

## 排水中のトリクロロエチレン等の特性に関する研究

山口 明男 増田 武司 野尻 喜好 鈴木 征

### 要 旨

工場、事業場排水中のトリクロロエチレン等（1, 1, 1-トリクロロエタン・トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン）の処理及び低減に役立てるため、これら物質の静置、流動及び曝気状況における水中での挙動に関する研究を行った。

その結果、トリクロロエチレン等は極めて大気中に揮散しやすく、排水路を流下したり、一般的な排水処理工程を経ることにより、排水中の濃度は非常に低下するという結論が得られた。

### 1 はじめに

水中の微量物質の分析技術が進歩するのに伴い、有機塩素化合物の測定が、アメリカにおいて1970年代の半ば頃からは行われるようになってきた<sup>1)</sup>。

水道水中のトリハロメタン等を分析したところ、いくつもの水道水中から、同時にトリハロメタン以外の高濃度の有機塩素化合物が検出された。

この原因は、水道水源として利用した地下水の汚染に由来することがわかり、大きな社会問題となった<sup>2)</sup>。

また、アメリカのシリコンバレーにおける地下水汚染は、日本のマスコミでも取り上げられ有名である。

国内でも依然から、トリクロロエチレン等による地下水汚染はあったと思われるが、環境問題としては、1980年代に入ってから大きく取上げられるようになってきた。

昭和57年に環境庁が全国で井戸水中の有機塩素化合物等の調査を実施したところ、各地の井戸水がトリクロロエチレン等により汚染されていることが判明<sup>3)</sup>し、これら化学物質による地下水汚染が環境問題として一般的に認識されるようになった。

この地下水汚染に対応して、厚生省は昭和59年2月水道水の暫定的な水質基準を、1, 1, 1-トリクロロエタン・トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンについて、それぞれ0.3mg/l、0.03mg/l、0.01mg/lと定めた<sup>4)</sup>。

また、環境庁は昭和59年8月、トリクロロエチレン等の排出に係る暫定指導指針を定め、されら物質につ

いて、地下浸透の防止及び公共用水域への排出抑制に関する管理目標を定めた<sup>5)</sup>。

一方、都道府県においてもトリクロロエチレン等の排出防止指導及び地下水汚染調査が、昭和59年半ばから開始された<sup>6)</sup>。

このように、トリクロロエチレン等による汚染は、水道水汚染や地下水汚染<sup>7, 8)</sup>に着目されていたので、地下水以外の環境中でのトリクロロエチレン等の調査、研究<sup>9)</sup>は少なく、また工場、事業場排水についてはあまり注目されていなかった。そのため排水中でのこれら物質の挙動については、いまだに解明されていない部分があり、排水処理<sup>10, 11)</sup>や排水へのトリクロロエチレン等の混入を未然に防止するための有効な手段がとられていない。

そこで、それらの問題をあきらかにするためこの研究を行った。

### 2 試料及び実験方法

#### 2・1 試料

100mlの共栓付メスシリンダーに蒸留水を100ml入れ、1, 1, 1-トリクロロエタン・トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンを、各1mlを加えて激しく振り混ぜる。水層の部分が透明になるまで静置し、試料中の3物質濃度が数mg/lとなるように、水面下1cmの所からピペットを用いて分取し、蒸留水に加えて試料とした。

