

# 沖縄県における地下水中の トリクロロエチレン等の現状について

古堅勝也・宮城俊彦・池間修宏

Investigation of Trichloroethylene and Others  
in Ground Water on OKINAWA

Katsuya FURUGEN, Toshihiko MIYAGI and Nobuhiro IKEMA

## I はじめに

昭和57年度及び58年度に環境庁が実施した地下水汚染実態調査の結果、トリクロロエチレン等（以下、「低沸点有機塩素化合物」と呼ぶ。）による地下水汚染が全国的規模で発生していることが判明した。

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は、有害性に関する疫学的情報や動物等による毒性試験の結果など多くの情報が得られており、WHOや米国EPAも「動物に対する発癌性」や「人に対して発癌物質である可能性」を認めている。

沖縄県においても、地下水の汚染状況を把握するため昭和59年頃からそれぞれの地域で概況調査を行ってきた。本報では平成元年、2年、3年度についての調査結果を報告する。

## II 試験方法及び結果

JIS K 0125の5.2に基づいて試験を行った。

### 1. 低沸点有機塩素化合物の検出状況

表1に低沸点有機塩素化合物の検出状況を示す。

平成元年度は17件、平成2年度は41件、平成3年度は51件の調査を行った。

平成3年度についてみると、トリクロロエチレンは3件検出されたが、基準を超過したものはなかった（基準値0.03mg/ℓ）。テトラクロロエチレンは6件検出され、そのうち1件が基準を超過していた（基準値0.01mg/ℓ）。1,1,1-トリクロロエタンは2件検出されたが、基準を超過したものはなかった（基準値0.3mg/ℓ）。

表1. 低沸点有機塩素化合物の年度別検出状況

化合物 (基準値)	調査年度 調査件数	平成元年度 17	平成2年度 41	平成3年度 51
トリクロロエチレン (0.03mg/ℓ)	検出件数	1	2	3
	基準超過件数	0	0	0
	検出範囲	<0.002~0.005	<0.002~0.014	<0.002~0.011
	検出件数	1	3	6
テトラクロロエチレン (0.01mg/ℓ)	基準超過件数	0	1	1
	検出範囲	<0.0005~0.0035	<0.0005~0.0118	<0.0007~0.0104
	検出件数	1	2	2
	基準超過件数	0	0	0
1,1,1-トリクロロエタン (0.3mg/ℓ)	基準超過件数	0	0	0
	検出範囲	<0.0001~0.0027	<0.0001~0.0113	<0.0008~0.0106

表2. 低沸点有機塩素化合物の年度別単独/複合検出状況

化合物名	平成元年度	平成2年度	平成3年度
単 独			
トリクロロエチレン	0	0	1
テトラクロロエチレン	0	0	2
2 物 質			
トリクロロエチレン			
テトラクロロエチレン	0	1	1
1,1,1-トリクロロエタン	0	1	1
3 物 質			
トリクロロエチレン			
テトラクロロエチレン	1	1	1
1,1,1-トリクロロエタン			

表2に低沸点有機塩素化合物の複合検出状況を示した。平成2年度までは低沸点有機塩素化合物が単独で検出された事例はなく、平成3年度の調査において初めて単独で3件検出されている。

複合検出については各年度ともみられるが、平成3年度の場合、トリクロロエチレンとテトラクロロエチレンが複合検出された所が1件、テトラクロロエチレンと1,1,1-トリクロロエタンが複合検出された所が1件、3物質とも検出された所が1件あった。いずれも平成2年度と同じ調査地点で検出された。

このように低沸点有機塩素化合物は、単独でも複合でも県内各地で検出されている。

3物質が複合検出された調査地点におけるそれぞれの低沸点有機塩素化合物の濃度の経年変化を図1に示した。

昭和59年(1984年)頃から、県内のトリクロロエチレン等有機溶剤の使用の規制が強化され、以来、地下水中のテトラクロロエチレン、トリクロロエチレンの濃度が減少傾向を示しているが、1,1,1-トリクロロエタンの濃度は昭和63年度を境に増加傾向を示している。

