につき検討した。

この結果に基づき、代表的な水道用資機材として、現在生産されているもの20種36品目

及び現在生産されていないが過去に使用実績のあるもの2種3品目、合計22種39品目を選び、あらかじめ検討した方法によってそれぞれ水による溶出試験を行った。また、試料水の分析には前記1で検討した方法を用いた。

このほか、水中における残留塩素と調査対象物質との反応性についても別に検討した。

3. 水道水等の内分泌かく乱作用評価手法の検討

水道水における内分泌かく乱化学物質のヒトに及ぼす影響を評価するための試験法として、蛍光偏光度法、酵母 Two-hybrid 法、及び、遺伝子導入ヒト乳がん由来細胞（MVLN アッセイ）法の3法について、水道水に含まれる可能性のある化学物質を対象にエストロゲン様活性の応答を調べた。

また、ある浄水場における水道原水、凝集沈殿ろ過水、塩素処理済み水道水に対して、浄水過程での内分泌かく乱作用の変化を、酵母 Two-hybrid 法により比較検討した。

4. 空気の汚染状況に関する調査

空気中における内分泌かく乱化学物質等の存在状況を把握するため、まず、調査対象物質として、ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち空気に含まれる可能性のあるもの等10物質を選定した。次に、空気中に低濃度で存在するこれらの物質を高精度で測定するための捕集方法及び分析方法につき検討した。

この結果に基づき、試験的に7地点を選び、これらの地点における室内及び室外空気を、あらかじめ検討した方法によってそれぞれ捕集して分析した。

C. 研究結果及び考察

1. 水道水等の汚染状況に関する現場調査

調査対象物質として選定した33物質を高精度で測定できる条件を確立した。

これらの測定方法を用いて、水道水中における調査対象物質の存在状況につき実態調査した結果、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等が水道原水から7物質、浄水から5物質、給水栓水から2物質が、それぞれ定量下限値以上の濃度で検出された。水道原水での濃度は、すでに他機関により公表されている公共用水域での測定値より低かった。

2. 水道用資機材からの溶出に関する調査

調査対象物質として選定した32物質の最適な溶出試験条件を確立した。

この試験方法と前記1で確立した試料水の分析条件を用いて、水道用資機材22種39品目の溶出試験を行った結果、フタル酸類、アルキルフェノール類等17物質が、それぞれいくつかの品目について低濃度で溶出することが認められた。

また、水中での残留塩素と調査対象物質の標準試薬との反応性について別に検討した結果、フタル酸類は残留塩素と反応しないが、アルキルフェノール類は残留塩素と容易に反応して検出されなくなることが確認された。

3. 水道水等の内分泌かく乱作用評価手法の検討

蛍光偏光度法、酵母Two-hybrid法及びMVLNアッセイ法を用いて、いくつかのフェノール類化合物について比較検討した結果、4-n-ノニルフェノール、ビスフェノールA、4-t-ブ

チルフェノールなどがエストロゲン様活性を示し、その強弱の程度や順位等に関して3法で類似の傾向が見られた。

また、ある浄水場の浄水過程において内分泌かく乱作用の変化を酵母 Two-hybrid 法によって検討した結果、原水ではエストロゲン様活性が認められたが、凝集沈殿・ろ過水では原水の約 1/2 にまで減少し、さらに塩素消毒後の浄水ではエストロゲン活性が認められなくなった。

4. 空気の汚染状況に関する調査

空気中のフタル酸エステル類等 10 物質の捕集方法と分析方法について操作時の汚染原因の把握と汚染の低減化方策の検討を行い、高精度の捕集・分析方法を確立した。

この捕集・分析方法を用いて、室内及び室外空気中におけるフタル酸エステル類等の存在状況につき調査した結果、室内空気中でフタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-n-ブチル等が高い存在量を示した。また、室内濃度は室外濃度に比較して高い値であった。

