

地下水汚染発見後 20 年経過地区における 汚染状況等に関する研究（第 1 報）

吉田耕一郎・森陰早也香

Study on the States of Pollution Passed 20 Years
from Detection of Groundwater Pollution (1)

Koichiro YOSHIDA, Sayaka MORIKAGE

1. はじめに

平成元年度から地下水質調査を本格的に開始し 20 年以上が経過したが、本県では、調査開始後の数年間にテトラクロロエチレン等の有機塩素化合物による環境基準を超える地下水汚染が多く発見され、住民への飲用指導や汚染原因者に対し揚水曝気処理等の浄化対策を指導するとともに継続監視調査を実施してきた。その結果、多くの調査地点では汚染物質濃度の低下が認められているが、汚染範囲の確認は汚染発見当初に行っただけでそれ以降はほとんど実施していないのが実状である。

そこで、地下水汚染対策の効率的・効果的な推進に寄与することを目的に、地下水汚染発見後 20 年をひとつの区切りとしてとらえ、汚染発見後 20 年が経過する県内でも比較的規模の大きい汚染地区を対象に平成 21 年度から地下水汚染状況等に関する詳細調査を実施し、汚染範囲の再確認や汚染回復の見込み等について総合的な検証を行っている。

今回は、平成 21 年度に実施した地下水汚染地区における調査結果について報告する。

2. 調査方法

汚染発見当初に実施した汚染井戸周辺地区調査と同様の汚染状況詳細調査を下記により実施した。

調査地点：1 地区当たり 24 地点程度

調査項目：有機塩素化合物（汚染物質およびその分解生成物）

解析項目（pH、導電率、M-アルカリ度、塩素イオン、硫酸イオン、硝酸イオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン）

なお、有機塩素化合物については、検出値が報告下限値（テトラクロロエチレン 0.0005mg/L、トリクロロエチレン 0.002mg/L、1,1,1-トリクロロエタン 0.0005mg/L、その他の物質は環境基準の 10 分の 1 の濃度）未満の濃度であっても数値を 0.00001mg/L (0.01µg/L) まで読み取り比較検討した。

21 年度に調査を実施した地下水汚染 2 地区（A 市 B 地区、C 市 D 地区）の概要を表 1 に示した。両地区とも汚染発見は平成元年度で、クリーニング店によるテトラクロロエチレンの漏洩を原因とした地下水汚染地区であり、地元市や原因事業者により汚染土壌の除去や地下水揚水曝気処理の浄化対策がとられている。なお、ここでいう「地下水汚染」とは、汚染物質が報告下限値以上検出されることをいい、汚染発見当初にその汚染範囲が設定されている。

表 1 汚染地区の概要

地区名	汚染発見年月	主汚染物質	汚染範囲(km ²)	
				基準超過
A 市 B 地区	H 元.12	テトラクロロエチレン	0.4	0.3
C 市 D 地区	H 元.11	テトラクロロエチレン	0.8	0.1

3. 結果と考察

3. 1 A 市 B 地区

主汚染物質のテトラクロロエチレンについて、汚染発見当初の元年度調査（調査地点 85 地点）¹⁾ と今回の 21 年度調査（調査地点 32 地点）を比較した結果の概要を表 2 に示した。また、元年度調査の濃度分布図を図 1 に、21 年度調査の濃度分布図を図 2 に示した。

環境基準超過地点は、元年度調査の 11 地点（12.9%）に対し 21 年度調査では汚染源直下の 1 地点（3.1%）のみとなり、また環境基準以下での検出地点のうち環境基準の 2 分の 1 以上検出された地点は、元年度調査の 13 地点（15.3%）に対し 21 年度調査では汚染源近傍の 2 地点（6.3%）のみとなった。したがって、高濃度検出地点の範囲が狭くなったことから、汚染発見当初に設定した環境基準超過範囲の見直しも可能と考えられた。

なお、設定汚染範囲外で元年度に未調査の井戸からわずかながらテトラクロロエチレンが検出されたが、それ以外では地下水汚染範囲の拡大は特に認められなかった。

表 2 A 市 B 地区の結果概要（テトラクロロエチレン）

調査年度	調査地点数	環境基準超過地点数 >0.01 mg/L	環境基準以下検出地点数		
			0.005 ~ 0.01 mg/L	0.0005 ~ <0.005 mg/L	<0.0005 mg/L
H 元	85	11 (12.9%)	13 (15.3%)	9 (10.6%)	52 (61.2%)
H21	32	1 (3.1%)	2 (6.3%)	11 (34.4%)	18 (56.3%)

