

厚生科学研究費補助金

生活安全総合研究事業

WHO 飲料水水質ガイドライン  
改訂等に対応する水道における  
化学物質等に関する研究

研究報告書

平成 13 年度

主任研究者 眞柄 泰基 (北海道大学大学院)

# 目次

研究組織	1
総括研究報告書	5
I. 農薬分科会 報告書	
分担研究報告書	11
水道における残留農薬の検出実態と今後の農薬監視のあり方に関する研究	
1. はじめに	16
2. プライオリティリストと分析方法	19
3. 実態調査結果	25
4. 河川水中農薬最高濃度の考え方	145
5. 農薬監視プライオリティの作成	152
II. 重金属分科会 報告書	
分担研究報告書	161
1. 水道硬質塩化ビニル管等からの有機スズ化合物の溶出に関する研究	168
2. NF膜におけるアンチモンの除去特性に関する研究	180
3. WHO飲料水質ガイドライン等に係る重金属類の分析法に関する研究	192
4. 北海道における地下水の性状調査	196
5. 無機ヒ素化合物によるラット肝細胞 MAP Kinase の活性化に関する研究	215
III. 一般有機物分科会 報告書	
分担研究報告書	219
1. 有機化学物質の日本の実態	223
2. 異臭に関する調査・研究	226
3. 有機物指標に関する検討	241
図表	255
IV. 消毒副生成物分科会 報告書	
分担研究報告書	317
消毒副生成物の生成実態と処理技術	
1. ハロ酢酸の生成実態と低減化技術	321
2. 分析方法の検討	341
3. 指標物質に関する調査研究	356
4. 信頼性分析によるハロ酢酸のリスク管理手法に関する検討	362
V. サンプルング方法分科会 報告書	
分担研究報告書	367
研究要旨	371
1. 目的	371
2. 方法	371
3. 結果及び考察	372

4. 結論	377
添付資料一覧	379
VI. 鉛分科会 報告書	
分担研究報告書	399
鉛の基準強化対応のための測定の在り方、水道用鉛含有資機材等に関する検討	
1. 目的	402
2. 方法	402
3. 結果と考察	404
4. 結論	415
VII. 毒性評価分科会 報告書	
分担研究報告書	417
毒性情報が不足している物質の毒性評価に係わる文献調査	
研究要旨	419
はじめに	420
1. DEHP	420
2. DINP	428
3. Bisphenol A	433
4. 研究発表	443
図表	444
VIII. 総合評価分科会 報告書	
分担研究報告書	447
水道の水質管理におけるリスクの所在とその評価に関するシナリオ	
ーリスク管理の概念に基づく病原微生物対策に係る諸問題ー	450

厚生科学研究費補助金 生活安全総合研究事業

## WHO 飲料水水質ガイドライン改訂等に対応する水道における化学物質等に関する研究

### 研究組織 (平成 13 年度、順不同)

主任研究者	眞柄 泰基	北海道大学大学院工学研究科
分担研究者	国包 章一	国立公衆衛生院 水道工学部
	相澤 貴子	国立公衆衛生院 水道工学部
	安藤 正典	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部
	長谷川隆一	国立医薬品食品衛生研究所 総合評価研究室
	西村 哲治	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部
	伊藤 禎彦	京都大学大学院工学研究科
	伊藤 雅喜	国立公衆衛生院 水道工学部
	米沢 龍夫	(社)日本水道協会 工務部水質課
	秋葉 道宏	国立公衆衛生院 水道工学部
	浅見 真理	国立公衆衛生院 水道工学部

### 農薬分科会

分担研究者	相澤 貴子	国立公衆衛生院 水道工学部
	西村 哲治	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部
	長谷川隆一	国立医薬品食品衛生研究所 総合評価研究室
研究協力者	高木 博夫	国立環境研究所 環境研究基盤技術ラボラトリー
	井上 隆信	岐阜大学 工学部土木工学科
	上路 雅子	独立行政法人農業環境技術研究所 化学環境部
	類家 博治	八戸圏域水道企業団 工務部浄水課
	菊地 修一	仙台市水道局 給水部水質検査課
	北澤 弘美	東京都水道局 水質センター
	安西 慎一	神奈川県内広域水道企業団 浄水部水質試験所
	鈴木 朗	横浜市水道局 水質課
	渡辺 正秀	新潟市水道局 技術部水質管理課
	妹尾 義正	札幌市水道局 工務部水質試験所
	塩出 貞光	大阪市水道局 工務部水質試験所
	川淵 眞澄	奈良県水道局 桜井浄水場水質課
	杉田 育生	広島市水道局 配水部水質管理課
	井上 剛	福岡県南広域水道企業団 施設部水質センター
	宮内 彰三	松山市公営企業局 管理部水質管理課
	原田 勝仁	(株)日立ハイテクノロジーズ ライフサイエンス事業統括本部
	埴岡 伸光	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部

### 重金属分科会

分担研究者	眞柄 泰基	北海道大学大学院工学研究科
	国包 章一	国立公衆衛生院 水道工学部
	伊藤 雅喜	国立公衆衛生院 水道工学部
研究協力者	神野 透人	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部

嶋田 俊夫  
高坂 恒  
庄司 明  
寺嶋 勝彦  
大野 浩一  
赤嶺 永正  
岡本 章良  
杉浦 美昭

横浜市水道局 浄水部水質課  
札幌市水道局 工務部  
千葉県水道局 柏井浄水場  
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  
沖縄県企業局 水質管理事務所  
大阪市立環境科学研究所 食品保健課  
愛知県水質試験所

### 一般有機物分科会

分担研究者 安藤 正典  
西村 哲治  
秋葉 道宏  
浅見 真理  
研究協力者 西村 修  
妹尾 義正  
大沼 国彦  
石崎 孝幸  
北澤 弘美  
石井 重光  
鈴木 朗  
伊藤 保  
新谷 保徳  
宮川 徹也  
有本 敏之  
小林 實  
吉田 一直

国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部  
国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部  
国立公衆衛生院 水道工学部  
国立公衆衛生院 水道工学部  
東北大学大学院工学研究科  
札幌市水道局 工務部水質試験所  
仙台市水道局 給水部水質検査課  
茨城県企業局 水質管理センター  
東京都水道局 水質センター検査課  
川崎市水道局 浄水部水質課  
横浜市水道局 浄水部水質課  
大阪府水道部 事業管理課  
大阪市水道局 工務部水質試験所  
阪神水道企業団 管理部水質試験所  
神戸市水道局 技術部水質試験所  
広島市水道局 配水部水質管理課  
福岡市水道局 浄水部水質試験所