D. 結論

ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち水道水に含まれている可能性のあるもの等33物質について、水道水における存在状況を把握するとともに、水道用資機材からの溶出量等を明らかにするため、水道の現場実態調査、水道用資機材の溶出試験等を行った。この結果、実態調査では、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等が水道原水から7物質、浄水から5物質、給水栓水から2物質、いずれも定量下限値以上の濃度で検出された。しかし、いずれの場合もその濃度レベルは極めて低く、この結果をもって直ちに問題とすべき状況ではないと考えられる。また、水道用資機材を用いた溶出試験の結果、フタル酸類、アルキルフェノール類等17物質が、それぞれ低濃度で溶出することが認められた。

さらに、水道水等のエストロゲン様活性の評価方法について検討するため、蛍光偏光度法、酵母 Two-hybrid 法及び MVLN アッセイ法につき比較検討した。

このほか、室内及び室外空気中におけるフタル酸エステル類等の存在状況につき調査した結果、室内空気中でフタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-n-ブチル等が高い存在量を示した。

今回の調査研究は限られた条件のもとで行ったものであり、これらの化学物質による水道水や空気の汚染実態及び水道の浄水過程における挙動等の解明のためには、今後さらに詳細な調査研究が必要であると考えられる。

E. 研究発表

1. 論文発表

- ・ 国包章一(1999) 内分泌攪乱作用を疑われている化学物質の水道における実態調査、水環境学会誌、Vol. 22, pp.633-635.
- ・ Y. Matsui, A. Yuasa, Y. Furuya and T. Kamei(1998) Dynamic analysis of coagulation with alum and PACl, J. American Water Works Association, Vol.90, No.10, pp.96-106.

- N. Tambo and T. Kamei(1998) Coagulation and flocculation on water quality matrix, *Wat. Sci. Tech.*, Vol.37, No.10, pp.31-41.
- 伊藤禎彦(1998) 環境ホルモン問題とその取り組みについて、*エネルギー・資源*、Vol.19, No.5, pp.387-391.

2. 学会発表

- 西村哲治、埴岡伸光、神野透人、安藤正典、金子裕美、武田健、西川淳一、西原力(1999) 酵母 Two-hybrid System 法によるフェノール類のエストロゲン様活性の検討、第 33 回水環境学会年会講演集
- 鎌田素之、亀井翼、真柄泰基、西川淳一、西原力(1999) 非イオン界面活性剤の生分解性過程におけるエストロゲン活性に関する研究、第 33 回水環境学会年会講演集、p.393.
- Y. Magara, T. Kamei and S. Kunikane(1999) Study on environmental endocrine disrupting chemicals in water supply, *Proc. of 5th US-Japan Governmental Conference on Water Quality Management*, Colorado Springs, USA.
- H. Sumitomo, S. Itoh, and H. Ueda(1998) Detection of Endocrine disrupting effect of humic acid in water by reporter gene assay, *Proc. of fourth Kansai-Quebec International Workshop in Environmental Sciences*, pp.6-7, Montreal.
- 伊藤禎彦、植田洋行(1998) 水中フミン物質の女性ホルモン様作用のレポーター遺伝子試験による検出、*日本内分泌攪乱化学物質学会第一回研究発表会要旨集*、p.31.
- 住友恒、伊藤禎彦、植田洋行、長坂俊樹、中西岳(1999) 水道原水中のエストロゲン様作用の検出に関する実験、第 50 回全国水道研究発表会講演集、pp.556-557.
- 住友恒、伊藤禎彦、植田洋行、長坂俊樹、藤井健生(1999) 水道原水のエストロゲン様作用に対する塩素およびオゾン処理の影響、第 50 回全国水道研究発表会講演集、pp.552-553.
- 胡建英、増田修一、浅見真理、相澤貴子(1999) 物理化学特性による外因性内分泌攪乱化学物質の活性評価、第 33 回日本水環境学会年会講演集、pp.286.
- 澤田恵枝、増田修一、守田康彦、浅見真理、胡建英、相澤貴子(1999) 非イオン界面活性剤(APE) の分析法について、第 50 回全国水道研究発表会講演集、pp.578-579.
- 胡建英、守田康彦、増田修一、相澤貴子(1999) フェノール類物質のエストロゲン受容体結合活性に関する構造活性相関、1999 計算化学討論会、日本化学プログラム交換機構(JCPE).
- Y. Magara, T. Aizawa, M. Ando, M. Morita, H. Ito, Y. Seki, T. Matumura(1999) Determination of Low Dioxins and PCBs concentration in ambient water using volume in situ" pre-concentration system, *Proc. of "Halogenated Environmental Organic Pollutants and POPs-Dioxin" Symposium*, Vol.40, pp.205-210, Venice, Italy.