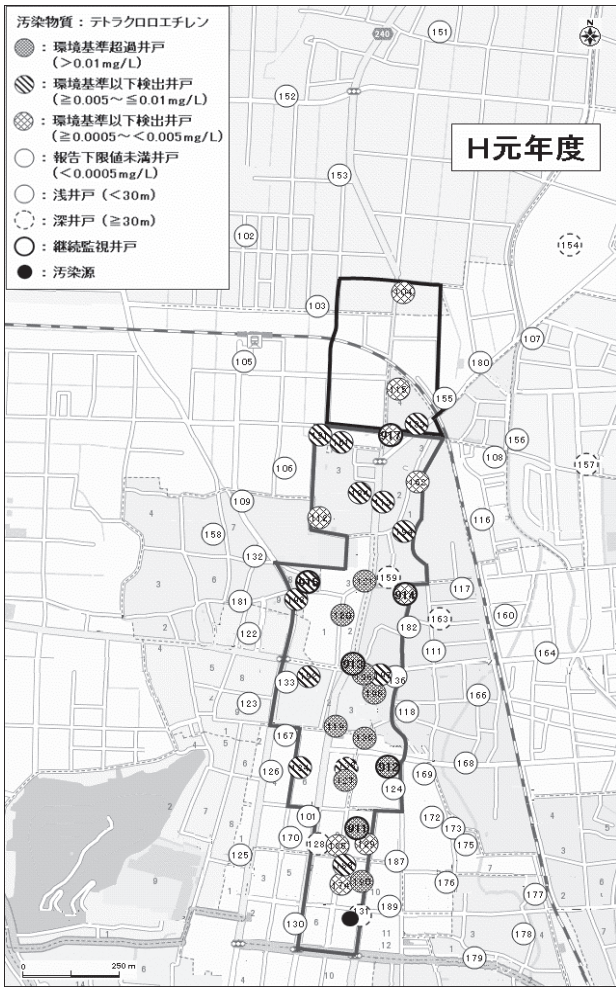


図1 A市B地区の濃度分布図(平成元年度調査)

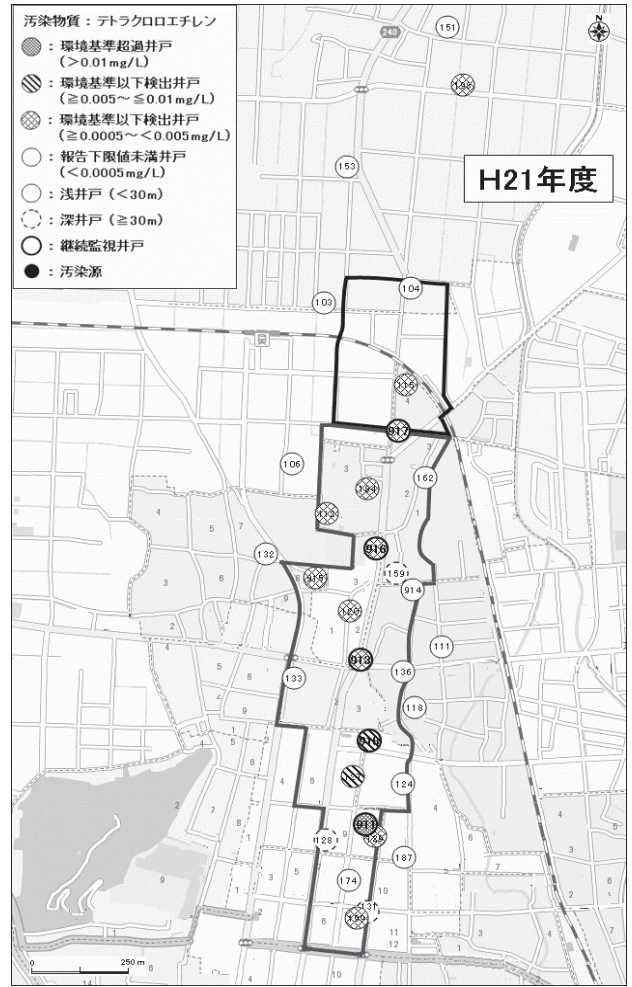


図2 A市B地区の濃度分布図(平成21年度調査)

次に、両年度調査で比較可能な14地点(同地点または近接地点)を抽出してテトラクロロエチレン濃度の減少率を求めたところ、減少率は17.1~94.0%(平均69.7%)であり、全体的に汚染濃度がかなり低下していることが確認された(図3)。その一方で、特に汚染源近傍において濃度減少率が17.1%と低い地点があることが判明した。

