

# 川崎市内地下水及び公共用水域における エピクロロヒドリン、塩化ビニルモノマー及び *p*-ジクロロベンゼンの実態調査

Investigation of Epichlorohydrin, Vinylchloride monomer and *p*-Dichlorobenzene  
in Environmental in Kawasaki City

千田 千代子 Chiyoko CHIDA  
西村 和彦 Kazuhiko NISHIMURA

## 要 旨

水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等において、2004年3月に要監視項目として新たに追加されたエピクロロヒドリン及び塩化ビニルモノマー並びに既定要監視項目で指針値が改められた *p*-ジクロロベンゼンの3項目について、市域の地下水及び公共用水域における汚染状況を把握するため実態調査を行った。その結果、地下水については、エピクロロヒドリン及び *p*-ジクロロベンゼンはすべて不検出であった。また、塩化ビニルモノマーは8地点で検出され、そのうち要監視項目の指針値を超えた地点が2地点あった。これらの検出された地点では、*cis*-1,2-ジクロロエチレン等の揮発性有機化合物が同時に検出されており、塩化ビニルモノマーはこれらの分解生成物と考えられた。公共用水域については、エピクロロヒドリンはすべての地点で不検出、塩化ビニルモノマーは海域で2地点、*p*-ジクロロベンゼンは河川で1地点検出されたがいずれも低濃度であった。

キーワード：エピクロロヒドリン、塩化ビニルモノマー、*p*-ジクロロベンゼン、揮発性有機化合物、P・T-GC/MS 分析、地下水、公共用水域

key words: epichlorohydrin, vinylchloride monomer, *p*-dichlorobenzene, volatile organic compounds, P・T-GC/MS analysis, groundwater, publicwater area

## 1 はじめに

近年、水を取り巻く環境は大きく変わり、新たな化学物質等による水環境問題が提起されている。このような状況を踏まえて、世界保健機関(WHO)は飲料水水質ガイドラインの改定を行っており、また、厚生労働省においても2003年5月に水道法に基づく水質基準等が大幅に改正された。

さらに、環境省は、環境基本法に基づく水質汚濁に係る環境基準のうち「公共用水域の水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準及び地下水の水質汚濁に係る環境基準」等について、新たな科学的知見に基づき検討した。その結果、毒性情報や水環境中での検出状況等から、直ちに環境基準とはせずに引き続き知見の収集に努めるべき物質として、2004年3月に要監視項目として新たに5物質が追加され、また、既存の要監視項目2物質について指針値が改正された<sup>1)</sup>。このことから、川崎市においても、これらの物質について水環境中の汚染状況を早急に把握する必要がある。

本調査は、新たに要監視項目として追加されたエピクロロヒドリン及び塩化ビニルモノマー、また、既定要監視項目で指針値が改められた *p*-ジクロロベンゼンの3物質について、その分析手法を検討するとともに川崎市内の地下水及び公共用水域における実態調査を実施したので報告する。

## 2 調査方法

### 2.1 調査対象物質

新たに追加された要監視項目5物質と指針値が改正された2物質について表1に示す。また、調査対象としたエピクロロヒドリン、塩化ビニルモノマー及び *p*-ジクロロベンゼンの物理化学的性状及び用途等について表2に示す。

表1 新たな要監視項目及び指針値

新たに追加された要監視項目	指針値
塩化ビニルモノマー *	0.002 mg/L以下
エピクロロヒドリン *	0.0004 mg/L以下
1,4-ジオキサン	0.05 mg/L以下
全マンガン	0.2 mg/L以下
ウラン	0.002 mg/L以下
指針値が改正された要監視項目	指針値
<i>p</i> -ジクロロベンゼン *	0.2 mg/L以下
アンチモン	0.02 mg/L以下