この原因として、クリーニング業関係では洗浄用には今でもパークロ(テトラクロロエチレン)が主流として使われているが、1,1,1-トリクロロエタンにきりかえる業者も多く、その使用量の増加によるものと思われる。

2. 沖縄県の地下水の水質と水理地質特性

(1) 地下水の水質

図2に沖縄本島都市用水水源別取水状況を示した。取水の内訳はダム53%、河川水24%、地下水10%で、都市用水として飲料水、工業用水等に使用されている。

表3に地下水のpHと硬度を示す。

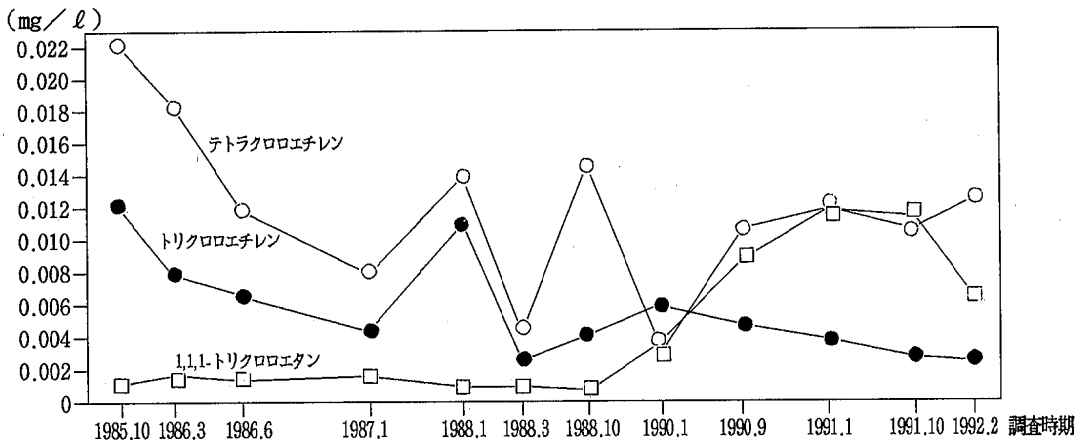


図1. 3物質が複合検出された調査地点における各物質の濃度の経年変化

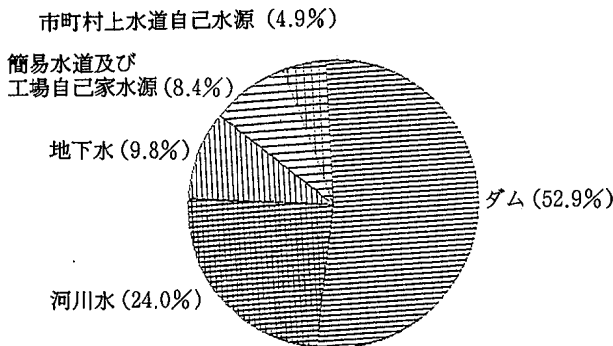


図2. 沖縄本島都市用水水源別取水状況

表3. 沖縄県の地下水の水質

	本島北部	本島中部	本島南部	宮古	八重山
pH	7.6	7.0	7.8	7.4	7.3
硬度	177	317	239	234	570

Talorによる硬水、軟水の分類  
 50~100 軟水  
 100~150 中等度の軟水  
 150~250 軽度の軟水  
 250~350 中等度の硬水  
 >350 硬水

pHは7.0~7.8である。硬度は177~570でTatorの分類によれば、本島北部・南部及び宮古が軽度の軟水であり、本島中部が中等度の硬水で、八重山が硬水である。

図3に沖縄県の地下水の水質の諸性質を全国の平均値と比較したものを示す。

pHは弱アルカリ側にシフトしており、 $Cl^-$ 、 $Ca^{++}$ 、蒸発残留物も全国平均より高めの位置にシフトしている。

これら沖縄県の地下水に特有の諸性質は、地下水中に比較的多量に炭酸カルシウムが溶解しているためであり、pHが弱アルカリ側にシフトしているのは、炭酸カルシウムが弱酸と強塩基の塩だからである。