平成10年度厚生科学研究費補助金

(生活安全総合研究事業)

研究課題名

内分泌かく乱化学物質の
水道水からの暴露等に関する調査研究

分担研究報告書

平成11年3月

研究班の構成

主任研究者

国立公衆衛生院水道工学部長

国 包 章 一

分担研究者

国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部長

安 藤 正 典

(社)日本水道協会工務部主幹

一 戸 正 憲

京都大学大学院工学研究科助教授

伊 藤 禎 彦

北海道大学大学院工学研究科助教授

亀 井 翼

(財)水道技術研究センター技監

八 木 美 雄

研究協力者

国立公衆衛生院水道工学部水質管理室長

相 澤 貴 子

札幌市水道局工務部水質試験所長

大 谷 倫 子

国立公衆衛生院水道工学部水道計画室長

北 澤 弘 美

大阪市水道局工務部水質試験所所長

小 笹 泰

東京都水道局浄水部水質担当課長

佐 藤 親 房

国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部第三室長

西 村 哲 治

広島市水道局配水部水質管理課長

広 田 忠 彦

福岡県南広域水道企業団水質センター所長

松 本 尚 久

新潟市水道局技術部水質管理課長

山 垣 浩 司

北海道大学大学院工学研究科教授

眞 柄 泰 基

調査担当機関

(財)日本食品分析センター

(財)千葉県薬剤師会検査センター

グリーンブルー (株)

研究分担及び報告書執筆分担

総括班（第1、2、7、8章執筆担当）

国立公衆衛生院水道工学部長
北海道大学大学院工学研究科教授

国 包 章 一
真 柄 泰 基

分析方法及び溶出試験方法検討班（第3、4章一部執筆担当）

国立公衆衛生院水道工学部水質管理室長
国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部長
国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部第三室長
（財）日本食品分析センター
（財）千葉県薬剤師会検査センター

相 澤 貴 子
安 藤 正 典
西 村 哲 治

現場調査班（第3章一部執筆担当）

（社）日本水道協会工務部主幹
札幌市水道局工務部水質試験所長
北海道大学大学院工学研究科助教授
国立公衆衛生院水道工学部長
大阪市水道局工務部水質試験所所長
東京都水道局浄水部水質担当課長
広島市水道局配水部水質管理課長
福岡県南広域水道企業団水質センター所長
新潟市水道局技術部水質管理課長
（財）千葉県薬剤師会検査センター

一 戸 正 憲
大 谷 倫 子
亀 井 翼
国 包 章 一
小 笹 泰
佐 藤 親 房
広 田 忠 彦
松 本 尚 久
山 垣 浩 司

溶出試験班（第4章一部執筆担当）

国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部長
京都大学大学院工学研究科助教授
国立公衆衛生院水道工学部水道計画室長
国立公衆衛生院水道工学部長
（財）水道技術研究センター技監
（財）日本食品分析センター

安 藤 正 典
伊 藤 禎 彦
北 澤 弘 美
国 包 章 一
八 木 美 雄

評価手法検討班（第5章執筆担当）

国立公衆衛生院水道工学部水質管理室長
国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部長
京都大学大学院工学研究科助教授
北海道大学大学院工学研究科助教授
国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部第三室長