### 消毒副生成物分科会

分担研究者 伊藤 禎彦  
浅見 真理  
研究協力者 小林 健一  
浅野 雄三  
塩出 貞光  
北原 陽一  
豊岡 健司  
宇田川富男  
服部 和夫  
亀井 翼  
奥村 学

京都大学大学院工学研究科  
国立公衆衛生院 水道工学部  
阪神水道企業団 建設部工務課  
奈良県水道局 桜井浄水場  
大阪市水道局 工務部水質試験所  
北千葉広域水道企業団  
茨城県企業局 水質管理センター  
東京都水道局 水質センター検査課  
大阪府水道部 水質管理センター  
北海道大学大学院工学研究科  
名古屋市上下水道局 水道本部浄水部

### サンプリング方法分科会

分担研究者 国包 章一  
眞柄 泰基  
米沢 龍夫  
研究協力者 大村 達夫

国立公衆衛生院 水道工学部  
北海道大学大学院工学研究科  
(社)日本水道協会 工務部水質課  
東北大学 工学部土木工学科

片山 浩之	東京大学大学院工学系研究科
西野 二郎	東京都水道局 水質センター
小泉 清	横浜市水道局 浄水部水道課
寺嶋 勝彦	大阪市水道局 工務部水質試験所
矢野 洋	神戸市水道局

### 鉛分科会

分担研究者	米沢 龍夫	(社)日本水道協会 工務部水質課
	国包 章一	国立公衆衛生院 水道工学部
研究協力者	小泉 清	横浜市水道局 浄水部水道課
	小笹 泰	大阪市水道局 工務部水質試験所
	矢野 洋	神戸市水道局
	宇田 一弘	東京都水道局

### 毒性評価分科会

分担研究者	長谷川隆一	国立医薬品食品衛生研究所 総合評価研究室
	安藤 正典	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部

### 総合評価分科会

分担研究者	眞柄 泰基	北海道大学大学院工学研究科
	米沢 龍夫	(社)日本水道協会 工務部水質課
	国包 章一	国立公衆衛生院 水道工学部
	相澤 貴子	国立公衆衛生院 水道工学部
	伊藤 禎彦	京都大学大学院工学研究科
	西村 哲治	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部
	浅見 真理	国立公衆衛生院 水道工学部
	伊藤 雅喜	国立公衆衛生院 水道工学部
	秋葉 道宏	国立公衆衛生院 水道工学部
	長谷川隆一	国立医薬品食品衛生研究所 総合評価研究室
	安藤 正典	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部
研究協力者	埴岡 伸光	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部
	亀井 翼	北海道大学大学院工学研究科
	佐々木 隆	阪神水道企業団 管理部配水課
	遠藤 卓郎	国立感染症研究所 寄生動物部
	土佐 光司	金沢工業大学 環境系環境質保全コア
	平田 強	麻布大学 環境保健学部健康環境科学科
	片山 浩之	東京大学大学院工学系研究科
	船水 尚行	北海道大学大学院工学研究科
	堤 行彦	(株)クボタ東京本社 上下水道エンジニアリング 技術部
	大野 浩一	北海道大学大学院工学研究科
	大村 達夫	東北大学大学院工学研究科

## 総括研究報告書

WHO 飲料水水質ガイドライン改訂等に対応する水道における化学物質等に関する研究

主任研究者 眞柄 泰基 北海道大学大学院工学研究科 教授

### 研究要旨

2003年のWHO飲料水水質ガイドラインの全面改訂に対応し、我が国の水道水質に関する基準も全面的に見直す必要が生ずると考えられ、このため、未規制、未監視の化学物質の水道における存在状況の把握、浄水処理における除去・生成・制御機構の理論的解明、毒性情報の収集・評価といった化学物質に関する科学的情報、知見が必要となる。

そこで、WHOガイドライン対象物質となっているアメトリンやモリネート等の農薬やそれらの浄水過程などにおける分解物、アンチモン、ウラン、スズ等の重金属等無機物質の原水・浄水処理過程、浄水中での存在量の確認や有機物金属類、過マンガン酸カリウム消費量等に加えて生物資化性有機物質量や臭気物質等一般有機物、WHOガイドラインの見直しの対象となっているMXやハロ酢酸等の消毒副生成物、水質試験における試料のサンプリング箇所および箇所数の科学的な決定方法、鉛の水質基準強化のための測定法のあり方や鉛を利用している水道用資機材からの鉛溶出、WHO飲料水ガイドラインの改訂に際して我が国が担当しているエピクロロヒドリン等化学物質の毒性評価および水質基準における化学物質と感染性微生物の規制のあり方を検討した。

### 分担研究者氏名

国包 章一	国立公衆衛生院 水道工学部 部長
相澤 貴子	国立公衆衛生院水道工学部 水質管理室長
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
長谷川隆一	国立医薬品食品衛生研究所 安全性生物試験研究センター 総合評価研究室長
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
米沢 龍夫	日本水道協会工務部水質課 所長
伊藤 禎彦	京都大学大学院工学研究科 助教授
伊藤 雅喜	国立公衆衛生院水道工学部 水道計画室長
秋葉 道宏	国立公衆衛生院水道工学部 主任研究官
浅見 真理	国立公衆衛生院水道工学部 主任研究官

### A. 研究目的

2003年のWHO飲料水水質ガイドラインの全面改訂に対応し、我が国の水道水質に関する基準も全面的に見直す必要が生ずると考えられ、このため、未規制、未監視の化学物質の水道における存在状況の把握、浄水処理における除去・生成・制御機構の理論的解明、毒性情報の収集・評価といった化学物質に関する科学的情報、知見が必要となる。

2003年のWHOガイドラインの全面改訂等に対応し、我が国においても水道水質に関する基準を全面的に見直すべきと考えられるが、そのためには農薬その他の化学物質の存在状況の包括的な把握、基準値達成のための浄水処理技術開発の基礎的知見、理論的根拠となる浄水処理過程における挙動の理論的解明、毒性情報の収集、評価を総合的に行う必要がある。また、今後、鉛の基準値が引き下げられる予定となっているが、それに伴い測定方法の在り方の検討、鉛含有資機材からの溶出等について把握する必要が出てきた。また、カビ臭以外の水道水における異臭味被害も生じている。これらのWHOガイドライン改訂対象項目以外についても、我が国の水道水質に関して問題となる項目については、その実態把握、除去対策等について、

