〈調査報告〉

川崎市における地下水中の低沸点有機塩素化合物の調査結果

吉 川 サナエ* 山 本 順 昭*
 櫻 木 進* 横 田 覚**

Survey of Organic Chlorinated Compounds of Ground Waters in Kawasaki City

Sanae YOSHIKAWA*, Nobuaki YAMAMOTO*,
 Susumu SAKURAGI* and Satoru YOKOTA**

* Kawasaki Municipal Research Institute for Environmental Protection, 20-2, Tajima, Kawasakiku, Kawasaki 210 Japan

** Environmental Protection Bureau Pollution Control Division, Water Pollution Division, Miyamoto 1, Kawasaki-ku, Kawasaki 210 Japan

Abstract

We conducted an investigation into the levels of organic chlorinated compounds such as Trichloroethylene (TCE) in 36 underground water wells in Kawasaki city.

A high level of TCE was detected sides of Tama river. Also, 1,1,1-Trichloroethane (MC) was detected in the Suge area. From the investigation, it was found that the concentration of MC was related to the ground water level. Therefore, we suspect that polluted matter has been buried the ground.

Key words: organic chlorinated compounds, wells

1. はじめに

トリクロロエチレン, テトラクロロエチレン等低沸点有機塩素化合物による地下水汚染が全国的規模で広がっている。川崎市においては, 昭和58年からこれらの物質による汚染実態調査を行っている。今回, 平成元年5月と11月の2回にわたり市内の地下水調査を行ったので報告する。さらに川崎市北部の菅(すげ)地区における1,1,1-トリクロロエタンによる地下水汚染原因究明調査経過についても報告する。

2. 実 態 調 査

2.1 調査方法

採水地点: Fig. 1 に示す36井(川崎区4井, 幸区5井, 中原区5井, 高津区7井, 宮前区2井, 多摩区9井,

麻生区4井)

測定項目: トリクロロエチレン(TCE), テトラクロロエチレン(PCE), 1,1,1-トリクロロエタン(MC), 四塩化炭素

測定方法: JIS K 0125 溶媒抽出-ガスクロマトグラフ法

2.2 調査地点概況

川崎市は北西から南東へ延長33Kmにわたる細長い地形である。西には標高30~110mの多摩丘陵と, 東は多摩川によって形成された沖積低地から成っている。多摩川の低地は扇状地平野, 自然堤防帯平野, 三角州平野の3つに区分される。地質系統は, 大別すると第3紀と第4紀である。丘陵を構成する地層は海成層である第3紀鮮新世の上総層群で, 多摩川低地を構成する地層は第4紀世洪積世・沖積世の堆積物である。多

* 川崎市公害研究所 〒210 川崎市川崎区田島町20-2

** 川崎市環境保全局公害部水質課 〒210 川崎市川崎区宮本町1

Fig. 1 Sampling Sites of Undergroundwater in Kawasaki City

摩川右岸の沖積層は砂れき主体で分布し、その層厚は20m前後で自由地下水を含む帯水層である。上流域の沖積層の地下水は循環性が高く、水質、水量ともに市内では最も良好な帯水層となっている。

2.3 調査結果

2.3.1 月別 TCE, PCE, MC の平均値、濃度範囲、検出率

36井中の月別 TCE, PCE, MC の平均値、濃度範囲、検出率を Table 1 に示す。これより濃度を平均値と比較すると5月、11月とも TCE>PCE>MC の順であった。また、各物質とも5月が11月より濃度が高かった。検出率は5月は TCE>MC>PCE の順で、11月は TCE>PCE>MC の順であった。四塩化炭素はどの地点からも検出されなかった。

2.3.2 地区別 TCE 濃度

11月における地区別 TCE 濃度を Fig. 2-A に示す。これより TCE の検出率は、高津区、多摩区が高く、高濃度で検出されたのは幸区の No. 6 地点と高津区の No. 15, 16, 17 地点であった。No. 6 地点の経年変化を Fig. 3 に示す。これより昭和58年に $330\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ と最高値を示し、その後減少傾向にあるが平成元年も $96\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ で基準を超えていた。No. 15, 16, 17 の3地点は近接しており付近一帯は、金属製品製造業の事業所が多数立地している。この地点の経年変化を Fig. 4 に示す。これより No. 16 は昭和58年に最高値を示し、その値は