試料中の3物質の濃度は、試料調整ごとに変化したが、代表的なものを表1に示す。

表1 試料の濃度

物質名	濃度 (mg/l)
1,1,1-トリクロロエタン	7.4
トリクロロエチレン	9.6
テトラクロロエチレン	1.8

## 2・2 試薬

1, 1, 1-トリクロロエタン：和光純薬工業（株）製 特級

トリクロロエチレン：和光純薬工業（株）製 特級

テトラクロロエチレン：和光純薬工業（株）製 特級

蒸留水：蒸留水を30分間沸騰させ、有機塩素化合物等を完全に除去して20℃にしたもの。

## 2・3 分析方法及び装置

分析方法：厚生省環境衛生局水道環境部長通知（昭和59年2月18日、環水第15号）別表に示す方法中のヘッドスペース・ガスクロマトグラフ法に準拠

ガスクロマトグラフ：（株）島津製作所製GC-7A

ガスクロマトグラフ条件：カラムφ2.6mm/3mガラスカラム、充填剤DC-550、カラム温度90℃、検出器ECD、検出器温度150℃

## 2・4 静水状態での揮散実験

トリクロロエチレン等を溶解した試料を静置しておいた場合に、時間の経過とともにどの程度濃度が低下するかを調べるために、1リットルのビーカーに試料を1000ml入れドラフト内に静置し、一定時間毎に分析を行い残存濃度を測定し、揮散速度を求めた。

## 2・5 表面積による揮散速度の実験

空気の接する面積の異なる3種類のバットA（13cm×7.5cm）、B（28cm×22cm）、C（50cm×30cm）に試料500mlを入れ、ドラフト内に静置し揮散速度の差を調べた。

## 2・6 小規模模擬排水工程(50m)での揮散実験

工場における排水中のトリクロロエチレン等の挙動を調べるために、模擬排水工程を利用して実験した。

試料1000mlをバットCに入れ、50cmの距離を図1に示す方法（両端を交互に上下させる）で100回移動させることにより、水路を50m流下したと考えた。

次に1リットルのビーカーに30cm上から5回注ぎ、排水ピット等を5回通過したと考えた。

さらにガラス棒で120回/分で10分攪拌することにより、pH調整槽等を経由したと考えた。この方法で小規模排水工程をトリクロロエチレン等含有排水が通過したと仮定して、その際のトリクロロエチレン等の濃度変化を調べた。

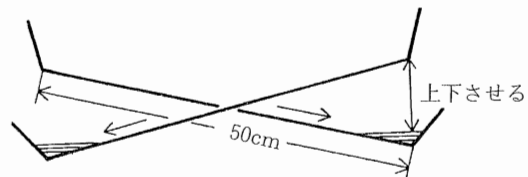


図1 模擬水路の流下方法

## 2・7 大規模模擬排水工程(100m)での揮散実験

試料500mlをバットCに入れ、2・6と同じ要領でバット内を200回移動させることで100mの水路を流下し、落差30cmのピットを10回通過、180回/分で強く10分攪拌することで、大規模排水工程と仮定して、その際のトリクロロエチレン等の濃度変化を調べた。

## 2・8 曝気による揮散状況実験

工場、事業場の排水処理工程においては、曝気工程をとる場合が多く、それによりトリクロロエチレン等が相当量揮散すると思われる。そこで図2のように1リットルのビーカーに試料1000mlを入れ、ダイヤフラムポンプで1分間に1800mlの空気をエアーストーンから吹き込み、トリクロロエチレン等の濃度変化を調べた。