科学的な検討を行い、水質基準の改正に資する知見を得ることを目的とする。

## B. 研究方法

主任研究者及び分担研究者の他、水道事業体等技術者、研究者約60名の研究協力者からなる分科会を設け、全国レベルでの実態調査等をおこなった。

分科会およびそれぞれの課題はつぎのようである。

### ① 農薬分科会

WHO ガイドライン対象物質となっているアメトリンやモリネート等の農薬やそれらの浄水過程などにおける分解物について、水道原水および浄水中の実態調査、浄水過程における挙動や処理について検討する。平成15年度には対策ガイドラインを作成する。

### ② 重金属分科会

アンチモン、ウラン、スズ等の重金属等無機物質の原水・浄水処理過程、浄水中での存在料の確認や有機物金属類の測定方法の開発およびそれらの新しい除去技術について調査検討をおこなう。平成15年度には対策ガイドラインを作成する。

### ③ 一般有機物分科会

一般有機物の原水・浄水処理過程や浄水処理過程での挙動調査を行う。特に、給配水過程における水質変化の指標として有効であると思われる生物資化性有機物質量の測定方法とその制御技術についての調査検討や臭気物質についての調査検討も行う。平成15年度には対策ガイドラインを作成する。

### ④ 消毒副生成物分科会

WHO ガイドラインの見直しの対象となっているMXやハロ酢酸等の消毒副生成物について、水道原水および浄水中の実態調査、生成要因に関する検討、浄水処理技術など生成量抑制対策についての検討を行う。平成15年度には対策ガイドラインを作成する。

### ⑤ サンプルング方法分科会

水質試験における試料のサンプルング箇所および箇所数の科学的な決定方法を水道事業体の規模・水道水源の種類等に応じて調査検討するとともに、水質基準の適合の判断への確率的判断基準を明らかにする平成15年度には試料サンプルングガイドラインを作成する。

### ⑥ 鉛分科会

鉛の水質基準強化のための測定法のあり方や鉛を利用している水道用資機材からの鉛溶出について調査検討を行うとともに、鉛などの溶出防止技術について調査検討を行う。

### ⑦ 毒性評価分科会

WHO ガイドライン改訂作業の動向を踏まえ、我が国の水道水質関連物質の毒性情報の不足している物質の抽出をおこない、調査検討を行う。

### ⑧ 総合評価分科会

WHO ガイドライン改訂対象項目の物質について、我が国におけるヒトの暴露状況について調査を行い、水道水経由の寄与率を検討する。

また、水道水質においてトレードオフの関係にある病原性微生物防除と消毒副生成物の生成などについて、それぞれのリスク評価の方法を調査検討するとともに、合理的な水質基準の策定方法を明らかにする。

## C. 研究結果

### (1) 農薬分科会

「農薬要覧」を用いて調査対象農薬の最近の5年間(平成8年～12年)の全国ならびに調査対象とした12水道事業体が所属する都道府県の農薬出荷量を殺虫剤、殺菌剤、除草剤別に上位からリストアップした。また、農薬検出実態調査は、なるべく農薬の使用時期を考慮して水道水源、水道原水、処理過程、浄水について実施した。

農薬監視のプライオリティーと研究の方向性を決定する際には下記の要因を考慮した。

(1)水道原水、浄水から検出頻度が高い。(2)我が国で使用量、生産量が多い。(3)ADI(1日許容摂取量)が低い。(4)水溶解度が高く、水系への流出係数が大きい(オクタノール・水分配係数(LogKow)が低い)。(5)測定法が確立している。(6)浄水処理効率が低い。

各農薬の検出濃度が基準値あるいは指針値以下でも検出される農薬の種類が多数ある場合は、各農薬のADIに基づき総検出農薬累加寄与率を算出し、その10%を浄水処理の暫定水質管理目標(PWQCL)として提案し、この指標について検討した。

### (2) 重金属分科会

水道用硬質塩化ビニル管の製造過程における有機スズ類の使用状況調査を製造メーカーを中心に聞き取り調査を行った。また、水道水へ溶出する微量の有機スズ類を測定する試験方法を開発した。

水道原水にアンチモンをNF膜による除去についての基礎実験を行うとともに、実用化へ向けたパイロットプラントの設置し基本性能を調べた。

北海道内の水道水源の内地下水について無



機物質についての調査を実施した。また、食品からの重金属類の摂取量調査を行うための試料の前処理方法および分析法を確立した。

### (3) 一般有機物分科会

人に対して健康影響を示さないものの、消費者に不快感を与え、水の価値を低下させ、水に対する信頼を失わせる水道水における異臭味、WHO飲料水ガイドラインの改訂に際してガイドライン値の見直しの対象となっている14化学物質。過マンガン酸カリウム消費量(有機物等)とそれに変わる新たな指標を設定して、文献調査や実態調査等を実施した。

### (4) 消毒副生成物分科会

監視項目の暫定値を超える水道が出ることが懸念されるハロ酢酸について、実態調査と制御方法の提示を行った。このほかに、MXの実態調査にむけて分析法の検討、前駆有機物の前処理性とハロ酢酸生成能の生成特性、ハロ酢酸のリスク管理手法に関する検討、TOXかそれにかかわるハロゲン化有機物指標に関する検討を行った。

### (5) サンプルング方法分科会

水道の水質試験における採水箇所と箇所数並びに採水頻度等の適切な設定方法を検討するための予備的検討として、国内における法規制等の現状と各水道事業体における実態、さらには諸外国における規制等の現状につき調査した。

### (6) 鉛分科会

鉛の水質基準強化のための測定方法の在り方や鉛を利用している水道用資機材からの鉛溶出について、及び鉛などの溶出防止技術について調査検討を行った。

実際に使用されていた鉛製給水管を用いて、給水装置のモデルを作り、滞留水中と流水中における鉛濃度と滞留時間、管口径、管延長、流量との関係や鉛の溶出形態等の調査を行った。水道水からの鉛の摂取形態を検討するため、家庭における水道水の利用形態を、水道事業体の協力を得てアンケート調査した。

### (7) 毒性評価分科会

WHO飲料水ガイドライン改訂で日本が原案作成を行った1,4-dioxane(以下dioxane)、epichlorohydrin(以下ECH)および1,4-hexachloro butadiene(以下HCBd)について、各国からのコメントに対して適切に回

答した。また、近年内分泌かく乱作用の疑いのもたれている化学物質の内、本年度はbisphenol A、di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)およびdinonyl phthalate (DINP)の内分泌系への毒性情報を中心に調査し、まとめると共にDEHPとDINPに関しては現時点での1日耐容摂取量(TDI)の算定を行い、bisphenol Aについては低用量影響に関してのヒトへの健康影響の可能性に関して検討を行った。