また、沖縄本島中南部及び宮古・八重山の地下水の硬度が高いのも、その地域のほとん

どが琉球石灰岩（主成分炭酸カルシウム）の台地からなっているためである。

(2) 沖縄県の水理地質特性

図4に沖縄県の水理地質特性の1つである不透水層基盤を示す。

沖縄県の地質は年代的に大きく分けて、北と南の2つに分けられる。

北は比較的古老な中古世層の地層で、南は比較的新しい新第三系、4系の地層になっている。北の中古世層（国頭層群、本部層群）の地盤は千枚岩、砂岩、石灰岩等の堆積岩がマグマにより変成を受けた広域変成岩が主で、南の琉球層群、島尻層群は琉球石灰岩、砂岩等の堆積岩が主である。

図5に、沖縄の典型的な水理地質特性を示す。

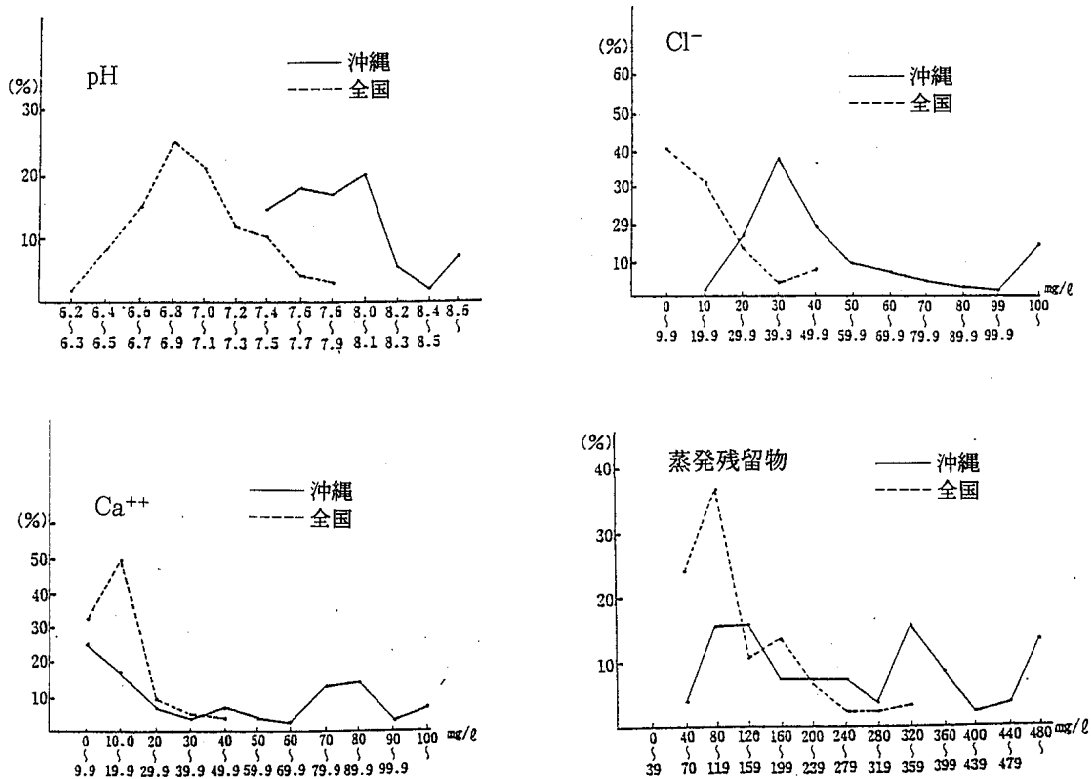


図3. 沖縄県の地下水の水質特性（全国平均との比較）

不透水層 ———— 北 中古世層 (国頭層群, 本部層群)  
 南 新第3系, 第4系層 (島尻層群, 琉球層群)  
 透水層 ———— 国頭礫層 (非石灰質), 琉球石灰岩 (石灰質)

