

厚生労働科学研究費補助金

食品・化学物質安全総合研究事業

水道におけるフタル酸ジ-2-エチルヘキシルの
濃縮機構等に関する研究

平成14年度 総括・分担研究報告書

平成15年3月

主任研究者 国包章一（国立保健医療科学院）

目次

研究班の構成	1
I. 総括研究報告書	
水道におけるフタル酸ジ-2-エチルヘキシルの濃縮機構等に関する研究 国包章一	3
II. 分担研究報告書	
1. フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等による汚染実態の全国調査 米沢龍夫、小泉正彦、高橋 清、宇田一弘、 沖 恒二、伊佐治知明、山垣浩司、藤本信之、 岡山治一、広田忠彦、近藤久幸、小野沢 享	13
2. スカム、浮遊物質等の有機物組成とフタル酸ジ-2-エチルヘキシル 等の付着に関する研究 古米弘明	149
3. 浄水場汚泥のエストロゲン様作用の評価—MVLNアッセイ法— 伊藤禎彦	163
4. 浄水場沈澱池汚泥および浮上物質のエストロゲン様活性評価 —NRLアッセイ法— 西村哲治、安藤正典	173
5. 短期回分式ヒメダカ曝露試験によるエストロゲン様作用の評価 亀井 翼、宮谷伸之、田畑彰久、 竹田 誠、大野浩一、眞柄泰基	183
6. 水道管からのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の溶出に関する検討 林 秀樹	189
7. PAHsのAhレセプター (AhR) 誘導活性に関する研究 国包章一、相澤貴子、胡 建英、王 偉	213
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	221
IV. 研究成果の刊行物・別刷	225