### (8) 総合評価分科会

水質基準策定の根拠となるTDIの策定におけるリスクとその評価方法について調査した。また、感染性微生物についてもその基準策定における考え方について検討し考察をおこなった。

## D. 考察

### (1) 農薬分科会

農薬総出荷量は年々減少する傾向にあったが、数種類の農薬で増加する傾向が認められた。また、農薬の検出傾向は水質汚濁性として登録されていても水道では未規制の農薬が多数認められたことから、規制対象の見直しが必要と判断された。また、農薬の検出傾向にはベンタゾンのように全国横断的に検出される農薬もあったが、多くは地域性が優先しており、地域の実情にあった監視体制の整備が必要と考えられた。

農薬監視のプライオリティーリストの上位には水系へ流出し易いと推定される農薬が多数リストアップされた。今後はこれらの農薬を中心に一斉分析法の開発、集水域における動態、浄水処理性などの研究を推進し、農薬監視のプライオリティーリストの更なる充実を図る必要があると考えられた。

事業体によっては集水域の利用状況を反映して多数の農薬が同時に検出されるケースが多いので、各農薬のADIに基づき総検出農薬累加寄与率を算出した結果、農薬使用量の減少傾向と農薬検出時に粉末活性炭注入をするなどの対応策が徹底してきたことを反映して、浄水処理の暫定水質管理目標(PWQCL)を超過した事業体は認められなかった。

### (2) 重金属分科会

水道用硬質塩化ビニル管の製造過程における有機スズ類の使用状況調査を製造メーカーを中心に聞き取り調査を行った。その結果、水道用硬質塩化ビニル管の製造プロセスで安定剤として

有機スズはメチル系、オクチル系、ジアルキル系が 0.3~3%の範囲で使用されていることが明らかとなった。しかしながら、有機スズの種類や配合量は製造メーカーによって異なり、管径や管種によっても異なる可能性が高いことが明らかとなった。このような有機スズの使用状況から、その水道水への影響を明らかにするには溶出試験を行う必要があることが明らかとなった。そこで、水道水へ溶出する微量の有機スズ類を測定する試験方法を開発した。

水道原水にアンチモンをNF膜による除去についての基礎実験を行った。その結果、電解質はその荷電により除去率が異なり、アンチモン及びヒ素の化学形態が除去率に影響を及ぼすことを明らかにした。アンチモン及びヒ素の除去においては環境水が純水にそれらを添加した場合より高い除去率を示した。これは環境水中の共存イオンの効果である。これらの成果をもとに、アンチモンが存在するダム水を処理対象とする実用化へ向けたパイロットプラントの設置し基本性能を調べた。

北海道内の水道水源の内地下水343カ所について無機物質についての調査を実施した。その結果、北海道の地下水は一般的には清浄で、安全で快適な水道水となることが明らかとなったが、農業地帯の地下水では硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の影響を受けている水源が存在すること、温泉の影響を受けている地域ではヒ素等無機物質の影響を受けているところが存在することが明らかとなった。また、食品からの重金属類の摂取量調査を行うための試料の前処理方法としてマイクロウェーブ法が適切であり、重金属類の測定法としてはICP/MSによる一斉分析法が適していることが明らかとなった。

### (3) 一般有機物分科会

水道水の異臭味の発生源は、藻類や放線菌等の生物起因や工場排水、生活排水処理施設、家畜し尿に人為的な汚染に起因するものと、浄水処理中に塩素等と反応して生成、配水管等のライニングからの溶出物質や突発水質汚染事故にともなって水道水源に流入する化学物質等がある。今後、それらについての異臭味の閾値に関する知見やそれらの水道における調査が必要である。

WHOガイドラインの改訂の対象となっている有機化学物質についての、我が国における知見が少ないことが明らかとなり、全国的な実態調査をおこなうべきことが明らかとなった。なお、地下水を水源としている水道では、トリ

クロロエチレン等の揮発性塩素化有機化学物質の影響を依然として受けていることが明らかとなった。

KMnO<sub>4</sub>消費量は有機物の指標として100年を越す歴史を持つ有効な指標で、水質を把握する上で重要な役割を果たしてきた。しかしながら、分析の合理化や精度向上の中で機器に委ねる部分が少ない測定方法であることから、必ずしも今日の水道の技術水準から見て適切でないことから、新たな有機物の指標の確立が必要である。その対象としてTOC、DOC、紫外線吸光度等の他に、総トリハロメタン生成能、TOX生成能等の機器分析項目と資化性有機物質濃度(AOC)について検討が必要であることが明らかとなった。

### (4) 消毒副生成物分科会

ハロ酢酸類の凝集強化、粉末活性炭、中間塩素処理、クロラミン処理、二酸化塩素処理に関する検討を行った。活性炭については、活性炭の孔径の異なる活性炭の分析を行ったところ孔径の大きな活性炭では、分子量の大きい有機物の除去性が高いことがわかった。また、取水の水質の低下に関しては、取水位置の変更、高濁度時の取水停止によるピークカット、浄水処理の高度化などの方策が考えられた。

MXの分析方法に関して、GC/MSとLC/MS/MS法を用いて分析方法に関する比較を行った。前処理における検討では、pHを2以下としPS-2等の固相で濃縮を行う方法が最も回収率が良かった。pHをいずれの条件でも、1ng/l程度の濃度は検出できるが、純水に比べ実試料では標準添加の値が正または負の誤差を与えることがわかった。

ハロ酢酸の分析方法については、イオンペアLC/MS法を用いた分析で $\mu\text{g/l}$ レベルの分析方法を確立した。アイソクラティック分析により短時間でジクロロ酢酸等の分析を行うことができ、実試料の分析と浄水条件の管理に用いている。また、イオンクロマトグラフを用いた分離により、臭素酸、硝酸等のイオンとハロ酢酸を一斉に分析する手法としてIC/MS法も確立し、 $\mu\text{g/l}$ レベルの分析に供することができた。

### (5) サンプルング方法分科会

わが国においては、水道の水質試験における試料の採水頻度が規則によって定められているが、その詳細や採水箇所と箇所数については通達で指針が示されているだけであり、明確に規定されていない。そのため、全国の各水道事業体における試料の採水箇所と箇所数等の

設定はまちまちであり、それぞれ十分に科学的な根拠に基づいて設定されているとは必ずしも言えない状況であった。今後これらのことについて科学的な検討を加えるとともに、その結果によっては現行法規制等の内容を改めることも考慮しなければならないと考えられる。本年度の調査結果を踏まえて、各水質項目ごとの採水箇所と箇所数や採水頻度等の考え方について、諸外国における規制状況等も参考にしながら検討を進める必要がある。