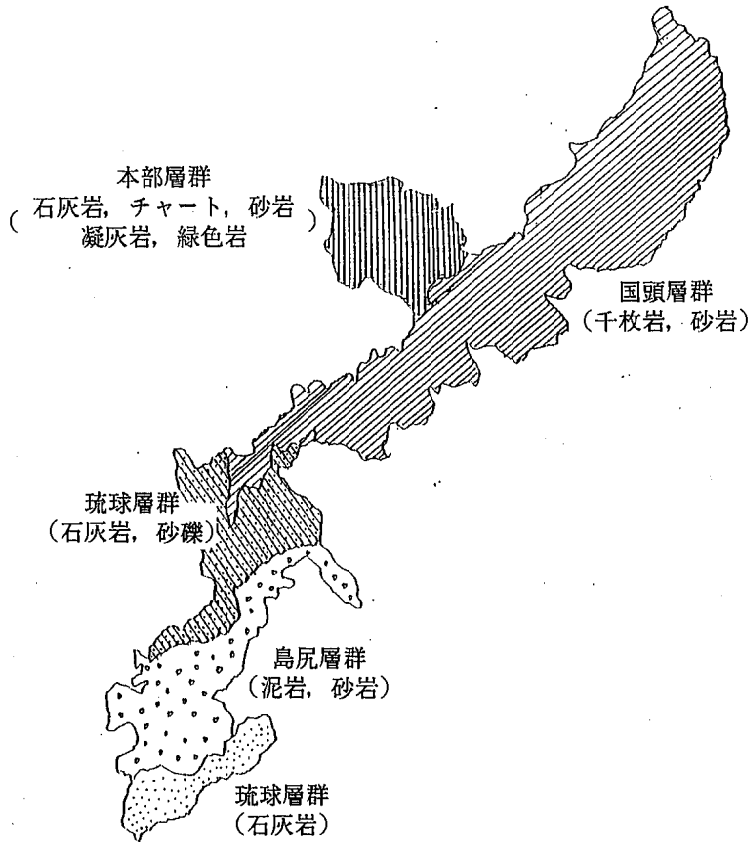


図4. 沖縄本島の地質 (不透水層基盤)

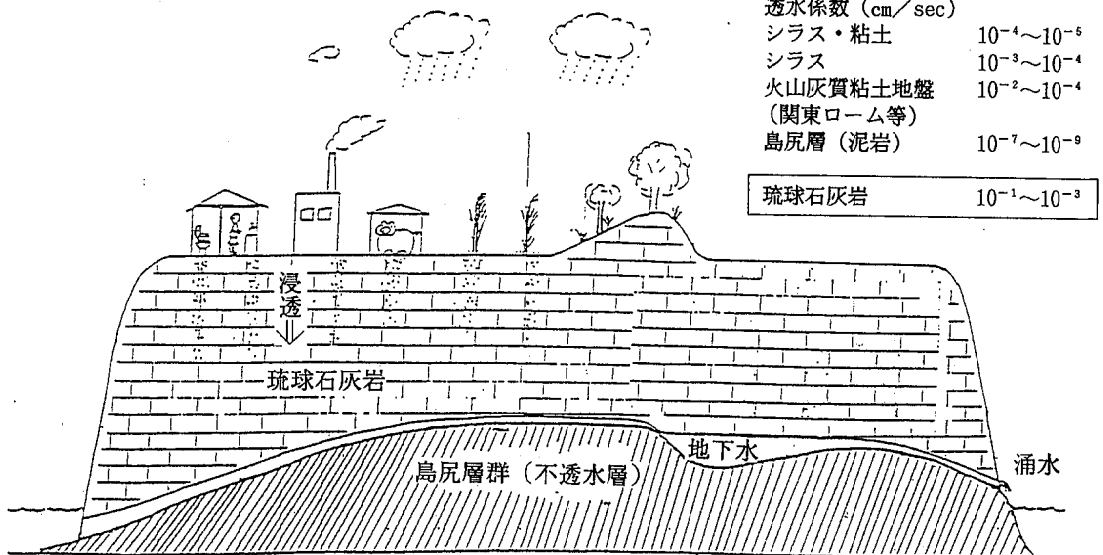


図5. 沖縄の典型的な水理地質と地層による透水係数の比較

不透水層（高尻層群）の上に透水層である琉球石灰岩が載っているような状態になっている。透水層である琉球石灰岩の透水係数を他の地質と比較すると、琉球石灰岩の透水係数の方が大きな値を示している。