相 澤 貴 子
安 藤 正 典
伊 藤 禎 彦
亀 井 翼
西 村 哲 治

空気調査班（第6章執筆担当）

国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部長
グリーンブルー（株）

安 藤 正 典

目次

1. 序	1
2. 調査研究計画の概要	2
2. 1 水道水等の汚染状況に関する現場調査	2
2. 2 水道用資機材からの溶出に関する調査	2
2. 3 水道水等の内分泌かく乱作用評価手法の検討	2
2. 4 空気の汚染状況に関する調査	2
3. 水道水等の汚染状況に関する現場調査	4
3. 1 調査方法	4
3. 2 調査結果	19
3. 3 考察	51
資料1：調査対象浄水場・管路等の状況	54
資料2：採水及び容器送付手順のご案内	81
資料3：個別分析方法	86
4. 水道用資機材からの溶出に関する調査	115
4. 1 溶出調査	115
4. 2 溶出方法	119
4. 3 分析方法	126
4. 4 定量下限値、検出下限値及び溶出下限値の設定	129
4. 5 溶出濃度の算出及び測定結果の表示	133
4. 6 調査結果	134
4. 7 遊離残留塩素との反応性に関する調査	185
5. 水道水等の内分泌かく乱作用評価手法の検討	188
5. 1 酵母Two-Hybrid System法	188
5. 2 MVLNアッセイ法	206
5. 3 蛍光偏光度法による外因性内分泌攪乱物質のエストロゲン受容体結合性の測定及び構造活性相関評価	229
6. 空気の汚染状況に関する調査	235
6. 1 調査方法	235
6. 2 調査結果	241
添付資料1：内分泌かく乱化学物質の調査試料採取手順書	260
添付資料2：内分泌かく乱化学物質（フタル酸エステル類）調査委託分析方法手順書	263
添付資料3：環境モニタリング調査現場写真	266
7. 結論	269
8. 今後の課題	270

1. 序

水道水の汚染は、環境汚染に由来する水源起因の場合と水道システム自体に起因する場合に大別されるが、水道水中における内分泌かく乱化学物質の種類、存在量、起源等はほとんど未解明と言ってよい状況にある。農薬や樹脂添加剤等の内分泌かく乱化学物質については、食品を通じての摂取による曝露のほか、水環境を経由して水源起源の汚染物質として水道水中に含まれ、その結果として水道水の摂取による曝露がもたらされることがまず考えられる。そのため、これらの化学物質については単にその使用実態や環境中への排出量等を把握するだけでなく、水道水中における存在状況とともに、水道原水中における存在状況や浄水過程における挙動等について、その実態を詳細に把握することが把握することが重要となる。

また、水道システム自体に起因する物質としては、水道用資機材に用いられている樹脂・塗料の原材料として使用されている物質が考えられる。これらの物質が水道水中に溶出することがあるとすれば、水道システム自体に起因するものとして見過ごすことができないので、水道分野独自の問題として調査研究を行う必要がある。

一方、厚生省生活衛生局においては「内分泌かく乱化学物質の健康影響に関する検討会」を設置し、内分泌かく乱化学物質の食品、水、大気等を介した曝露による健康影響について検討課題の整理、個別物質の具体的な調査検討を行うこととしている。

以上のことから、本調査研究においては、ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち、環境汚染に由来する水道起因の物質及び水道システムに起因する物質等について水道水中の存在状況等を明らかにし、同検討会における検討に資するものである。

なお、本調査研究では、内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質に対する空気を通じた曝露についても明らかにすることを併せて目的とした。

2. 調査研究計画の概要

2. 1 水道水等の汚染状況に関する現場調査

水道水における内分泌かく乱化学物質等の存在状況を把握するため、ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち水道水に含まれる可能性のあるもの等として、フタル酸類、アジピン酸類、アルキルフェノール類、スチレン 2 量体・3 量体、17 β -エストラジオール等の 33 物質を調査対象物質として選定した。次に、水中に低濃度で存在するこれらの物質を高精度で測定するための分析方法につき検討した。