#### (6) 鉛分科会

実際に使用されていた鉛製給水管を用いて給水装置モデルを作り、滞留水中と流水中における鉛濃度の調査を行った。

##### 1) 滞留水中の鉛濃度

管延長が長いほど滞留水中の鉛濃度は高くなる傾向があった。

一方、管延長が同じであれば口径が小さい方が滞留水中の鉛濃度は高くなることが想定される。しかし、口径差が7mmと小さいためか、13mmの鉛濃度と20mmの鉛濃度はほぼ同じであった。

##### 2) 流水中の鉛濃度

流量が20L/min程度までは、流量が多くなると鉛濃度は低くなる傾向を示したが、それ以上の流量では鉛濃度が高くなった。

##### 3) pH調整による鉛溶出低減効果

pH値を上昇させることにより、鉛製給水管からの鉛溶出は、滞留時間によりバラツキが見られたが、管口径が大きくなり、管延長が長くなるほど、低減効果が認められた。

また、水道水の飲用に関するアンケート結果は、[水道水をそのまま飲む]人は55%、[飲む前に流してから取る]人は59%、1日当たりコップに平均3.6杯飲用する結果であった。[水道水を沸かす]人は90%、[沸かすときに事前に流す]人は46%であった。料理等で直接的に口に入るもの(炊事、みそ汁、麺類等の調理)に水道水を使う家庭は90%であった。また、朝の炊事前雑用水(トイレ)に使う人は88%であった。

#### (7) 毒性評価分科会

WHOガイドライン改訂に際して我が国担当することとなっている化学物質についてヘルスクライテリアを作成し、その改訂に際する資料を提供することが出来た。また、内分泌攪乱性を有するとされている化学物質について毒性情報を整理解析し、ガイドライン値を見直すべきかどうかを明らかにし

た。

#### (8) 総合評価分科会

水質基準では健康に関連する項目として化学物質や農薬等が定められている。これらの化学物質等の水道における検出状況は水質基準以下であり、それらの基準値は安全性の情報に基づいて策定されているため、そのような化学物質群による健康影響は生じていないと判断できる。しかし、今後の課題として特に、発ガン性のある化学物質の低用量組み合わせ暴露実験を行ったり、暴露実験結果を精査し、水道水の安全性についての考察が必要であることを明らかにした。また、感染性微生物による水道水のリスク評価と管理のあり方を検討し、食品におけるHACCPの概念を水道システムにも導入すべきであることを明らかにした。これらの結果を基に、今後、化学物質の低用量複合試験やHACCPの試行について具体的な検討を進めるべきであると考えられる。

#### E. 結論

WHO飲料水ガイドラインの改訂及び水道法に定める水質基準の見直しに際して必要な水道における毒性、挙動及び低減化に関する基礎的な知見を得ることが出来た。

しかし、2003年には水道水質基準を大幅に再検討することとなっていることから、今後とも既存の水道水質基準に定められている項目ばかりでなく、新規物質についても調査継続して行うこととしている。

#### F. 研究発表

1) Y. Sato, M. Nagai, T. Kamei and Y. Magara: Rapid and inexpensive indicator for arsenic removal by coagulation, Proceedings Third NSF International Symposium and Technology Expo on Small Drinking Water and Wastewater Systems, pp. 395-399, Washington DC, USA, April 22-25, 2001

2) M. Kang, K. Uchida, M. Kawasaki and Y. Magara: Introduction of nanofiltration technology removal in water treatment, First IWA Asia-Pacific Regional Conference Proceedings I, pp. 197-202, Fukuoka, Japan, September 12-15, 2001

3) Y. Sato, M. Aoki, M. Nagai, K. Ohno, T. Kamei and Y. Magara: Behavior of arsenic in the water system of Sapporo city, Japan, First IWA Asia-Pacific Regional Conference Proceedings I, pp. 211-216, Fukuoka, Japan,

September 12-15, 2001

- 4) 佐藤裕子、眞柄泰基：水循環システムにおけるヒ素汚染とリスク評価－札幌市を例に、資源環境対策、37(14), pp. 1446-1450, 2001
- 5) 姜美娥、大野浩一、亀井翼、眞柄泰基、アニオンカラムを用いた無機アンチモンの分離及び定量に関する研究、第35回日本水環境学会年会講演集、p272、岐阜、2001.3
- 6) Mari Asami, Yasuo Sekiguchi, Yoshinori Inoue, Takako Aizawa Simultaneous Analysis of Oxidation/Disinfection By-product Ions with Ion Chromatograph-Mass Spectrometry. , International Water Association, 3<sup>rd</sup> World Water Congress, Melbourne, Australia, e20880a, 2002
- 7) 浅野雄三、小林健一、浅見真理、伊藤禎彦、相澤貴子：塩素処理、オゾン処理等における副生成物の生成実態及び生成機構と処理技術－ハロ酢酸低減化に関する処理技術－、第53回全国水道研究発表会講演集、2002.5
- 8) 北原陽一、川地利明、伊藤睦雄、服部和夫、鈴木朗、島垣純、相澤貴子、眞柄泰基：ハロ酢酸の生成実態及び処理技術(特)－実態調査－、第53回全国水道研究発表会講演集、2002.5
- 9) 伊藤禎彦、池田大助、仲野敦士：水道水の染色体異常誘発性・形質転換誘発性の塩素処理後の変化過程、第53回全国水道研究発表会講演集、2002.5
- 10) 伊藤禎彦、仲野敦士、荒木俊昭：配水過程における強変異原物質MXの指標性、第53回全国水道研究発表会講演集、2002.5
- 11) Sadahiko Itoh, Daisuke Ikeda, Yuichiro Toba, and Hisashi Sumitomo: Changes of Activity Inducing Chromosomal Aberrations and Transformations of Chlorinated Humic Acid, Water Research, Vol.35, No.11, pp.2621-2628, 2001
- 12) 伊藤禎彦、藪下登史子、仲野敦士、河川水の染色体異常誘発性、形質転換誘発性と塩素処理による変化、環境衛生工学研究、Vol.15, No.3, pp.159-164, 2001.7
- 13) Hisashi SUMITOMO and Sadahiko ITOH: Evaluation and Control of Toxicity in Drinking Water, Proceedings of Water Resources Management Seminar, JSPS-VCC Program on Environmental

Science, Engineering and Ethics, pp.60-68, 8<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> October 2001, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu, Malaysia.