Table 1 Range of concentration and detected percentage of organic chlorinated compounds in undergroundwater

Items	n	Mean ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	Max ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	Min ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	Detected percentage (%)
TCE					
May	36	12	98	ND	42(15/36)
November	36	11	96	ND	42(15/36)
PCE					
May	36	2.6	44	ND	31(11/36)
November	36	1.8	20	ND	25(9/36)
MC					
May	36	2.5	29	ND	33(12/36)
November	36	1.0	15	ND	22(8/36)

ND : None Detected

TCE $2\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, PCE $0.5\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, MC $0.5\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$

l^{-1} で基準を超えていた。No. 15, 16, 17 の3地点は近接しており付近一帯は、金属製品製造業の事業所が多数立地している。この地点の経年変化を Fig. 4 に示す。これより No. 16 は昭和58年に最高値を示し、その値は

310 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ であった。その後減少傾向にあるが平成元年も80 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ で基準を超えていた。これら2地域について現在詳細調査を実施中である。

また、Fig. 3 と Fig. 4 のパターンは非常に似通っている。この地域は13Km 程離れており共通しているものは多摩川である。そこで多摩川の灌養について検討するためモル百分率による放射線状グラフを作成した。No. 6地点、No. 16地点とNo. 6地点付近の多摩川の水についてNa, K, Ca, Mg, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻を測定しパターンを比較した。その結果をFig. 5 に示す。これよりNo. 6地点、No. 16地点は似たパターンであったが多摩川はClの割合の大きい異なったパターンを示し水脈が違うという事がわかった。

Fig. 3 Yerrly trend of pollution of TCE at No. 6

2.3.3 地区別 PCE 濃度

11月における地区別 PCE 濃度を Fig. 2-B に示す。これらより PCE の検出率は、多摩区が高く、高濃度に検出された No. 28地点では昭和59年に250 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 、昭和62年に320 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ と高濃度を示し、その後は減少しているが平成元年も44 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ で基準を超えていた。この原因としてNo. 28に隣接するクリーニング店でPCEを含む活性炭処理後のドライクリーニング排水の地下浸透が考えられた。このクリーニング店は昭和63年にMCに変更している。

2.3.4 地区別 MC 濃度

11月における地区別 MC 濃度を Fig. 2-C に示す。これより検出率は、高津区、多摩区が高いことがわかる。

Fig. 4 Yerrly trend of pollution of TCE at No. 15, 16 and 17

Fig. 5 Radical graph by molar percentage at No. 6, 16 and Tama river

2.3.5 各物質間の相関関係

各物質間の関連性を検討するため5月、11月の地下水計72検体について相関分析を行った。その結果、1%有意水準で有意性が認められたものはTCEとMCで使用形態、挙動等が推測された。散布図をFig. 6に示す。

3. 多摩区菅地区におけるMCによる地下水汚染源究明調査

3.1 調査地点概況

調査地点をFig. 7に示す。菅地区の地質は沖積層で、この地域で取水している地下水は不圧地下水（自由地下水）である。地下水の主な流れは北西から南東への流れである。

3.2 調査経過

平成元年8月29日：Fig. 7に示す工業用水道水源のさく井No. 1地点においてMC濃度 $350\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ を検出した。

9月8日：汚染井戸周辺地区の工場・事業場におけるMCの使用状況調査を行った。

9月29日：菅地区一帯の地下水調査およびMC取り扱い工場の土壌調査を行った。

3.3 調査結果

3.3.1 汚染濃度と地下水位

No. 1地点とその下流のある同じ工業用水道水源の

さく井No. 2, No. 3地点の昭和63年1月～平成2年5月までのMC濃度の経月変化をFig. 8に、No. 1地点の地下水位の経月変化をFig. 9に示す。Fig. 8よりNo. 1地点は昭和63年、平成元年とも5月に上昇を始め、ピークは9月頃であった。その後減少し、平成2年5月には、 $14\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ で上昇傾向は見られない。No. 2, No. 3ともNo. 1と同じような傾向を示し、No. 1, No. 2, No. 3の順に濃度は低くなっている。Fig. 9より、地下水位は夏期に上昇し、濃度との関係を χ^2 検定法で検討したところ5%有意水準で有意性が認めら