研究班の構成

主任研究者

国立保健医療科学院水道工学部長

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

京都大学大学院工学研究科教授

伊 藤 禎 彦

北海道大学大学院工学研究科助教授

亀 井 翼

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

(財)水道技術研究センター浄水技術部長

林 秀 樹

東京大学大学院工学系研究科教授

古 米 弘 明

(社)日本水道協会工務部水質課長

米 沢 龍 夫

研究協力者

横浜市水道局技術顧問

相 澤 貴 子

名古屋市上下水道局水道本部浄水部浄水課

伊 佐 治 知 明

東京都水道局浄水部浄水課

宇 田 一 弘

北京大学城市環境学系

王 偉

北海道大学大学院工学研究科

大 野 浩 一

京都市水道局浄水部水質試験所

岡 山 治 一

横浜市水道局浄水部水質課

沖 恒 二

(社)日本水道協会工務部水質課

小 野 沢 享

北京大学城市環境学系

胡 建 英

札幌市水道局工務部水質試験所

小 泉 正 彦

福岡市水道局浄水部水質試験所

近 藤 久 幸

仙台市水道局給水部水質検査課

高 橋 清

北海道大学大学院工学研究科

竹 田 誠

北海道大学大学院工学研究科

田 畑 彰 久

東京大学大学院工学系研究科

中 島 典 之

広島市水道局施設部

広 田 忠 彦

大阪市水道局工務部水質試験所
北海道大学大学院工学研究科
北海道大学大学院工学研究科
新潟市水道局技術部水質管理課

藤 本 信 之
真 柄 泰 基
宮 谷 伸 之
山 垣 浩 司

委託機関

- (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

厚生労働科学研究費補助金

食品・化学物質安全総合研究事業

水道におけるフタル酸ジ-2-エチルヘキシルの
濃縮機構等に関する研究

平成14年度 総括研究報告書

平成15年3月

主任研究者 国包章一（国立保健医療科学院）

総括研究報告書

水道におけるフタル酸ジ-2-エチルヘキシルの濃縮機構等に関する研究

主任研究者 国包 章一 国立保健医療科学院水道工学部 部長

研究要旨 フタル酸ジ-2-エチルヘキシル及びフタル酸ジ-n-ブチルによる汚染実態等を調べるため、全国の浄水場11ヶ所につき調査したところその一般的な傾向としては、原水中のフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等は浄水処理によってある程度まで除去されているが、水中から除去されたフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の一部が沈澱汚泥や浮上物質にかなり高い濃度で濃縮されており、また、一部は返送水として原水へ戻っていることが確認された。しかし、沈澱汚泥や浮上物質から溶媒抽出した物質のエストロゲン様活性は、それほど高い値を示してはおらず、17 β -エストラジオールに比べてはるかに低いレベルにとどまっていた。また、現在新たに使用されていないが以前は広く使用されていた水道用タールエポキシ樹脂塗装管等からは、フタル酸類、ノニルフェノール、ビスフェノールA及び多環芳香族炭化水素等の溶出が認められた。多環芳香族炭化水素の中には、Ahレセプター結合活性が高いものがあることも明らかにした。次年度以降は、これらの結果を踏まえつつさらに研究を継続・発展させる予定であり、特に浄水場の沈澱汚泥や浮上物質によるフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の濃縮に関しては、調査対象を特定の浄水場に絞り込んで詳細調査を実施することとしている。さらに、タール系樹脂塗装から溶出する多環芳香族化合物は、水道水中で残留塩素と反応して内分泌かく乱作用を持つ塩素化物を新たに形成することが考えられるので、この点についても今後検討するようになりたい。

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
伊藤 禎彦 京都大学大学院工学研究科 教授
亀井 翼 北海道大学大学院工学研究科 助教授
西村 哲治 国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部 室長
林 秀樹 (財)水道技術研究センター 部長
古米 弘明 東京大学大学院工学系研究科
米沢 龍夫 (社)日本水道協会工務部 課長

A. 研究目的

本研究事業では、水道の浄水施設におけるフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の浮上濃縮機構を明らかにし、水道管からの溶出特性等を含めてフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等による

水道水の汚染機構につき総合的に評価することによって、より安全な水道水を確保するための適切な技術施策のあり方を明らかにすることを目的とする。

主任研究者らによるこれまでの研究において、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等は水道の浄水処理過程でよく除去されることが一応確認されているが、それと同時に、その一部は浄水施設において水表面に浮遊するスカムや懸濁物質に高濃度で濃縮された形で存在することが認められている。一般に浄水施設ではスカム等の除去装置は備えられていないので、条件によっては、高濃度に蓄積されたフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等が再び水道水中に移行するおそれが多分にある。

以上のことから、本研究事業においてフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等による水道水の汚染機構を総合的に評価するとともに、今後の対応策を明らかにすることは、より安全な水道水の確保を通じて国民の健康の維持・増進を図る上で極めて重要である。

本研究事業において所期の成果を上げることができれば、これに基づいて問題解決のための適切な技術施策を実施設において導入することにより、水道水からのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の摂取量低減を図ることができるので、国民の健康の維持・増進に寄与することができる。また、浄水施設において水表面に浮遊するスカムや懸濁物質には、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等だけでなく他の様々な汚染物質が濃縮されている可能性が高いので、本研究事業はこのような面における今後の研究の発展につながることを期待される。

B. 研究方法

1. 浄水場における浮遊物質等のフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等による汚染実態の全国調査

全国の代表的な浄水場 11 ヶ所(表流水を原水とする急速ろ過方式の浄水場 10 ヶ所及び伏流水を原水とする緩速ろ過方式による浄水場 1 ヶ所)を選んで、原水、浄水のほか、沈澱汚泥、スカム及び表面浮遊物質等を平成 15 年 1~2 月に採取し、それぞれのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-n-ブチル等による汚染状況を調査した。

2. 浄水場における浮遊物質等の有機物組成とフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の付着に関する検討

浄水場における浮遊物質等へのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の付着機構につき基礎的な検討を行うため、前記の急速ろ過方式による浄水場のうち 5 ヶ所の浮上物質、沈澱汚泥及びろ過池洗浄排水の有機物含有量及び有機物組成を調べた。有機物組成は、熱分解 GC/MS により生じたフラグメント成分及びピーク面積に基づいて評価した。