これは琉球石灰岩が多孔質であるということを示している。換言すれば、いったん地下に汚染物質がしみこんでしまうと他の透水層に比べて浸透速度が速いので、汚染も広範囲にわたりやすくなることを示している。

### 3. 低沸点有機塩素化合物使用施設の状況

表4に沖縄県におけるテトラクロロエチレン等使用ドライクリーニング施設数及び廃液、排ガス処理装置の設置数を示す。

テトラクロロエチレン使用施設数48件のうち、排液処理装置を設置している施設は34件で全体の70%であった。1,1,1-トリクロロエタンの使用施設数は7件で排液処理装置を設置している施設は1件だけであった。

表4. 沖縄県におけるテトラクロロエチレン等使用ドライクリーニング施設数及び排液、排ガス処理装置設置数

	テトラクロロエチレン使用施設	1,1,1-トリクロロエタン使用施設
施設数	48	7
排液処理装置の設置数	34	1
排ガス処理装置の設置数	14	3

## IV 考察

地下水はその存在自体が表流水のかん養源として重要であるほか、一般に水質が良好なこと、水温の変化が少ないこと等による水資源として高く評価されてきた。

ところがそれだけの特質を有するだけに、地下水の汚染についても次のような特質を考慮する必要がある。

1. 地表水の場合と異なり、通常地下水は、一般に流動が緩やかであるため汚染物質の希釈が期待できず、揮発も少ないと考えられている。そのため、微量でも汚染物質によりいったん汚染されると、その影響が長期間に

わたり継続し、汚染の回復が非常に困難である。

実際に、トリクロロエチレン等は低沸点有機塩素化合物に属しているにもかかわらず、上述のように地下では揮発も少なく、また、生物分解も殆ど受けない化合物なので、長期にわたり地下に散在することになる。

2. 地下水中で汚染物質の挙動は複雑であり、その正確な把握は困難であること、及び有害物質に係る汚染の原因も多様であることから、汚染が発見されても汚染源の特定が困難な場合が多い。

例えば当所の場合、以前に低沸点有機塩素化合物3物質が同時に検出された調査地点の汚染源を特定するために、付近の2事業所の立ち入り調査を行うとともに、当該事業所の廃棄用側溝に蛍光試薬であるウラニンを流し込み、3物質が検出された調査地点から蛍光が検出されるかどうか追跡調査を行ったことがあるが、汚染源を特定することはできなかった。汚染源特定の困難さを示す例である。

沖縄県におけるトリクロロエチレン等による地下水汚染は、平成2年度の段階では複合的、局所的に検出されていたが、平成3年度に新たに別の調査地点でテトラクロロエチレンやトリクロロエチレンが単独で3件検出された。

汚染の拡散についてみると、トリクロロエチレン等が特定の地点に集中して検出されているのではなく、むしろ別々の地域に散在して検出される傾向を示しており、面的な広がりが見られる。

地下水汚染の未然防止を図り、良好な地下水の水質を維持するためには、汚染物質等を含む水が地下浸透しないように規制するだけでなく、地下水の水質の状況を把握し、監視しながら必要に応じて適切な対策を講じていくことが必要であろう。

今後は、地下水中のトリクロロエチレン等の監視を更に強化するとともに、汚染源をなくすという観点から全関係事業所がトリクロロエチレン等の処理施設を設置するよう指導することが望まれる。

## V 参考文献

- 蛭田清司・熊本重次・小野勝一(1989) 低分子量ハロゲン化炭化水素9物質の同時分析法の検討. 環境と測定技術, 16(2): 52-55.
- 環境庁(1989) 水質汚濁防止法施行令一トリクロ等2物質を有害物質に追加-. 環境と測定技術, 16(5): 10-13.
- 環境庁(1989) 中公審が地下水質保全対策で答申. 有害物質含む水の地下浸透禁止へトリクロなどに規制基準を設定. 環境と測定技術, 16(4): 6-9
- 木崎甲子郎(1985) 琉球弧の地質誌. pp93-118.
- 荘村多加志(1988) 地下水の水質保全. 2(8): 198-207.