Fig. 6 Relationship between TCE and MC

Fig. 7 Sampling sites at Suge area

Fig. 8 Monthly trend of pollution of MC in wells at No. 1, 2 and 3

Fig. 9 Monthly trend of underground water levels at No. 1

れ、汚染濃度と地下水位の間に関係がある事がわかった。

3.3.2 菅地区一帯の地下水調査結果

菅地区一帯の地下水調査を行った結果、Fig. 7 に示す No. 4, 5, 6 の 3 井が $93 \sim 470 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ で高濃度であった。これら 3 井について継続調査を行った。その結果を Fig. 10 に示す。これより平成元年には 3 井とも減少傾向を示し、とくに、No. 6 は No. 1 と同じ濃度パターンを示していた。また、No. 4, 5, 6 の 3 井について一般水質項目を測定し 2.3.2 同様モル百分率による放射線状グラフを作成した。その結果を Fig. 11 に示す。これより、この 3 井は同じ水脈である事が推測された。

Fig. 10 Monthly trend of pollution of MC in wells at No. 4, 5 and 6

Fig. 11 Radical graph by molar percentage at No. 4, 5 and 6

3.3.3 MC 取り扱い工場の土壌調査結果

汚染井戸周辺地区の工場・事業場29社における MC の使用状況調査を行った。その結果、工場 No. 1, 2, 3, 4 の 4 社において MC を使用していることがわかった。使用目的は 4 社とも脱脂洗浄で排出先は排気ダクトから大気、自然蒸発であった。これら工場の土壌調査を行った。表層土、地下30cm～地下1 m までの土壌を採取しヘキサンによるすりつぶし抽出²⁾を行い測定した。その結果を **Table 2** に示す。これより、いずれの工場も地下1 m の土壌から MC は検出されなかった。

Table 2 Concentration of MC in soil of factories

Factory No.	$(\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1})$			
	1	2	3	4
Surface	ND	190	56	ND
-30cm	-	-	12	-
-50cm	-	ND	ND	-
-100cm	-	ND	-	-

ND: None Detected, MC $4\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

3.3.4 考 案

以上の調査の結果、MC による菅地区の地下水汚染は No. 1, No. 6 付近に高濃度汚染源があり北西から南

東へ向かう地下水の流れにより汚染が移動、拡散したものと考えられる。また、汚染濃度と地下水位に相關が認められたことから当該地域に汚染物質が埋設していることが推測された。1 回の工場の土壌調査結果からは汚染物質の継続的地下浸透があるかないかはわからないため今後、さらにボーリングバーなどをを用い検討する予定である。

4. ま と め

川崎市内の地下水中の低沸点有機塩素化合物による汚染実態調査を行った。その結果、TCE が濃度、検出率とも高いことがわかった。また、各物質とも検出率は北部の高津区、多摩区の高津川沿いが高い傾向にあった。

MC による菅地区の地下水汚染源究明調査の結果、汚染物質の埋設が考えられたが、確定には至っていない。

(原稿受付 1990年10月15日)

(原稿受理 1991年 8 月 8 日)

引 用 文 献

- 1) 平成元年度地下水水質調査報告書, 平成 2 年 3 月, 川崎市。
- 2) 吉川サナエ, 山田健二郎, 永田正信(1987)ヘキサン抽出ーガスクロマトグラフ法による土壌, 底質中の低沸点有機塩素化合物の分析法の検討, 水質汚濁研究, 10, 196-200.

