

＜地 域 汚 染＞

テトラクロロエチレンによる地下水汚染*

北 森 成 治**・古 賀 けい子**・松 家 繁**
 松 浦 聰 朗**・北 喜代志†・原 和 信††

1. はじめに

地下水は、一般に水質が良好で水温が一定していること、更に安定した供給が得られ易いため、古くから、家庭用水、農業用水、工業用水等に広く利用されてきた。

しかし最近、地下水が、低沸点有機塩素化合物で広範囲に汚染されている懸念が、いくつかの事例から明らかになってきた^{1,2)}。そこで、環境庁では、昭和57年度及び同58年度に全国の代表的な15都市において、地下水汚染実態調査を行った。その結果、低沸点有機塩素化合物による地下水汚染が、全国的に予想外に広い範囲で進行していることが認められた^{1,3)}。

これに伴い、福岡県においても、低沸点有機塩素化合物による地下水汚染の現状を把握する目的で、県内25市町村（1市町村につき5箇所）の井戸を対象に、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及び1,1,1-トリクロロエタンの汚染による実態調査を、昭和59年5月から9月にかけて行った。その結果、那珂川町I地区の井戸水が、厚生省通知⁴⁾の水道水の暫定基準値（10 $\mu\text{g/l}$ ）を超えるテトラクロロエチレンを含んでいることが判明した。そこで、今回この地区を対象として、テトラクロロエチレンによる地下水汚染の実態把握及びその経時的変化の調査をしたので報告する。

2. 調査方法

2・1 福岡県内の調査

福岡県は、低沸点有機塩素化合物による地下水汚染の実態を把握する目的で、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及び1,1,1-トリクロロエタンを調査対象物質として、昭和59年5月14日から9月11日にかけて、県内の井戸水の調査を実施した。調査対象地域は、(1)調

査対象物質を使用する事業場が存在し、水道の普及率が約60%以下の市町（23市町）、(2)水道の普及率が高いが、調査対象物質を使用する事業場が多く存在する市町（2市）であった。表1に、その対象地域の行政区域内人口及び水道の普及率をそれぞれ示す⁵⁾。調査した井戸は、

表1 市町別総人口と水道普及率

No.	市 町	総 人 口	普及率(%)
1	津屋崎町	13141	31.3
2	玄海町	9136	39.4
3	嘉穂町	12072	43.8
4	甘木市	43023	28.2
5	那珂川町	28088	55.8
6	二丈町	11148	59.5
7	前原町	43599	60.8
8	小郡市	42939	47.9
9	大刀洗町	13354	0
10	三橋町	17365	20.7
11	山川町	6345	0
12	八女市	39636	10.2
13	筑後市	42191	58.6
14	広川町	17366	7.6
15	黒木町	17321	30.3
16	上陽町	5280	42.3
17	浮羽町	19018	2.1
18	吉井町	17902	8.5
19	田主丸町	22616	15.5
20	犀川町	9420	0
21	豊津町	9387	0
22	豊前市	31569	57.8
23	椎田町	14301	53.1
24	筑紫野市	60808	68.2
25	久留米市	220417	90.8

* 普及率(%)=給水人口/総人口
 総人口は昭和58年3月31日現在

* Groundwater Polluted with Tetrachloroethylene

** Shigeji KITAMORI, Keiko KOGA, Shigeru MATUKA, Tatuuro MATUURA (福岡県衛生公害センター) Fukuoka Environmental Research Center

† Kiyoshi KITA (福岡県筑紫保健所) Tikushi Health Center, Fukuoka Prefecture

†† Kazunobu HARA (福岡県環境整備局) Environmental Maintenance Bureau, Fukuoka Prefecture

学校、公民館等多人数が利用する公共施設の井戸、またはそれに準ずる施設の井戸であり、各市町につき約5箇所の井戸を選び、計136箇所の井戸水采取了。

2.2 那珂川町の調査

(1) 調査地域の概要

那珂川町は、福岡都市圏に含まれ、面積は74.17 km²、人口は24,839人（昭和55年10月1日国勢調査）である。地形は南北に長く、二級河川那珂川が町の中央を、二級河川梶原川が東部を、ともに北流して谷底平野を形成し、福岡市へ流れている。また那珂川町は、福岡市のベッドタウンとして最近、急激に人口が増加し、都市化が進んでいる。