上記の結果に基づき、代表的な水道として 25 浄水場を選び、それぞれについて水道原水（河川水、湖沼水、ダム水、地下水）、浄水（浄水場出口の水）及び給水栓水（蛇口から供給される水）を各 1 か所ずつ各 1 回採取して、あらかじめ検討した分析方法によって水質の測定を行った。

2. 2 水道用資機材からの溶出に関する調査

水道用資機材からの内分泌かく乱化学物質等の溶出量を把握するため、ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち水道水に含まれる可能性のあるもの等として、前記 1 の調査対象物質から 17 β -エストラジオールを除いた 32 物質を調査対象物質として選定した。次に、これらの物質を対象とした水道用資機材の最適な溶出試験方法につき検討した。

上記の結果に基づき、代表的な水道用資機材として、現在生産されているもの 20 種 36 品目及び現在生産されていないが過去に使用実績のあるもの 2 種 3 品目、合計 22 種 39 品目を選び、あらかじめ検討した方法によってそれぞれ水による溶出試験を行った。また、試料水の分析には前記 1 で検討した方法を用いた。

このほか、水中における残留塩素と調査対象物質との反応性についても別に検討した。

2. 3 水道水等の内分泌かく乱作用評価手法の検討

水道水における内分泌かく乱化学物質のヒトに及ぼす影響を評価するための試験法として、蛍光偏光度法、酵母 Two-hybrid 法、及び、遺伝子導入ヒト乳がん由来細胞（MVLN アッセイ）法の 3 法について、水道水に含まれる可能性のある化学物質を対象にエストロゲン様活性の応答を調べた。

また、ある浄水場における水道原水、凝集沈殿ろ過水、塩素処理済み水道水に対して、浄水過程での内分泌かく乱作用の変化を、酵母 Two-hybrid 法により比較検討した。

2. 4 空気の汚染状況に関する調査

空気中における内分泌かく乱化学物質等の存在状況を把握するため、まず、調査対象物質として、ヒトに対して内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち空気に含まれる可能性のあるもの等 10 物質を選定した。次に、空気中に低濃度で存在するこれらの物質を高精度で測定するための捕集方法及び分析方法につき検討した。

上記の結果に基づき、試験的に 7 地点を選び、これらの地点における室内及び室外空気を、あらかじめ検討した方法によってそれぞれ捕集して分析した。

3. 水道水等の汚染状況に関する現場調査

3.1 調査方法

3.1.1 調査目的

本調査は、人に対する内分泌かく乱作用の疑いのある物質のうち、水道水に含まれているおそれのある化学物質について、水道水における存在状況を把握し、水道水を通じた暴露量の評価に必要な科学的情報を整備することを目的とする。

3.1.2 調査対象物質

人に対する内分泌かく乱作用の疑いのある化学物質のうち、水道水に含まれる可能性のあるもののほか、これらの化学物質の分解生成物等を含む 33 物質を選定した。具体的な調査対象物質及びその主な用途は表 1 のとおりである。