備考：指針値は年間平均値とする。

\*：本調査における対象項目



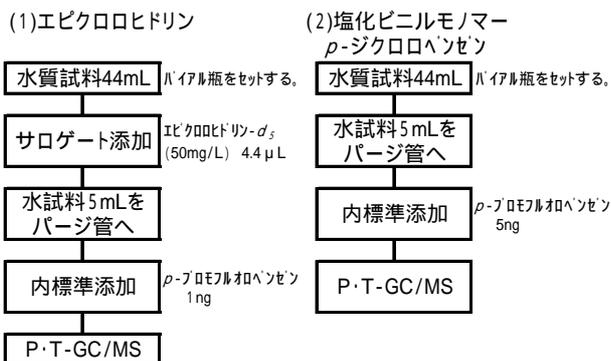


図2 分析フローチャート

### 3 結果

#### 3.1 検量線

エピクロロヒドリンの個別分析において、適宜希釈したエピクロロヒドリン標準液とサロゲート物質エピクロロヒドリン-*d*<sub>5</sub>の面積比から検量線を作成したところ、0.00002~0.001mg/Lで良好な直線性を示した。図3に検量線を示す。

また、塩化ビニルモノマー及び*p*-ジクロロベンゼンは内標準液の*p*-ブロモフルオロベンゼンとの面積比から検量線を作成し、0.0002~0.02mg/Lで有効な検量線が得られた。このとき、トリクロロエチレン等の揮発性有機化合物についても同様に測定した。

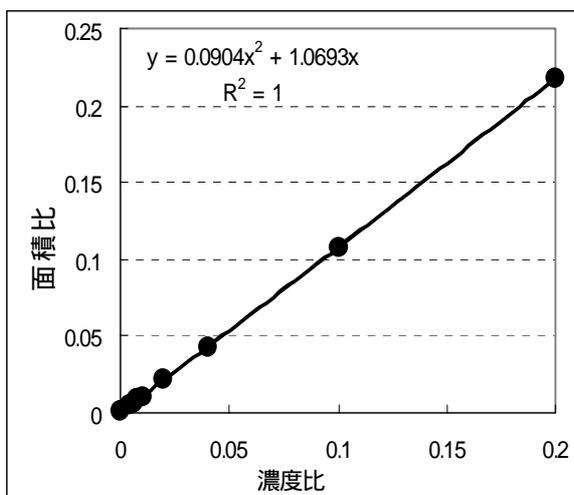


図3 エピクロロヒドリン検量線

#### 3.2 地下水及び公共用水域における調査結果

地下水及び公共用水域におけるエピクロロヒドリン、塩化ビニルモノマー及び*p*-ジクロロベンゼンの調査結果を表4に示す。また、環境省が過去に実施した全国調査の検出状況を表5に示す。

##### 3.2.1 エピクロロヒドリンの調査結果

地下水において、エピクロロヒドリンは目標とした定量下限値0.00002mg/Lを下回り不検出であった。また、海域においても定量下限値0.00004mg/Lを、河川においても定量下限値0.00002mg/Lを下回り不検出であった。

表3 P・T-GC/MS分析条件

使用機器	
パージ・トラップ装置: Tekmar社 AQUA PT 5000J	
ガスクロマトグラフ質量分析計: Agilent 6890N / JEOL JMS-K9	
パージ・トラップ分析条件	
トラップ管	Tekmar PurgeTrap k (VOCARB3000)
試料量	5 mL
パージ時間	8 min
ドライパージ時間	3 min
デソープ時間	6 min
デソープ温度	220
バイク時間	25 min
バイク温度	200
クライオ温度	-150
パージ流量	40 mL/min
ドライパージ流量	2 min
脱着時間	4 min
脱着温度	220
ガスクロマトグラフ質量分析条件	
使用カラム	Aquatic-2 (60m X 0.25mm i.d. X 1.4 μm)
カラム温度	40 (3 min) - 4 /min - 200 (1 min)
インターフェイス温度	220
イオン源温度	210
イオン化電圧	70 (eV)
イオン電流	200 μA
イオン化法	EI
検出モード	SIM, SCAN
選択イオン	
エピクロロヒドリン	57, 49
エピクロロヒドリン- <i>d</i> <sub>5</sub>	62, 65
塩化ビニルモノマー	62, 64
<i>p</i> -ジクロロベンゼン	146, 148
<i>p</i> -ブロモフルオロベンゼン (IS)	95, 75

川崎市において、水環境中での汚染は確認されなかった。

さらに、エピクロロヒドリンは、表5に示したように環境省が行った全国調査においても地下水から検出されなかったが、公共用水域では指針値を超過して検出された地点がみられた。このことから、公共用水域における調査は引き続き継続し、データの集積を行う必要があると考えられた。