以上、3種（2・6、2・7、2・8）の実験は、トリクロロエチレン等の揮散時間を考慮して、それぞれ20分以内に終了させた。

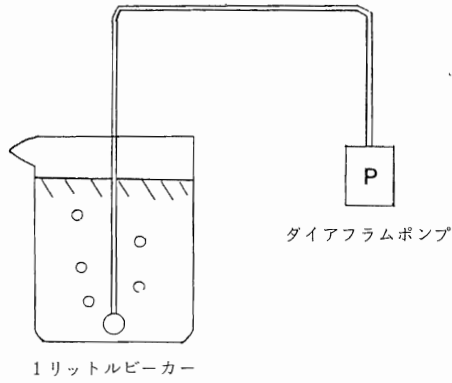


図2 曝気実験装置

### 3 結果及び考察

#### 3・1 静置状況での揮散

図3に示すようにトリクロロエチレン等の濃度は、時間経過と共に減少していくが、30分後で90%以上、90分後で85%以上、450分後でも60%以上残存していた。

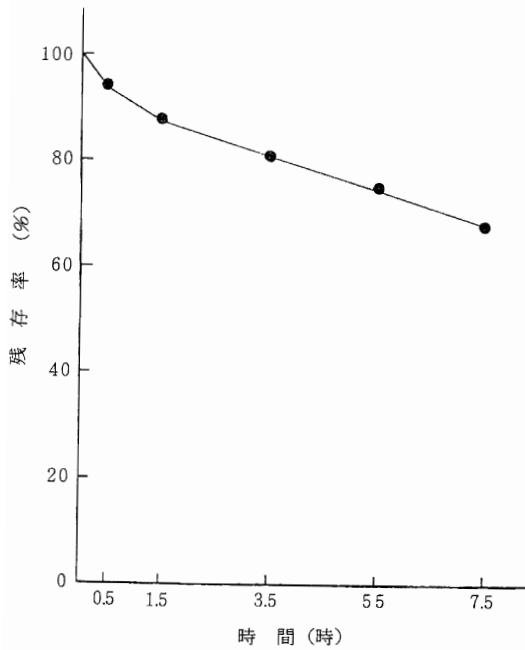


図3 静置状態での残存率

#### 3・2 表面積による揮散速度の違い

図4にバット別の濃度の低減状況を示す。表面積が大きくなるに従い、濃度低下が著しく、トリクロロエチレン等の水中からの揮散は、表面積が増大するに従い増加することがわかった。

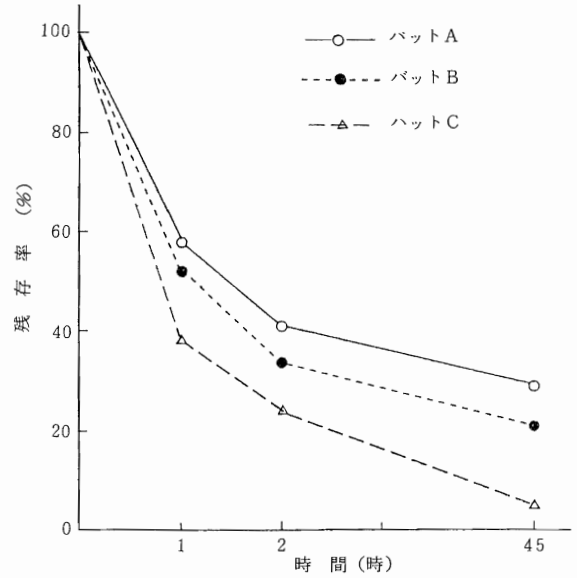


図4 表面積による揮散

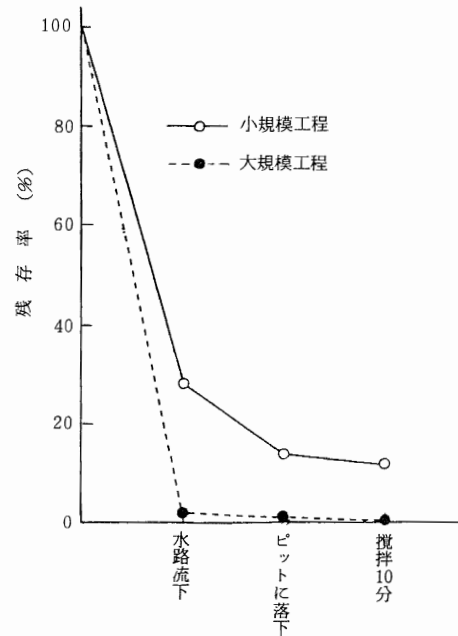


図5 模擬排水工程での揮散

### 3・3 小規模模擬排水工程での揮散状況

試料の濃度は3つの工程を通すと、図5に示すとおり非常に低減する。特に最初の排水路を流下するだけの工程でも著しく低減する。

実験を行った排水工程は、模擬水路であり実際の水路と異なるが、実際の工場でもこれと同様の濃度低減がおこっていると考えられる。

### 3・4 大規模模擬排水工程での揮散状況

試料を3つの工程を通すと、小規模模擬排水工程を通したのと比較して、一層トリクロロエチレン等の濃度が低減しており、最初の100mの水路を流下する工程で殆どが揮散している。