3. 浄水場における浮遊物質等のエストロゲン様作用の評価に関する検討

浄水場における浮遊物質等のエストロゲン様作用につき基礎的な検討を行うため、上記の急速ろ過方式による浄水場のうちいくつかの浄水場の浮上物質もしくは沈澱汚泥を試料として、MVLN アッセイ及び NRL アッセイ (Nuclear Receptor Ligand Assay) によりエ

ストロゲン様活性を測定した。このほか、エストロゲン様作用評価のためのヒメダカ曝露試験につき基礎的な検討を行うため、17β-エストラジオールを用いて、曝露方法を回分方式にした場合と連続流方式にした場合での比較検討、及び、ヒメダカ曝露試験と酵母 Two-Hybrid 法による試験での比較検討を行った。

4. 水道用タールエポキシ樹脂塗装管等からのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の溶出特性に関する検討

現在新たに使用されていないが以前は広く使用されていた水道用タールエポキシ樹脂塗装管を、鋼管メーカーと塗料メーカーの協力を得て特別に製作し、これらの供試管からのフタル酸エステル類、アルキルフェノール類及び多環芳香族炭化水素の初期溶出量を、試験室で公定法に従って測定した。また、今後、同一の供試管についてこれらの物質の溶出量の経時変化を調べるため、東京都玉川浄水場の敷地内に水道管連続通水実験設備を設置した。この設備は、常時一定条件下で供試管に連続通水するために設けたもので、次年度当初から通水を開始して、約 2 年間にわたって一定期間ごとに供試管を取り外して溶出試験を行う予定である。

このほか、タールエポキシ樹脂塗装及びコールタールエナメル塗装からの上記と同様な化学物質の溶出量を調べるため、塗装試験片を用いて溶出試験を行った。

5. 多環芳香族炭化水素のAhレセプター結合活性の評価に関する検討

タールエポキシ樹脂塗装からの溶出が考えられる 21 種類の多環芳香族炭化水素を対象物質として選び、各物質の Ah レセプター結合活性を評価した。

C. 研究結果及び考察

1. 浄水場における浮遊物質等のフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等による汚染実態の全国調査

調査した浄水場における水中のフタル酸ジ-2-エチルヘキシルの平均濃度は、原水表層が $0.16 \mu\text{g/l}$ 、同下層が $0.23 \mu\text{g/l}$ 、着水井表層が $0.10 \mu\text{g/l}$ 、同下層が $0.11 \mu\text{g/l}$ 、浄水池又は配水池表層が $0.06 \mu\text{g/l}$ 、同下層が $0.08 \mu\text{g/l}$ で、処理に伴って減少する傾向が認められたほか、排水処理工程から原水への返送水の平均濃度は $0.46 \mu\text{g/l}$ であった。また、ろ過池洗浄排水の平均濃度は $1.2 \mu\text{g/l}$ で、沈澱汚泥及び浮上物質中の固形物乾燥重量当たりの含有量は、それぞれ $640 \sim 14,000 \mu\text{g/kg}$ 及び $2,900 \sim 52,000 \mu\text{g/kg}$ の範囲にあった。フタル酸ジ-n-ブチルについても、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルと同様に沈澱汚泥や浮上物質に濃縮される傾向が認められたが、その含有量はフタル酸ジ-2-エチルヘキシルの場合に比べると全般に低かった。

2. 浄水場における浮遊物質等の有機物組成とフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の付着に関する検討

調査対象とした浄水場 5ヶ所のうち、ある浄水場における配水池浮上物質の強熱減量の値が他と比較して顕著に高く、かつフタル酸ジ-2-エチルヘキシル含有量も同様に高かった。そこで、試料中の固体成分の有機物組成に着目し、熱分解 GC/MS による分析結果を基に各試料の有機物組成を比較した。その結果、大半の試料では蛋白質が主構成成分であるが、一部の試料においては脂質の占める割合が大きくなっており、また多糖類の占める割合も比較的高いことがわかった。特に上記の浄水場における浮上物質の熱分解フラグメントは、蛋白由来フラグメントが他の試料と比較して少なく、多糖類、脂質由来のフラグメントが多いことが特徴として上げられた。