##### 3.2.2 塩化ビニルモノマーの調査結果

地下水において、塩化ビニルモノマーは99地点中8地点で検出され、検出率は8.1%であった。また、検出された地点の濃度範囲は0.0002~0.079mg/Lであった。このうち要監視項目の指針値である0.002mg/Lを超過した地点が2地点あり、検出率は2.0%となり、それぞれの濃度は0.023mg/L、0.079mg/Lであった。これらの検出された地点では、同時に測定した*cis*-1,2-ジクロロエチレンが環境基準値0.04mg/Lを超過して高濃度で検出された。この地点の揮発性有機化合物の濃度分布を図4に示す。このA点では、塩化ビニルモノマー0.023mg/L、

表4 エピクロロヒドリン、塩化ビニルモノマー及び*p*-ジクロロベンゼンの調査結果

項目名	指針値 (mg/L)	定量下限値 (mg/L)	水域	検出濃度範囲 (mg/L)	検出検体数/検体数 (検出率%)	指針値超過地点数 /検体数(検出率%)
エピクロロヒドリン		<0.00002	地下水	N.D.	0/99	0/99
	<0.0004	<0.00004	海 域	N.D.	0/14	0/14
		<0.00002	河 川	N.D.	0/9	0/9
塩化ビニルモノマー	<0.002	<0.0002	地下水	N.D. ~ 0.079	8/99 (8.1)	2/99 (2.0)
			海 域	N.D. ~ 0.0002	2/14 (14)	0/14
			河 川	N.D.	0/9	0/9
<i>p</i> -ジクロロベンゼン	<0.2	<0.0002	地下水	N.D.	0/99	0/99
			海 域	N.D.	0/14	0/14
			河 川	N.D. ~ 0.0003	1/9 (11)	0/9

表5 エピクロロヒドリン、塩化ビニルモノマー及び*p*-ジクロロベンゼンの全国調査検出状況

項目名	指針値 (mg/L)	水域	検出範囲 (mg/L)	検出検体数 /検体数 (検出率%)	指針値超過地 点数/検体数 (検出率%)	実施年度	データソース
エピクロロヒドリン	<0.0004	地下水	N.D.	0/20	0/20	1995	地下水実態調査
		公共用水域	0.00007 ~ 0.00046	5/76 (6.6)	2/76 (2.6)	2000	要調査項目
塩化ビニルモノマー	<0.002	地下水	0.00002 ~ 0.018	16/272 (5.9)	3/272 (1.1)	1993・1996	地下水実態調査
		地下水	0.00001 ~ 0.0005	3/23 (13)	0/23	1999	要調査項目
		公共用水域	0.00001 ~ 0.00021	16/147 (11)	0/147	1997	化学物質と環境
		公共用水域	0.000014 ~ 0.00025	3/43 (7.0)	0/43	1999	要調査項目
<i>p</i> -ジクロロベンゼン	<0.2	地下水	N.D.	0/2,295	0/2,295	1994 ~ 2002	要監視項目
		公共用水域	0.0001 ~ 0.001	26/6,917 (0.4)	0/6,917	1994 ~ 2002	要監視項目

*cis*-1,2-ジクロロエチレン 0.048mg/L、1,1-ジクロロエタン 0.0012mg/L が検出されており、テトラクロロエチレンやトリクロロエチレンは検出されなかった。このA地点は、過去のデータや土地利用等の履歴から、過去に有機塩素系溶剤による地下水汚染が明らかになっている。また、B地点では、塩化ビニルモノマー0.079mg/L、*cis*-1,2-ジクロロエチレン 0.55mg/L となり基準値を超えて高濃度で検出されており、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、*trans*-1,2-ジクロロエチレン、1,1-ジクロロエチレンが 0.0027mg/L ~ 0.0074mg/L の濃度範囲で検出された。このB地点も、過去のデータや土地利用等の履歴から、過去に有機塩素系溶剤による地下水汚染が明らかになっている。

一般に、有機塩素系溶剤は還元状態の地下水中で生物的作用あるいは非生物的作用を受けて、より塩素数の少ない化合物に分解することが明らかになっている。つまり、有機塩素化合物の多くは難分解性であるが、テトラクロロエチレンやトリクロロエチレンは、嫌気的条件下の地下水中で比較的穏やかに微生物によって分解され、1,1,1-トリクロロエタンを経て*cis*-1,2-ジクロロエチレンや 1,1-ジクロロエチレンになり、一部塩化ビニルモノマーに変化するという報告がある<sup>3)4)</sup>。