このことを図5に示す。

### 3・5 曝気による揮散状況

曝気によってもトリクロロエチレン等は、極めて揮散しやすい。このことから活性汚泥処理を行っている工場においては、排水中にトリクロロエチレン等が混入しても、ほとんどが大気中に揮散してしまうものと思われる。

このことを図6に示す。

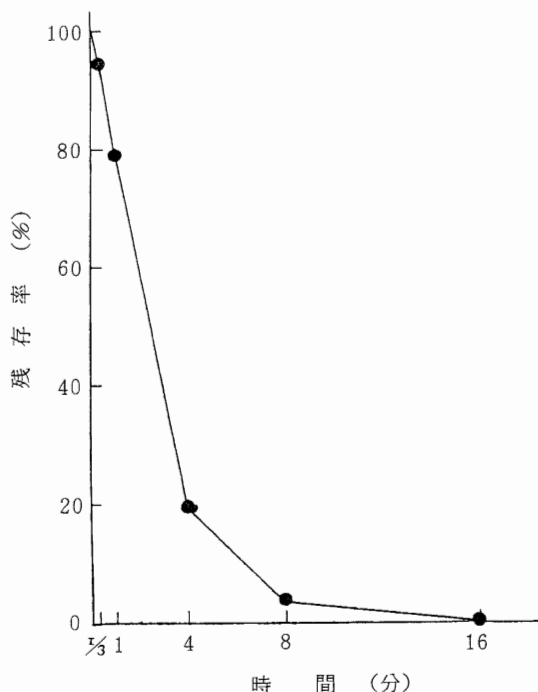


図6 曝気による揮散

今回の一連の実験を進めているうちに、3物質とも殆ど同じ揮散状態であったので、分析は主に1, 1, 1-トリクロロエタンについて行った。

## 4 まとめ

トリクロロエチレン等を含む合成排水を、静置した場合や模擬排水工程等を通過したときの実験により、次のようなことが分かった。

- (1) トリクロロエチレン等は、表面積の増大に従い水中からの揮散速度が大きくなる。
- (2) 排水路流下やピットへの落下等の一般的な排水工程において、トリクロロエチレン等は、排水中から非常に揮散しやすく、排水中の濃度は著しく低下する。
- (3) 活性汚泥処理等の曝気処理を行っている工場では、一層揮散しやすいことが推定される。

以上のことから、トリクロロエチレン等は排水に混入した場合でも、比較的簡単に大気中に拡散してしまうということが判明した。

## 文 献

- 1) 米国環境保護庁：飲料水とトリハロメタン制御、公害対策技術同友会, 2pp, 1985.
- 2) Bruce Minsley : Tetrachloroethylene Contamination of groundwater in Kalamazoo, J. Am. Water works Assoc., 75, 272-279, 1983.
- 3) 環境庁水質保全局水質管理課編：昭和57年度地下水汚染実態調査結果, 1983.
- 4) 厚生省環境衛生局水道環境部長通知：水道水におけるトリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及び1,1,1-トリクロロエタン対策について, 1984.
- 5) 環境庁水質保全局長通達：「トリクロロエチレン等の暫定指導指針」の設定について, 1984.
- 6) 環境庁水質保全局水質保全課・水質規制課編：トリクロロエチレン等の排出状況及び地下水等の汚染状況について, 1986.
- 7) 古賀輝彦：トリクロロエチレン等の汚染経路と深井戸改修工事, 水道協会雑誌, 54, 7-16, 1985.
- 8) 河崎哲久：地下水汚染の現状対策, 水質汚濁研究, 8, 264-268, 1985.
- 9) 奥野年秀：低沸点ハロゲン化炭化水素による環境汚染, 兵庫県公害研究所報告, 16, 23-34, 1984.

- 10) クロロカーボン衛生協会編：「トリクロロエチレン等適正利用マニュアル」の解説, 36-42, 1986.
- 11) 浦野紘平：有機塩素化合物の使用状況と排出防止技術, 水質汚濁研究, 8, 269-273, 1985.