今回の調査対象地区であるI地区は、町のほぼ北部に位置し、もともと農村地区であったが、最近急速に宅地化が進み、現在、農家と新興住宅が混在している。このI地区の地質は、風化された花崗岩を母材とする沖積層で、地形は、低位段丘と自然堤防より成り立っている。

(2) 調査月日

昭和59年10月30日、12月11日及び同60年3月22日

(3) 試料採取場所

I地区でのテトラクロロエチレンによる汚染範囲を調べるために、試料採取場所は、図1に示すように、那珂川町I地区を中心とした区域、つまり那珂川と梶原川に挟まれた南北約500 mの区域内の40箇所の井戸を選んだ。なお、これらの井戸は、個人用が大部分で、日常一般の生活用水及び雑用水として用いられている。また井戸の深さ及び掘削時期は、表2にその一部を示したが、井戸の深さとしては、約20 mから30 mである。

3. 実験方法

3.1 試料の採取方法

試料は、250 ml 褐色ガラスビンに滴水にして密栓をし、氷冷して、実験室に持ち帰った。

3.2 分析方法

テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン及び1, 1, 1-トリクロロエタンの分析は、厚生省通知の方法⁶⁾に準拠し、ヘッドスペース・ガスクロマトグラフ法によった。ガスクロマトグラフは、柳本製作所製 Yanaco G80型 (ECD 検出器付) を使用し、以下に示す条件で測定した。カラム：20% Silicone DC-550/Chromosorb W (AW-DMCS) 80-110 mesh, 3 mm×3 m ガラスカラム、検出器：ECD (⁶³Ni)、カラム温度：90℃、検出器及び注入口温度：200℃、N₂流量：25 ml/min

水質検査は、上水試験法⁷⁾に準拠した。

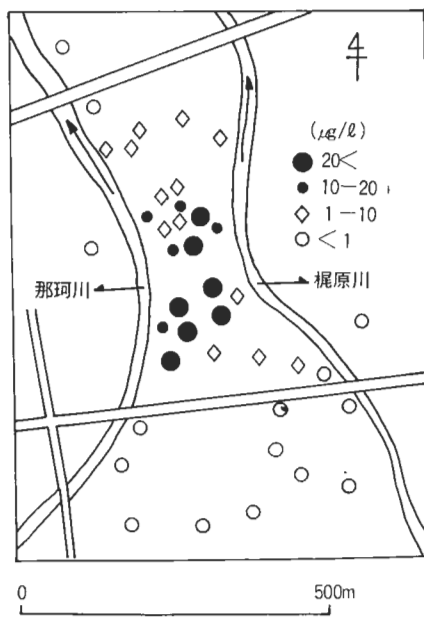


図1 井戸水中のテトラクロロエチレン濃度 (µg/l)

4. 結果と考察

4.1 福岡県内の調査

今回の全調査地点で、トリクロロエチレン及び1, 1, 1-トリクロロエタンによる地下水汚染はみられず、またテトラクロロエチレンによる汚染は、那珂川町I地区以外の調査地点では、水道水の暫定基準値 (10 µg/l) を超える値を示さなかった。

4.2 那珂川町の調査

図1は、I地区での採取試料について、それぞれ検出されたテトラクロロエチレンの濃度を示している。テトラクロロエチレンが、暫定基準値 (10 µg/l) を超えて検出された井戸は、40例中12件で、その内訳は、検出濃度 (µg/l) が、10 µg/l から20 µg/lの範囲に含まれている濃度は11, 11, 12, 18, 19 µg/lの5件、20 µg/l から30 µg/lは、20, 25 µg/lの2件、30 µg/l から40 µg/lは、30, 33 µg/lの2件、40 µg/l 以上は、40, 42, 46 µg/lの3件であり、その最高濃度は、46 µg/lであった。これら暫定基準値 (10 µg/l) を超えて、テトラクロロエチレンが検出された12件の井戸は、図1で示すように、いずれも那珂川と梶原川に挟まれた南北約500 mの区域に集中している。この区域外である那珂川と梶原川の両側及び南北の幹線道路の外側では、暫定基準値を超えた井戸はなかった。