表1 調査対象物質と主な用途

調査対象物質の分類	物質名	用途
フタル酸エステル類	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル フタル酸ジ-n-ブチル フタル酸-n-ブチルベンジル フタル酸ジシロヘキシル フタル酸ジエチル フタル酸ジペンチル フタル酸ジ-n-プロピル	可塑剤 (ビニル系合成樹脂、セルロースエステル、ゴムなどに使用)
アジピン酸類	アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	耐寒性可塑剤 (塩化ビニル樹脂に使用)
アルキルフェノール類等	ニルフェノール 4-n-ニルフェノール 4-オクチルフェノール 4-tert-オクチルフェノール ビスフェノールA 4-ヒドロキシフェニル 3-ヒドロキシフェニル 2-ヒドロキシフェニル 2-tert-ブチルフェノール 2-sec-ブチルフェノール 3-tert-ブチルフェノール 4-tert-ブチルフェノール 4-sec-ブチルフェノール 4-エチルフェノール フェノール	界面活性剤 油性フェノール樹脂の合成原料 界面活性剤 油性フェノール樹脂の合成原料 ポリカーボネート、エポキシ樹脂の原料 塩化ビニル安定剤 合成樹脂原料 各種合成原料 酸化防止剤、防腐剤 油性フェノール樹脂の合成原料 安定剤原料(塩化ビニル用) 酸化防止剤 合成樹脂原料 可塑剤、界面活性剤 ビスフェノールAの原料
スチレン2量体・3量体	1,3-ジフェニルプロパン cis-1,2-ジフェニルシクロブタン 2,4-ジフェニル-1-ブテン trans-1,2-ジフェニルシクロブタン 2,4,6-トリフェニル-1-ヘキセン 1e-フェニル-4e-(1'-フェニルエチル)テトラリン	スチレン樹脂の中間物
17β-エストラジオール	17β-エストラジオール	人畜由来天然ホルモン
塩化ビニルモノマー	塩化ビニルモノマー	塩化ビニル樹脂原料
スチレンモノマー	スチレンモノマー	スチレン樹脂原料
エピクロロヒドリン	エピクロロヒドリン	エポキシ樹脂原料 可塑剤、安定剤

3.1.3 調査期間

平成10年11月

3.1.4 調査対象水道事業者

(1) 調査対象水道事業者

水道水における内分泌かく乱化学物質の存在状況の概況を把握するため、代表的な水道として25浄水場を選び、それぞれについて原水（河川水、ダム水、地下水）、浄水（浄水場出口の水）及び給水栓水（蛇口から供給される水道水）を原則として各1か所ずつ採取した。

調査対象水道事業者を表2に示す。

(2) 調査対象水道事業者の概要

調査対象水道事業者の原水の種類、浄水処理方法および1日平均浄水量を表2に示す。

また、調査対象浄水場・管路等の状況を資料1に示す。

表2 調査対象水道事業体の概要

水道事業体名	原水の種類	浄水処理方法	1日平均浄水量(m ³)
A水道	表流水	急速ろ過	427,980
B水道	ダム放流・表流水	急速ろ過	76,080
C水道	表流水	急速ろ過	73,662
D水道	浅井戸水	消毒のみ	(3,790)
E水道	表流水	急速ろ過	31,590
F水道	表流水	急速ろ過	26,219
G水道	表流水	急速ろ過+粒状活性炭	68,919
H水道	ダム直接	オゾン+粒状活性炭	5,047
I水道	表流水	オゾン+粒状活性炭 急速ろ過	} 921,600
J水道	表流水	急速ろ過	
K水道	表流水	急速ろ過	528,701
L水道	表流水	急速ろ過	365,000
M水道	表流水	急速ろ過	92,103
N水道	ダム放流	急速ろ過	39,961
		緩速ろ過	14,133
O水道	浅井戸水	消毒のみ	(24,000)
P水道	表流水	オゾン+粒状活性炭 急速ろ過	} 715,462
Q水道	ダム直接	急速ろ過	
R水道	湖 水	急速ろ過	136,473
S水道	表流水	急速ろ過	21,290
T水道	表流水	急速ろ過	174,468
U水道	表流水	急速ろ過 緩速ろ過	} 22,230
V水道	深井戸水	消毒のみ	
W水道	表流水 ダム直接 (11月は取水なし)	急速ろ過	179,763
X水道	表流水	急速ろ過	78,415
Y水道	深井戸水	消毒のみ	16,136

注：原水の種類，浄水処理方法，1日平均浄水量は，水道統計(平成7年度)による。
ただし，1日平均浄水量の欄の()内の数字は公称能力。

3.1.5 試料の採取

試料は、調査対象水道事業者においてあらかじめ送付した専用の採水容器に採取し、直ちに4℃に保冷し、検査機関に送付した。

各水道事業体に送付した採水の案内書（「採水及び容器送付手順のご案内」）を資料2に示す。

(1) 試料採取

調査対象の水道事業者が以下の箇所において採水を行った。

- ①原水
- ②浄水
- ③給水栓水

なお、水質状況を把握するため、試料採水時に水道事業者において、水温、濁度、色度、pH 値、全残留塩素、遊離残留塩素、過マンガン酸カリウム消費量、総トリハロメタンの8項目について測定を行った。