3. 浄水場における浮遊物質等のエストロゲン様作用の評価に関する検討

浄水場における浮上物質もしくは沈澱汚泥からの抽出物質について、MVLN アッセイ及び NRL アッセイによりエストロゲン様活性を定量評価し、その値はいずれの場合においても、対照として用いた 17 β -エストラジオールの活性に比べてはるかに低いことを明らかにした。

また、ヒメダカを用いたピテロジェニンアッセイでは、簡易な回分方式による曝露試験でも、連続流方式による曝露試験と同等の結果が得られることを明らかにした。このほか、ヒメダカ曝露試験による結果と酵母 Two-Hybrid 法による試験結果との間には、高い相関があることが認められた。

4. 水道用タールエポキシ樹脂塗装管等からのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の溶出特性に関する検討

タールエポキシ樹脂塗料については、連続通水実験設備に取り付ける前の水道管を用いた溶出試験、これらの水道管を連続通水実験設備に取り付けたあとの初期通水試験における吐出水の水質分析、及び、塗装試験片を用いた溶出試験のそれぞれにおいて、フタル酸類、ノニルフェノール、ビスフェノール A 及び多環芳香族炭化水素のうちいくつかの化学物質の溶出が認められた。ただし、同一の化学物質の溶出が、これらの試験又は分析において共通して認められたわけでは必ずしもなかった。

また、コールタールエナメル塗料については、塗装試験片を用いた溶出試験において、フタル酸類、ノニルフェノール及びビスフェノール A の溶出は認められなかったが、いくつかの多環芳香族炭化水素の溶出が認められた。

5. 多環芳香族炭化水素の Ah レセプター結合活性の評価に関する検討

21 種類の多環芳香族炭化水素の Ah レセプター結合活性強度の値は、それぞれの物質の化学構造によって非常に異なっており、最も高いのはベンゾ(a)アントラセンで TCDD の約 1/10 であることを明らかにした。

D. 結論

本年度の研究により、全国の浄水場における一般的な傾向として、原水中のフタル酸ジ-2-エチルヘキシル及びフタル酸ジ-n-ブチルは浄水処理によってある程度まで除去されているが、水中から除去されたフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の一部は沈澱汚泥や浮上物質にかなり高い濃度で濃縮されており、また、一部は返送水として原水へ戻っていることが確認された。しかし、沈澱汚泥や浮上物質から溶媒抽出した物質のエストロゲン様活性は、それほど高い値を示してはおらず、17 β -エストラジオールに比べてはるかに低いレベルにとどまっていた。また、現在新たに使用されていないが以前は広く使用されていた水道用タールエポキシ樹脂塗装管等からは、フタル酸類、ノニルフェノール、ビスフェノール A 及び多環芳香族炭化水素等の溶出が認められた。多環芳香族炭化水素の中には、Ah レセプター結合活性が高いものがあることも明らかにした。

本年度は 3 ヶ年計画の初年度にあたるので、次年度以降においてはこれらの結果を踏まえつつ、当初の計画に従ってさらに研究を継続・発展させて行く予定である。特に浄水場の沈澱汚泥や浮上物質によるフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等の濃縮に関しては、調査対象を特定の浄水場に絞り込んで詳細調査を実施することとしている。さらに、タール系樹脂塗装から溶出する多環芳香族化合物は、水道水中で残留塩素と反応して内分泌かく乱作用を持つ塩素化物を新たに形成することが考えられるので、この点についても今後検討するようになりたい。