また、I地区でのテトラクロロエチレンの汚染分布状態を調べるために、検出濃度から、I地区でのテトラク

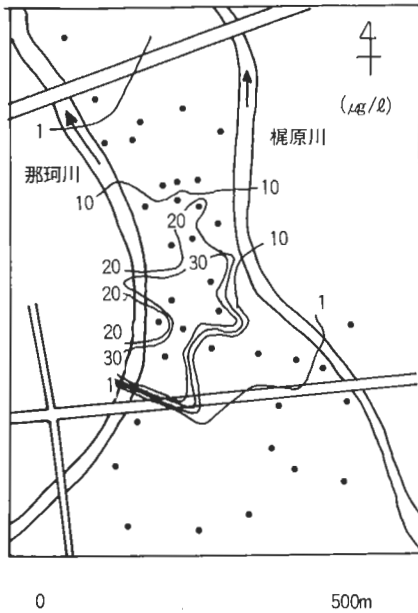


図2 テトラクロロエチレンの等濃度線図

ロエチレンについて等濃度線図(コンター)を作成した。この統計処理に際しては、NEC製ACOS 430を用いた。等濃度線図は、対象地域をX軸方向720 m、Y軸方向1080 mをそれぞれ3.6 m毎に、メッシュ分割(200×300)し、そのメッシュ交点(60000)について、走査範囲に存在する3点以上の試料採取地点との $1/(\text{距離})^2$ で重みづけしたそれぞれの推定濃度値を算出し^{8,9)}、SMOOTH法で描いた。その結果は、図2に示す。この等濃度線図は、テトラクロロエチレンによる地下水汚染が、南から北に約500 mの範囲に広がっていることを示している。

一般的に、地下水は一度汚染されると、長期にわたっ

て残留し、またその回復がきわめて困難であるといわれている。そこで、今回の地下水汚染について、経時的な変化をみるために調査を行った。調査は、最初の調査(昭和59年10月30日及び12月11日)から、約4箇月後(昭和60年3月22日)に実施し、調査対象井戸は、最初の調査で、テトラクロロエチレンの検出濃度が高かった区域内の9本の井戸である。その結果は、表2に示す。調査した井戸のテトラクロロエチレンの検出濃度を、最初の調査結果と、4箇月後の調査結果をそれぞれ比較すると、両者間にあまり差が見られない。これらの結果は、この区域内では、テトラクロロエチレンによる地下水汚染が継続されていることを示している。そして、汚染の推移が、高濃度を示す井戸及びその濃度については、ほとんど変化がみられないことから、今回のテトラクロロエチレン汚染は、点源汚染でしかも一過性のものではないと思われる。

以上の汚染の状態やその範囲などからみて、テトラクロロエチレンの汚染発生源としては、1箇所の汚染源による可能性が高く、その位置は、等濃度線図で高い濃度を示している区域内と推定されるが、現在この区域は、勿論I地区並びにその周辺地区で、テトラクロロエチレンを使用する事業場はなく、またその他汚染源となるような原因がみあたらず、現在のところは不明である。

最近、我が国において、低沸点有機塩素化合物による地下水汚染の事例が、数多く報告^{1,10-14)}されているが、地下水汚染がみられる地域は、いずれも低沸点有機塩素化合物を使用している事業場の存在が確認されており、今回のように、汚染源としての事業場等の存在が不明である事例は、ほとんどない。

なお、生活排水等による汚染及び飲料水としての水質を把握するために、区域内の9本の井戸について、一般飲料水水質検査を実施した。その結果を表3に示す。検

表2 井戸の深さと掘削時期及びテトラクロロエチレン濃度の経時変化

No.	井戸の深さ (m)	掘削時期 (昭和 年)	テトラクロロエチレン濃度(μg/l)		
			1*	2**	3***
1	25	58	—	1	4
2	22	53	—	30	23
3	30	53	—	46	37
4	22	—	—	8	7
5	25	49	42	—	49
6	24	49	18	—	10
7	20	53	11	—	12
8	20	—	19	—	13
9	20	—	1	—	4