# I. 農薬分科会 報告書

—水道における残留農薬の検出実態と

今後の農薬監視のあり方に関する研究—

## 分担研究報告書

### WHO飲料水水質ガイドライン改訂等に対応する水道における化学物質等に関する研究 — 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  
分担研究者 相澤 貴子 国立公衆衛生院水道工学部  
西村 哲治 国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部  
長谷川隆一 国立医薬品食品衛生研究所毒性部

#### 研究要旨

水道における農薬の規制は、農薬生産量と毒性（ADI 一日許容摂取量）を考慮して基準値等が設定されているが、既存の検出実態調査結果では未規制の農薬が多く検出されており、農薬監視のあり方を新たな視点で見直す必要が顕在化してきた。

本研究では既に規制値が設定されている農薬の他に調査対象の枠を広げ、水質汚濁性農薬、2003年WHO飲料水水質ガイドライン改正でドラフトされた農薬、環境ホルモン戦略計画SPEED'98で内分泌攪乱性が指摘された農薬、2002年に環境省が指定した新規ゴルフ場使用農薬、ならびに農薬取締法の新規登録農薬を対象に、農薬生産量、ADI（1日許容摂取量）、オクタノール・水分配係数(LogKow)の因子をベースに（農薬総生産量/ADI/Kow）を算出し、これに基づき農薬監視のプライオリティリストを作成し、検出実態と合わせて監視すべき農薬を評価した。その結果、リストの上位にあっても規制の無い農薬が多数存在し、その農薬の多くは水溶性が高いために水系に流出し易く、GC/MSなどによる測定が困難で、かつ浄水処理の効率が悪いと推定された。

集水域の利用状況を反映して多数の農薬が同時に検出される事業体も多いことから、各農薬のADIに基づき総検出農薬累加寄与率を算出し、10%をもって浄水処理の暫定水質管理目標(PWQCL)とする新しいリスク評価指標を考えた。この暫定水質管理目標に基づく農薬によるリスクを検討した。

#### A. 研究目的

我が国において農薬は殺虫剤、殺菌剤、除草剤など約500種類、農薬総量として年間約35万トンが出荷・使用されている。現行の水道水質基準等では農薬に対して基準項目4項目、監視項目15項目、ゴルフ

場使用農薬26項目に水質規制値が設定されている。

これまでの水道における農薬の規制は、農薬生産量と毒性（ADI 一日許容摂取量）を考慮して設定されているが、水道水源を対象とした過去の実態調査では、農薬の検

出には地域性が見られるほか、規制値が設定されている農薬の中にもまったく検出しないものや検出率が極めて低いものがある一方、未規制農薬の中にも多数の農薬が低濃度で長期間検出されているなど、他の化学物質には見られない特徴を有することが明らかになっている。また、水溶性の高い農薬ほど浄水処理による除去効率は低く、さらに塩素処理やオゾン処理による易分解性農薬に対しては分解物の毒性や処理性を考慮に入れたリスク評価も必要とされる。

本研究では農薬監視のあり方を新たな視点で見直すことを目的に、既に規制値が設定されている農薬の他に、農薬登録基準で水質汚濁性農薬として指定されている 127 項目、2003 年 WHO 飲料水水質ガイドライン改正に向けてドラフトされた 11 項目、環境省が環境ホルモン戦略計画 SPEED' 98 で内分泌攪乱性を指摘した農薬の中から我が国で使用量が多い 10 項目、2002 年に環境省が新規にゴルフ場使用農薬として指定した 10 項目、さらに農薬取締法に新規に登録された 8 項目を対象に、本年度は以下の内容について研究を実施した。

- 1) 全国各地の水道水源モデル流域における農薬出荷量・散布状況調査と検出実態調査
- 2) 農薬に関する代謝、蓄積性、毒性、物性値等の情報整理とそれを活用した評価・解析
- 3) 監視が必要な農薬プライオリティーリスト作成
- 4) 水道水中の残留農薬に対するリスクの考え方と水質管理目標の提案

## B. 研究方法

農薬使用量調査は統計資料である「農薬

要覧」(日本植物防疫協会編)に記載されている農薬出荷量でほぼ読替えることができる。「農薬要覧」を用いて調査対象農薬の最近の 5 年間(平成 8 年～12 年)の全国ならびに調査対象とした 12 水道事業体が所属する都道府県の農薬出荷量を殺虫剤、殺菌剤、除草剤別に上位からリストアップした。また、農薬検出実態調査は、なるべく農薬の使用時期を考慮して水道水源、水道原水、処理過程、浄水について実施した。

農薬の物性値は、毒性に関しては A D I、水系への流出のし易さや浄水処理の難易度の指標としてオクタノール/水分配係数(LogKow)を情報として用いた。すべての農薬に LogKow 値の情報が示されていないことから、計算ソフトを用いて農薬化学構造から LogKow 値を算出した。

農薬監視のプライオリティーと研究の方向性を決定する際には下記の要因を考慮した。

- (1) 水道原水、浄水から検出頻度が高い。(2) 我が国で使用量、生産量が多い。(3) A D I (1 日許容摂取量)が低い。(4) 水溶解度が高く、水系への流出係数が大きい(オクタノール・水分配係数(LogKow)が低い)。(5) 測定法が確立している。(6) 浄水処理効率が低い。

また、農薬監視のプライオリティーは(農薬総生産量/A D I /K o w)の数値が大きいほどリスクが高く、監視の重要性が高いと判断した。

本研究では各農薬の検出濃度が基準値あるいは指針値以下でも検出される農薬の種類が多数ある場合は、各農薬の A D I に基づき総検出農薬累加寄与率を算出し、その 10%を浄水処理の暫定水質管理目標

(PWQCL)として提案し、調査対象水道事業体の原水、並びに浄水のADIに基づく総検出農薬累加寄与率がどのレベルにあるかを調査した。

### C. 研究結果

平成12年度農薬総生産量は約35万トンで、その内訳は殺虫剤15.6万トン、殺菌剤10.4万トン、除草剤7.5万トンであった。農薬生産量は年々減少傾向にあり、平成8年度比で総生産量20%減、殺虫剤は15.7%減、殺菌剤は21%減、除草剤は26%減であった。

生産量の上位にあった農薬は殺虫剤でアセフェート、ダイアジノン、DDVP、カルタップ、エチルチオメトンであり、除草剤でダイムロン、ベンチオカーブ、メフェナセット、ジクワット、グルホシネート、殺菌剤でマンゼブ、タゾメット、プロベナゾール、シプロベナゾール、マンネブであったが、数年でこの順位は変化した。近年、生産量が減少している中、増加傾向を示したのはマンゼブ、タゾメットなどであった。