厚生労働科学研究費補助金

食品・化学物質安全総合研究事業

水道におけるフタル酸ジ-2-エチルヘキシルの
濃縮機構等に関する研究

平成14年度 分担研究報告書

平成15年3月

フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等による汚染実態の全国調査

分担研究者 米沢龍夫

研究協力者 小泉正彦、高橋 清、宇田一弘、沖 恒二、
伊佐治知明、山垣浩司、藤本信之、岡山治一、
、広田忠彦、近藤久幸、小野沢 享

フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等による汚染実態の全国調査

分担研究者	(社)日本水道協会工務部水質課	米 沢 龍 夫
研究協力者	札幌市水道局工務部水質試験所	小 泉 正 彦
"	仙台市水道局給水部水質検査課	高 橋 清
"	東京都水道局浄水部浄水課	宇 田 一 弘
"	横浜市水道局浄水部水質課	沖 恒 二
"	名古屋市上下水道局水道本部浄水部浄水課	伊佐治 知 明
"	新潟市水道局技術部水質管理課	山 垣 浩 司
"	大阪市水道局工務部水質試験所	藤 本 信 之
"	京都市水道局浄水部水質試験所	岡 山 治 一
"	広島市水道局施設部	広 田 忠 彦
"	福岡市水道局浄水部水質試験所	近 藤 久 幸
"	(社)日本水道協会工務部水質課	小野沢 享

研究要旨

フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等は、水道の浄水処理過程で除去されることが確認されているが、それと同時に浄水施設において水表面に浮遊するスカムや懸濁物質に高濃度で濃縮された状態で存在することが、平成13年度に調査した浄水場で認められた。

平成14年度は、同様な現象が他の浄水場でも認められるかについて、地域、浄水処理方法等を考慮し、急速ろ過の10浄水場、緩速ろ過の1浄水場を選び、原水、浄水、浄水場内のスカム及び表面浮遊物質等を採取し、そのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等による汚染状況を調査した。

フタル酸エステル類の調査結果は次のようであった。

水質調査：フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの各地点の平均濃度は、原水で表層 0.16 $\mu\text{g/L}$ 、下層 0.23 $\mu\text{g/L}$ 、着水井で表層 0.10 $\mu\text{g/L}$ 、下層 0.11 $\mu\text{g/L}$ 、浄水池または配水池で表層 0.06 $\mu\text{g/L}$ 、下層 0.08 $\mu\text{g/L}$ であった。また、ろ過池、送水、返送水の平均濃度は 0.03 $\mu\text{g/L}$ 、0.01 $\mu\text{g/L}$ 、0.46 $\mu\text{g/L}$ であった。原水、返送水で検出地点数及び平均濃度が高い傾向を示した。処理最終工程の送水で最も低濃度になり、検出濃度は最高値で 0.10 $\mu\text{g/L}$ であった。一方、フタル酸ジ-n-ブチルも同様に原水、返送水で検出地点数及び平均濃度が高い傾向を示した。検出濃度範囲はフタル酸ジ-2-エチルヘキシルよりも低濃度の範囲であった。また、処理最終工程の送水ではすべての浄水場で不検出 ($<0.05 \mu\text{g/L}$) であった。

排水調査：フタル酸ジ-2-エチルヘキシルはすべての調査地点で検出された。検出濃度範囲は水質調査に比較して高値を示し、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルのろ過池砂層での吸着・付着が推定される。一方、フタル酸ジ-n-ブチルも検出率が高く、8地点中6地点で検出された。その濃度範囲はフタル酸ジ-2-エチルヘキシルよりも低濃度で検出される傾向を示した。

汚泥調査：フタル酸ジ-2-エチルヘキシルはすべての調査地点で検出され、汚泥乾燥重量

当たりの含有量は 640～14,000 $\mu\text{g/kg}$ の範囲であった。フタル酸ジ-n-ブチルは 10 調査地点中 6 地点で検出され、検出地点における汚泥乾燥重量当たりの含有量は 63～2,200 $\mu\text{g/kg}$ の範囲であった。

浮上物質中の調査結果は次のようであった。フタル酸ジ-2-エチルヘキシルはすべての調査地点で検出され、検出地点における浮上物質乾燥重量当たりの含有量は 2,900～52,000 $\mu\text{g/kg}$ の範囲であった。フタル酸ジ-n-ブチルは 7 調査地点中 6 地点で検出され、検出地点における浮上物質乾燥重量当たりの含有量は 150～2,300 $\mu\text{g/kg}$ の範囲であった。

1. 調査目的

フタル酸ジ-2-エチルヘキシル等は、水道の浄水処理過程で除去されることが確認されているが、それと同時に浄水施設において水表面に浮遊するスカムや懸濁物質に高濃度で濃縮された状態で存在することが、平成 13 年度に調査した浄水場で認められた。