1* 採水月日 昭和59年10月30日

2** 採水月日 昭和59年12月11日

3*** 採水月日 昭和60年3月22日

表 3 水 質 検 査 結 果

	NO ₂ -N NO ₃ -N (mg/l)	塩素 イオン (mg/l)	KMnO ₄ 消費量 (mg/l)	鉄 (mg/l)	硬度 (mg/l)	pH値	色度 (度)	濁度 (度)
1	3.75	18.8	1.3	<0.05	61	6.0	<2	<1
2	2.47	17.0	1.3	<0.05	64	6.3	<2	<1
3	3.19	18.1	0.9	<0.05	68	6.4	<2	<1
4	4.56	17.7	1.5	0.11	63	6.2	<2	<1
5	3.66	17.0	1.0	<0.05	69	6.4	<2	<1
6	2.55	16.0	1.2	<0.05	65	6.5	<2	<1
7	2.13	19.2	1.5	<0.05	64	6.4	<2	<1
8	2.57	19.9	0.6	<0.05	78	6.7	<2	<1
9	2.55	20.2	0.6	0.07	71	6.3	<2	<1
水質基準	10mg/l 以下	200mg/l 以下	100mg/l 以下	0.3mg/l 以下	300mg/l 以下	5.8— 8.6	5度 以下	2度 以下

査した井戸は、全ての項目について、水道水質基準に適合しており、これらから、生活排水等の汚染は、ほとんどないと考えられる。

行政指導としては、井戸水を生活用水として利用している地区の住民に対しては早急に水道への転換を計ること、そして飲用として使う場合には、煮沸あるいは活性炭ろ過を施すことなどの指導を行った。

現在、I地区においては、井戸水は、生活用水として広く利用されているので、今後も継続して調査を続ける必要があると思われる。

5. ま と め

福岡県下の25市町の136箇所の井戸について、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及び1,1,1-トリクロロエタンによる地下水汚染の実態調査を行った。その結果、那珂川町I地区の井戸水中のテトラクロロエチレンの濃度が、水道水の暫定基準値(10 μ g/l)を超えている事が判明した。そこでI地区でのテトラクロロエチレンの汚染状況及びその経時変化の調査を行い、次の結果を得た。

1) 調査したI地区の井戸水40例中12件が、暫定基準値を超えており、その最高濃度は46 μ g/lであった。

2) I地区での9本の井戸について、経時的にテトラクロロエチレンの濃度を調べたが、減少傾向が見られず汚染が継続していることが確認された。

3) I地区には汚染源となるような事業場はみあたらず、現在、汚染の原因は不明である。

一 引 用 文 献 —

- 1) 中杉修身：地下水汚染の実態，第7回日本水質汚濁研究協会セミナー講演資料集，pp.93-112，1985
- 2) 森田昌敏，中村 弘，三村秀一：河川水および井戸水中の有機物の分析法ならびにその含有量に関する研究「第Ⅲ報」—塩素化脂肪族炭化水素による環境汚染，東京衛研年報，Vol.25，pp.399-403，1974
- 3) 関 莊一郎：地下汚染実態調査結果の概要，公害と対策，Vol.20，No.1，pp.52-58，1984
- 4) 厚生省環境衛生局水道環境部長通知：トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，1,1,1-トリクロロエタン対策について，昭和59年2月，環水第15号
- 5) 福岡県衛生部環境整備局整備課「福岡県の水道，昭和57年度版」pp.38-53，福岡県衛生部，福岡市，1984
- 6) 福岡県農政部農地計画課「土地分類基本調査 福岡 津屋崎 神湊」p.73，福岡県農政部，福岡市，1984
- 7) 厚生省環境衛生局水道環境部「上水試験方法1978年版」p.859，日本水道協会，東京都，1978
- 8) 村岡浩爾：地下水の水文学的動態と評価，第4回日本水質汚濁研究協会セミナー講演資料集，pp.45-52，1984
- 9) 酒井軍治郎「地下水学」pp.313-351，朝倉書店，東京都，1965
- 10) 西山 保，畠山勝博，植松広子他：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による地下水汚染(第1報)，高知衛研報，Vol.31，pp.35-39，1984
- 11) 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，Vol.54，No.1，pp.7-16，1985
- 12) 矢口久美子，大橋則雄，渡辺学他：多摩地区地下水中の塩素系有機溶剤に関する調査，東京衛研年報，Vol.35，pp.363-370，1984
- 13) 玉川勝美，大金由夫，相原良之他：仙台市における低沸点有機塩素化合物による地下水汚染事例(第1報)，衛生化学，Vol.31，No.3，pp.214-219，1985
- 14) 伊藤八十男，内野栄治，小谷玲子他：札幌市地下水中の低沸点有機塩素化合物濃度，道衛研所報，Vol.35，pp.56-59，1985