12水道事業体の農薬検出実態調査結果を集計した結果、原水では基準項目のベンチオカーブの検出率が最も高く0.20で、最高濃度は1.80 $\mu\text{g}/\text{l}$ であったが、チウラム、1,3-ジクロロプロペンの2農薬については原水、浄水ともに過去5年間不検出であった。

監視項目では、15農薬の内、ダイアジノン、イソプロチオラン、フェノブカルブ(BPMC)、イプロベンホス(IBP)、ベンタゾンの5種が検出率0.25を超過していた。特にベンタゾンは、検出率0.45、最高濃度3.5 $\mu\text{g}/\text{l}$ と高い値を示した。2,4-Dは、検出率は0.08であったが、最高濃度は、

1.20 $\mu\text{g}/\text{l}$ と高い値を示した。有機リン農薬のダイアジノン、フェニトロチオン(MEP)などは、浄水処理過程で酸化反応によりオキソン体に変化するため、MPEオキソン、およびダイアジノンオキソンが浄水から検出された。一方、フェノブカルブ(BPMC)、イプロベンホス(IBP)、ベンタゾンは、塩素処理などでは分解されないため原水と浄水の検出率と最高濃度はほぼ同じであった。ゴルフ場使用農薬は原水から26種中13種が検出され、この内浄水で検出されたのは、フルトラニル、テルブカルブ(MBPMC)の2種のみであった。特にフルトラニルの検出率は0.29と高く、検出濃度も最も高く1.3 $\mu\text{g}/\text{l}$ が検出された。

内分泌攪乱関連農薬ではカルバリル、アラクロール、トリフルアリンの3種類が検出され、特にアラクロールは浄水処理で除去できずに原水、浄水共に同じ検出率、最高濃度であった。

WHO関連農薬ではダイムロンの検出率が最も高く0.20で、検出濃度も最高で0.99 $\mu\text{g}/\text{l}$ が検出された。浄水中からは、ジクロベニル、アトラジンが検出された。

規制値が設定されていない農薬は原水から20種が検出され、検出率が高いものはジウロン(DCMU)の0.6、プロモブチド0.38、メフェナセット0.24、イソプロカルブ0.22、プレチラクロール0.21であった。最高濃度は、メフェナセットの1.80 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、プロシミドン1.66 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、ピロキロン1.10 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、プレチラクロール1.00 $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。浄水からはジウロン、プレチラクロール、エジフェンホス(EDDP)、メフェナセット、プロモブチドなどが検出された。

水道事業体別に農薬検出状況をみると、



3事業体では117農薬のいずれも検出されなかったが、10種類以上の農薬がほぼ同時期に約2ヶ月間に渡って継続的に検出された事業体もあった。特に監視項目のベンタゾン<sup>1</sup>は年間を通じて検出される傾向があり、多くの水道事業体で検出率が高く、2事業体で100%の検出率であった。ジウロン(DCMU)は、1カ所の事業体のみで検出されているが、その検出率は0.6と高率であった。

農薬監視のプライオリティーを農薬総生産量が多く、ADIが低く、LogKowが低いという条件で整理すると、(総生産量/ADI/Kow)の数値が高い農薬ほど上位にランキングすることができる。プライオリティーリストの上位にある農薬は殺虫剤では、カーバムナトリウム塩、アセフェート、カルタップ、モノクロトホス及びDEP、殺菌剤では、ホセチル、マンゼブ、ジネブ、タゾメット及びマンネブ、除草剤では、グルホシネート、ジクワット、パラコート、ナプロアニリド及びグリホサートアンモニウム塩などであった。また、農薬監視のプライオリティーリストの上位にあっても規制の無い農薬が多数存在していることが明らかになった。

各農薬の検出濃度が規制値以下でも検出される農薬の種類が多数ある場合は、各農薬のADIに基づき総検出農薬累加寄与率を算出し、調査対象水道事業体の原水、並びに浄水がどのレベルにあるかを調査した。原水では9.8%が最も高く、事業体では農薬検出時に粉末活性炭注入をするなど、処理の徹底がなされるようになってきていることから浄水ではいずれも2%以下であった。

#### D. 考察

今年度の農薬実態調査で高検出率であっ

たのは、基準項目のチオベンカルブ、監視項目のフェニトロチオン、ダイアジノン以外は水濁性農薬として登録されているものが大方を占めているが、水道としての規制は行われていない。

検出された農薬の検出率と農薬出荷量の関係を見ると、出荷量が多い農薬が高検出率という訳ではなく、ジウロン、ベンタゾン、プロモブチドなど出荷量が比較的低くても検出率が高いものや、逆にプロペナゾール、アセフェート、キャプタン、TPNなどのように出荷量が多いにもかかわらず全く検出されない農薬もあった。

一方、ADIとlogKowの相関性から数値が共に低く、水道にとってリスクが高い農薬グループと判断されたのは、主として有機リン系農薬であった。原水中から有機リン系農薬が検出される場合、浄水では酸化反応により生成したオキソン体が検出されているため、有機リン農薬ではオキソン体を含めた分析法の開発、浄水処理性、リスクに関する総合的な研究・評価を更に推進しなければならない。

農薬監視のプライオリティーリストの上位にある農薬で全国横断的に検出率が高い農薬は今回の調査では認められていない。しかしながら、原水ではWHOドラフト農薬のダイムロンや水濁性農薬ながら水道では規制がされていないピロキロン、メフェナセット、また全く未規制のジウロンなどが地域的に検出率が高い傾向が認められた。また、検出率が0.1以下ではあるが、基準項目のシマジン、監視項目のジクロロボス、ゴルフ場使用農薬のピリダフェンチオン、内分泌攪乱農薬のカルバリル(NAC)、WHOドラフト農薬のジクロベニル、モリネート、

アトラジンなどは比較的多地域で検出される傾向があった。この内、メフェナセット、ピロキロン、アトラジン、ジウロンは浄水中からも検出されており、ピリダフェンチオン、モリネート等は塩素処理で化学形態を変化させるため浄水からは検出されなかった。

農薬監視のプライオリティーリストの上位にある農薬の多くは LogKow 値が低い傾向にある。これらの農薬には GC/MS 一斉分析法が適用できないため、HPLC で測定しているが、微量濃度域で定量性に課題があるため、LC/MS による一斉分析法の開発が必要である。また、これらの農薬の水系への流出、移動などの動態は水と共に比較的速く流動すると考えられるので、地域における農薬散布時期を的確に捉えるなど、調査法の工夫が必要である。また、LogKow 値が低い農薬ほど活性炭吸着による処理効率が悪いと推定される。そのため水道にとってより有効性の高い農薬監視のプライオリティーリストを作成するには処理効率に関する情報と共に、農薬の散布場所、流出性（土壌吸着性）、生分解性などの情報についても更に追加しなければならない。