論文要旨

二相式嫌気性メンブレンリアクターにおけるメタン生成細菌の活性について

油科 嘉則* 長谷川 潤*

* 千代田化工建設株式会社環境技術開発センター

〈水質汚濁研究 Vol. 14 No. 12 (1991) pp.859～866〉

大豆タンパク加工排水を処理するパイロットスケールの固定床型酸発酵槽およびメタン発酵槽の間に分離膜を設置した二相式嫌気性リアクターの各槽の担体に付着しているメタン生成細菌の活性を調査した。6種類の基質を使用したバイアルテストによりメタン生成比活性を求めた結果、SS閉鎖系となる分離膜+酸発酵槽と膜透過水を受容するメタン発酵槽の担体付着細菌について次のことがわかった。酸発酵槽の細菌は、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸よりもエタノール基質に対して高い比活性を示した。メタン発酵槽の細菌は、文献のUASBグラニュールのバイアルテスト結果と比較して、同等かそれ以上の比活性を示した。本実験より、酸発酵槽からのメタン生成はタンパク質、アミノ酸、エタノール分解経路が大きく寄与していること、メタン発酵槽のメタン生成細菌は有機酸培養のUASBグラニュールと類似した共生関係を有する細菌群であることが考察された。

干潟底泥における脱窒量の測定法の比較

伊藤 和男* 土山 秀樹* 山守 英朋* 浦野 久美子**

* 名古屋市公害研究所 ** 玉野総合コンサルタント

〈水質汚濁研究 Vol. 14 No. 12 (1991) pp.867～875〉

アセチレン阻害法による底泥の脱窒活性の測定について、以下の3種の方法の比較検討を行った。

(I)スラリー状の泥をBODふらんびんで培養生成した N_2O 生成量、(II)末攪乱の柱状コア試料をガラスカラムにつめ生成する N_2O 量、(III)野外においてガラス円筒で捕集された N_2O 量、これら3種の測定値は、(I):61～62、(II):33～39、(III):47～56 $mgN_2 \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ であった。スラリー状の泥の培養びん法による測定値は、末攪乱試料の測定値の約2倍であった。

名古屋港河口域の柱状コア試料による N_2O 生成量の垂直分布を、BODふらんびん培養法で測定した。

川崎市における地下水中の低沸点有機塩素化合物の調査結果

吉川 サナエ* 山本 順昭* 櫻木 進* 横田 寛**

* 川崎市公害研究所 ** 川崎市環境保全局公害部水質課

〈水質汚濁研究 Vol. 14 No. 12 (1991) pp.876～882〉

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン等の低沸点有機塩素化合物による川崎市内の地下水汚染の現況

を平成元年の5月と11月に調査した。調査対象井戸は36井である。その結果、検出率は、トリクロロエチレン42%、テトラクロロエチレン25~31%、1,1,1-トリクロロエタン22~33%で、四塩化炭素はどの井戸からも検出されなかった。水道水の暫定水質基準を超えたものは、トリクロロエチレン4地点、テトラクロロエチレン2地点であった。

また、菅地区における1,1,1-トリクロロエタンの汚染源追跡調査の結果、汚染物質の検出が地下水位に関係していることから汚染物質の埋設が考えられたが確定には至っていない。

活性汚泥を用いる迅速 BOD の測定法

宮脇 美由貴* 古川 正道* 鎌田 栄二郎*

* 名古屋工業技術試験所

〈水質汚濁研究 Vol.14 No.12 (1991) pp.883~887〉

DO (溶存酸素) で飽和した活性汚泥懸濁液の液面が外気と接触した状態で、ばっ気することなく懸濁液中の DO 濃度の減少を連続的に計測した場合、DO 濃度は直線的に減少する。検水 (基質または有機汚濁物を含む) を添加すると急激に減少した後、安定し再び直線的な減少勾配を示す。DO 濃度の減少勾配が検水添加前と同じになった時点で成立する平行線の間の DO 濃度の差が添加した基質濃度に比例することから、簡易、迅速に BOD (迅速 BOD) を求める方法である。検水採取量は100ml/ までとする。本法の測定時間は約10分である。本法では、活性汚泥濃度は MLSS として3,000~5,000mg・l⁻¹の範囲で、検水の迅速 BOD 測定に影響を与えない。