(2) 採水容器

1地点についてガロン瓶2本、2L透明摺りガラス瓶1本、250mLねじ口ガラス瓶1本の合計4本を採水した。また、容器は調査対象物質の汚染が生じないように、採水時まで開栓しないで保管した。

それぞれの採水容器について、調査対象物質及び容器の処理方法を表3に示す。

表3 容器の種類と洗浄方法

調査対象物質の分類	採水容器	採水容器の洗浄方法
フタル酸エステル類 アジピン酸類	2L透明摺りガラス瓶 (2L×1本)	洗剤、純水、アセトンの順に洗浄した後、高純度窒素ガスを吹き付けて乾燥させ、200℃で3時間加熱。放冷後、速やかに密栓し、栓をアルミホイルで覆う。
アルキルフェノール類 ビスフェノールA フェノール スチレン2量体・3量体 17β-エストラジオール	ガロン瓶 (3.5L×2本)	洗剤、純水、アセトンの順に洗浄した後、高純度窒素ガスを吹き付けて乾燥させ、速やかに密栓する。
塩化ビニルモノマー スチレンモノマー エピクロロヒドリン	250mLねじ口ガラス瓶 (250mL×1本)	洗剤、純水、の順に洗浄した後、200℃で3時間加熱。放冷後、速やかに密栓する。

(3) 採水方法

採水は、次の共通事項に則り、各容器ごとに個別の採水方法に従って水道事業体が行った。

1) 共通事項

採水は、管内の滞留水を十分排出し、一定水温になってから試料水で採水容器を3回共洗いしてから行う。この際、試料水を直接採取するか、分析に支障をきたさない金属製(例：ステンレス製バケツ・ロート)の採水器具を使用する。

2) 個別容器ごとの採水・固定方法

個別採水容器ごとの採水・固定方法を表4に示す。

表4 採水容器と採水・固定方法

調査対象物質の分類	採水容器	採水・固定方法
フタル酸エステル類 アジピン酸類	2L 透明摺りガラス瓶 (2L×1本)	満水にして密栓。金属製クリップで栓を固定し、アルミホイルで覆う。 (栓にビニルテープなどのシール類は巻かない)
アルキルフェノール類 ビスフェノールA フェノール スチレン2量体・3量体 17β-エストラジオール	ガロン瓶 (3.5L×2本)	試料水 1L 当たり 0.1g の L-アスコルビン酸ナトリウムを加え、満水にして密栓する。
塩化ビニルモノマー スチレンモノマー エピクロロヒドリン	250mL ねじ口ガラス瓶 (250mL×1本)	試料は、泡立てないように静かに採取し、残留塩素が含まれている場合は、採取容器に 0.01g~0.02g の L-アスルビン酸ナトリウムを加え、満水にして密栓する。

(4) 採水地点での注意事項

1) 原水

取水口で採水する場合は、ステンレス製のバケツ、ロート等の汚染のない採水器具を使用する。

水面下で採水する場合は、プラスチック、ゴム等、汚染が懸念される材料を用いた採水器を使用しない(例：バンドーン採水器)。

着水井で採水する場合は、原水採水ポンプラインから汚染のないことを確認する。汚染

が懸念される場合は、試料を直接又は汚染のない採水器具を用いて採水する。

2) 浄水

浄水採水ポンプラインから汚染が懸念される場合は、試料を直接又は汚染のない採水器具を用いて採水する。

例：①浄水池から直接採水する。

②送水ポンプチャナルからステンレス製器具を用いる。

③送水ポンプに設置された金属製の汚染のない採水口を利用する。

3) 給水栓水

試料を直接採水容器に採水する。