事業体によっては集水域の利用状況を反映して多数の農薬が同時に検出されるケースが多いので、各農薬のADIに基づき総検出農薬累加寄与率を算出した結果、農薬使用量の減少傾向と農薬検出時に粉末活性炭注入をするなどの対応策が徹底してきたことを反映して、浄水処理の暫定水質管理目標（PWQCL）を超過した事業体は見られなかった。

## E. 結論

農薬総出荷量は年々減少する傾向にあったが、数種類の農薬で増加する傾向が認められた。また、農薬の検出傾向は水質汚濁性として登録されていても水道では未規制の農薬が多数認められたことから、規制対象の見直しが必要と判断された。また、農薬の検出傾向にはベンタゾンのように全国横断的に検出される農薬もあったが、多くは地域性が優先しており、地域の実情にあった監視体制の整備が必要と考えられた。

農薬監視のプライオリティーリストの上位には水系へ流出し易いと推定される農薬が多数リストアップされた。今後はこれらの農薬を中心に一斉分析法の開発、集水域における動態、浄水処理性などの研究を推進し、農薬監視のプライオリティーリストの更なる充実を図る必要があると考えられた。

## F. 研究発表

特になし。

# 水道における残留農薬の検出実態と今後の農薬監視のあり方に関する研究

## 1 はじめに

我が国において農薬は殺虫剤、殺菌剤、除草剤など約500種類、農薬総量として年間約35万トンが出荷・使用されている。農薬使用量は年々減少する傾向にあるが、他の工業用化学物質生産量に比べて決して少なくはない。工業用化学物質の多くは工場など閉鎖系で使用されるため、その回収・除去には排水処理などのシステムが機能するが、農薬の多くは田畑や森林など開放系環境で使用するため環境中で分解する以外、それらを回収・除去できるシステムは備わっていない。

したがって、水田などへ散布された農薬の一部は農業排水などと共に公共用水域に流出するため、水道水源では低濃度レベルではあるが多種類の農薬が検出されるケースも多く、その一部は浄水からも検出されている。

一方、現行の水道水質基準の健康影響項目は、毒性情報や暴露評価から評価値を設定し、評価値の一定レベル以上の値を超えて検出される物質の中から使用量、用途、毒性に関する化学的知見を総合的に判断し、重要とされた物質に対して「基準項目」を適用することになっている。基準項目の対象になっている農薬は、1,3-ジクロロプロペン等4種類であり、基準値が設定されている。

また、健康に関連する項目のうち検出状況から基準値として扱う必要はないが、水道水の安全性を確保する上で今後の動向を把握しておく必要のある物質を「監視項目」とし、農薬ではイソキサチオン等15項目に対して指針値が設定されている。さらに、主としてゴルフ場で使用される農薬に対しては、厚生省から「ゴルフ場使用農薬に係わる水道水の水質目標」としてイソフェンホス等26項目について水質目標値が示されている。

農薬の使用状況は農作物等の生産が地域や季節などによって異なり、それに伴い病害虫の発生状況も異なるなどの理由で、地域や季節で使用する農薬の種類も使用量も大きく変動する。また、限られた農薬を継続的に使用すると病害虫に対する耐性ができて効力が低減するため、数年毎に使用する農薬を代える必要もある。

水道水源監視の立場から見ると、このような農薬の使用形態から農薬検出には地域性が見られるほか、規制値が設定されている農薬の中にもまったく検出しないものや検出率が極めて低いものがある一方、未規制農薬の中にも多数の農薬が低濃度で長期間検出されているなど、他の化学物質には見られない特徴を有することが明らかになってくる。

これらのことは、検出された農薬個々については、基準値や指針値を超過する検出濃度ではなくても、多種類の農薬を水道水から暴露されることへのリスクをどのように考える

か、水源域で多数使用される農薬のすべてを測定対象とすることは不可能なことから、適正な監視を行うにはどのようなモニタリング体制をとればよいか、農薬を浄水処理で制御するための技術の選択など、多くの検討課題があり、「農薬の順位付け」を行った上で対策を実行して行かなければならないことが示唆される。

本研究では農薬使用実態、ならびに水道原水・浄水における残留農薬の検出実態と農薬に関する情報を新たな視点で整理し、今後の農薬監視のあり方について検討を行うこととした。

## 1.1 研究目的

これまで、水道における農薬の規制は、農薬生産量と毒性（ADI：一日許容摂取量）を考慮して設定されている。これまで実施した実態調査では、農薬使用量にトレンドがあり、数年をメドに使用量が推移すること、水道水源を対象とした農薬の検出には地域性が見られ、また未規制農薬が複数、かつ長期間検出されるなど、農薬の規制を実態に合わせて見直すことが求められている。

本研究では基準項目、監視項目、ゴルフ場使用農薬として既に規制値が設定されている農薬の他に枠を広げ、農薬登録基準で水質汚濁性農薬として指定されている 127 項目、2003 年 WHO 飲料水水質ガイドライン改正に向けてドラフトされた 11 項目、環境省が環境ホルモン戦略計画 SPEED' 98 で内分泌攪乱性を指摘した農薬の中から我が国で使用量が多い 10 項目、2002 年に環境省が新規にゴルフ場使用農薬として指定した 10 項目、さらに農薬取締法に新規に登録された 8 項目を対象に農薬の特徴付けと実態調査結果に基づく検討を行い、新たな農薬監視のあり方を検討した。

## 1.2 研究方法

本年度の研究は下記の項目を重点的に実施した。

- 1) 全国各地の水道水源モデル流域における農薬出荷量・散布状況調査と検出実態調査
- 2) 農薬に関する代謝、蓄積性、毒性、物性値等の情報整理とそれを活用した評価・解析
- 3) 監視が必要な農薬プライオリティリスト作成
- 4) 水道水中の残留農薬に対するリスクの考え方と水質管理目標の提案

農薬使用量調査は統計資料である「農薬要覧」（日本植物防疫協会編）に記載されている農薬出荷量で読替えた。「農薬要覧」を用いて調査対象農薬の最近の 5 年間（平成 8 年～12 年）の全国ならびに調査対象とした 12 水道事業者が所属する都道府県の農薬出荷量を殺虫剤、殺菌剤、除草剤別に上位からリストアップした。また、農薬検出実態調査は、なるべく農薬の使用時期を考慮して水道水源、水道原水、処理過程、浄水について実施し