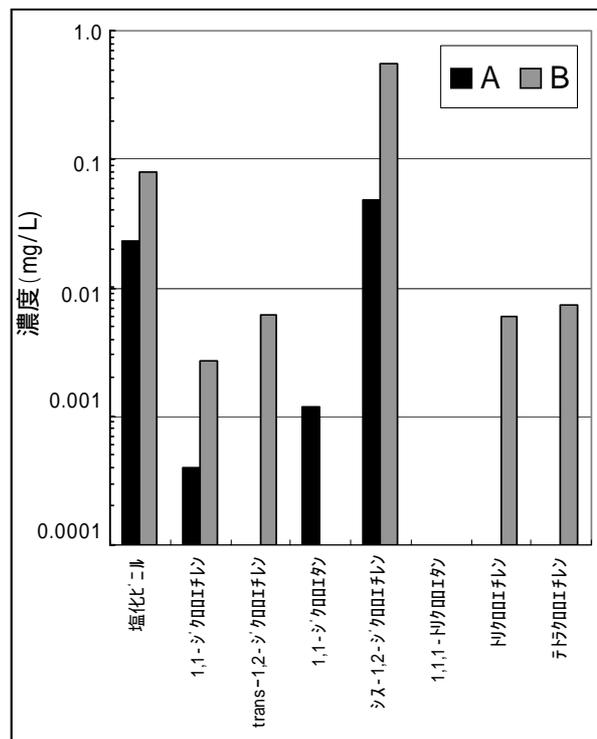


図4 塩化ビニルモノマー指針値超過地点の濃度分布

今回の調査で、塩化ビニルモノマーが指針値を超過して検出された地下水において、*cis*-1,2-ジクロロエチレンも基準値を超えて高濃度で検出されたことや過去のデータ及び土地利用状況から、検出された塩化ビニルモノマーは、トリクロロエチレンやテトラクロロエチレンの分解生成物と考えられた。

また、河川においてすべて不検出、海域において2地点で検出されたが、いずれも目標とした定量下限値に近い低濃度であった。

さらに、表6に示した全国調査の結果では、地下水及び公共用水域における検出率は6～13%となり、本調査と同様な傾向が見られた。

### 3.2.3 *p*-ジクロロベンゼンの調査結果

地下水において *p*-ジクロロベンゼンはすべて定量下限値0.0002mg/Lを下回り不検出であった。また、海域ではすべて不検出、河川では1地点検出されたが、指針値よりも低く、定量下限値に近い低濃度であった。つまり、川崎市内の地下水及び公共用水域において問題となる汚染は確認されなかった。また、1994～2002年まで9年間の全国調査の結果においても、検出率0.3%と低く、指針値を超過する地点はみられなかった。*p*-ジクロロベンゼンは比較的揮発しやすく、環境中ではほとんどが大気に放出され、分解されるといわれている。本調査からも、地下水及び公共用水域に移行することは少ないと考えられた。

## 4 まとめ

「公共用水域の水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準及び地下水の水質に係る環境基準」等において、新たに要監視項目として追加されたエピクロロヒドリン及び塩化ビニルモノマー、また、既定要監視項目で指針値が改められた *p*-ジクロロベンゼンの3項目について、川崎市内の地下水及び公共用水域の実態調査を行ったところ、エピクロロヒドリン及び *p*-ジクロロベンゼンについては、大きな問題となる汚染は確認されなかった。また、塩化ビニルモノマーは指針値を超過して検出された地点があり、周辺地域の状況を考慮すると揮発性有機化合物の分解生成物であると推測された。今後、汚染の動向を把握していくため揮発性有機化合物とともに引き続き継続調査を行う必要がある。

## 文献

- 1) 環境省:2004年3月31日付け環水企発第040331003号、環水土発第040331005号環境省環境管理局水環境部長通知
- 2) 日本工業標準調査会 審議:用水・排水中の揮発性有機化合物試験方法、日本規格協会
- 3) 工業技術会編:地下水汚染・土壌汚染の現状と浄化対策、研修社・工業技術会、264～288(1993)
- 4) 横浜市環境科学研究所編:地下水に関する調査研究