平成 14 年度は、同様な現象が他の浄水場でも認められるかについて、全国の代表的な浄水場を選んで、原水、浄水、浄水場内のスカム及び表面浮遊物質等を採取し、そのフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等による汚染状況を調査した。

2. 調査事業体

調査水道事業体は、急速ろ過の 10 浄水場、緩速ろ過の 1 浄水場を含めて 10 事業体の 11 浄水場について調査を実施した。表 1 に調査事業体を示す。

表1 調査事業体

調査事業体	浄水場名	浄水処理方法
A	K	急速ろ過
B	L	急速ろ過
C	M	急速ろ過
D	N	急速ろ過
D	O	緩速ろ過
E	P	急速ろ過
F	Q	急速ろ過
G	R	急速ろ過
H	S	急速ろ過
I	T	急速ろ過
J	U	急速ろ過

3. 調査箇所、調査項目

調査箇所は原則として水質 9 試料、排水 1 試料、汚泥 1 試料、浮上物質 2 試料とした。採取箇所及び調査項目を表 2 に示す。

表2 調査箇所及び調査項目

調 査 箇 所		採 取 箇 所	調 査 項 目
水 質	原水	可能な限り返送水が入る前の取水口または沈砂池等の表層（水面下 10cm）、下層（底板または底泥表面より 0.5m 上地点）	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル フタル酸ジ-n-ブチル
	着水井	表層（水面下 10cm）、下層（底板または底泥表面より 0.5m 上地点）	
	ろ過池	ろ過池流入部	
	浄水池または配水池	表層（水面下 10cm）、下層（底板より 0.5m 上地点）	
	送水	浄水池または配水池出口	
	返送水	着水井流入前	
排 水	ろ過池洗浄排水	洗浄排水出口	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル フタル酸ジ-n-ブチル
汚 泥	沈澱池	沈澱池汚泥(上澄水を捨てたもの)	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル フタル酸ジ-n-ブチル
浮 上 物 質	フロック形成池、沈澱池、ろ過池、浄水池、配水池等	浮上物質発生箇所（できるだけ浄水池、配水池やろ過池の浮遊物を採取。浮遊物が認められない場合は、表層 1cm を採取する）	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル フタル酸ジ-n-ブチル 鉄、マンガン、アルミニウム、ヒ素、カルシウム、マグネシウム 強熱減量、濁度、TOC

4. 分析方法

表 3 に調査対象物質の分析方法を示す。

表3 分析方法

調 査 対 象 物 質	分 析 方 法
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	ヘキサン抽出-GC/MS 法
フタル酸ジ-n-ブチル	
鉄、マンガン、アルミニウム カルシウム、マグネシウム	ICP/AES 法
ヒ素	水素化物発生-原子吸光度法
強熱減量	昭和 63 年環水管第 127 号 II.4
濁度	積分球式光電光度法
TOC	燃焼酸化法

5. 調査数量

調査数量を表 4に示す。

表 4 調査数量表

調査箇所 調査事業体		水質									排水	汚泥	浮上物質		計
		原水 表層	原水 下層	着水井 表層	着水井 下層	ろ過池	浄水池 または 配水池 表層	浄水池 または 配水池 下層	送水	返送水	ろ過池 洗浄排水	沈澱池	No1	No2	
A 事業体	K 浄水場	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13
B 事業体	L 浄水場	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	○	○	○	11
C 事業体	M 浄水場	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	12
D 事業体	N 浄水場	○	—	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	11
D 事業体	O 浄水場	○	—	—	—	—	○	○	○	—	—	—	—	—	4
E 事業体	P 浄水場	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	12
F 事業体	Q 浄水場	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13
G 事業体	R 浄水場	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	12
H 事業体	S 浄水場	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○	○	12
I 事業体	T 浄水場	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13
J 事業体	U 浄水場	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	12
計		11	8	10	6	10	11	11	11	10	8	10	10	9	125

○：調査あり、—：浄水場の状況等により採水不可、\：調査計画なし