分解生成物については、21年度調査においてトリクロロエチレンおよびシス-1,2-ジクロロエチレンが報告下限値未満で検出される地点があったが、最大でも0.25 μ g/Lと極めて少なく、生化学的分解がほとんど進んでないことがうかがわれた。

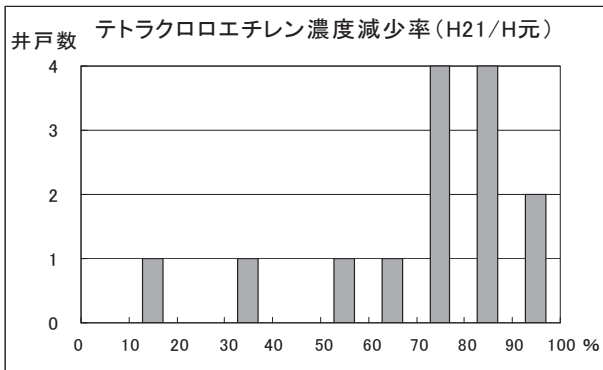


図3 A市B地区の濃度減少率 (n=14)

3.2 C市D地区

主汚染物質のテトラクロロエチレンについて、汚染発見当初の元年度調査(全調査地点70地点のうち48地点)と今回の21年度調査(調査地点35地点)を比較した結果の概要を表3に示した。また、元年度調査の濃度分布図を図4に、21年度調査の濃度分布図を図5に示した。

環境基準超過地点は、元年度調査の4地点(8.3%)に対し21年度調査では汚染源直下の1地点(2.9%)のみとなり、また環境基準以下の検出地点のうち環境基準の2分の1以上検出された地点は、元年度調査の1地点(2.1%)に対し21年度調査でも1地点(2.9%)であったが汚染源直下のみとなった。

表3 C市D地区の結果概要(テトラクロロエチレン)

調査年度	調査地点数	環境基準超過地点数 >0.01 mg/L	環境基準以下検出地点数		
			0.005 ~ 0.01 mg/L	0.0005 ~ <0.005 mg/L	<0.0005 mg/L
H元	48	4 (8.3%)	1 (2.1%)	11 (22.9%)	32 (66.7%)
H21	35	1 (2.9%)	1 (2.9%)	10 (28.6%)	23 (65.7%)

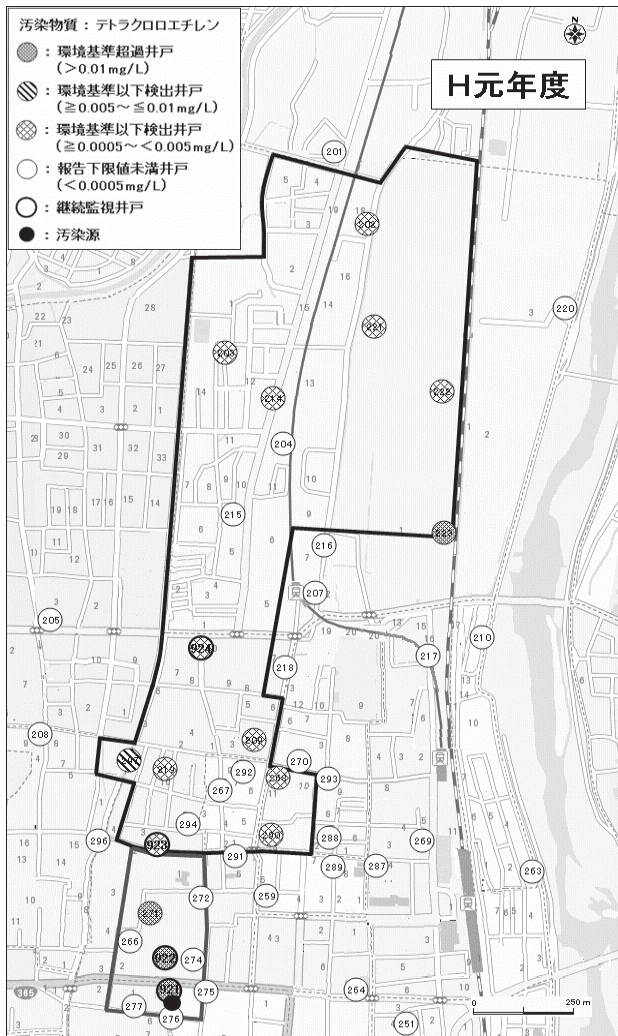


図4 C市D地区の濃度分布図（平成元年度調査）

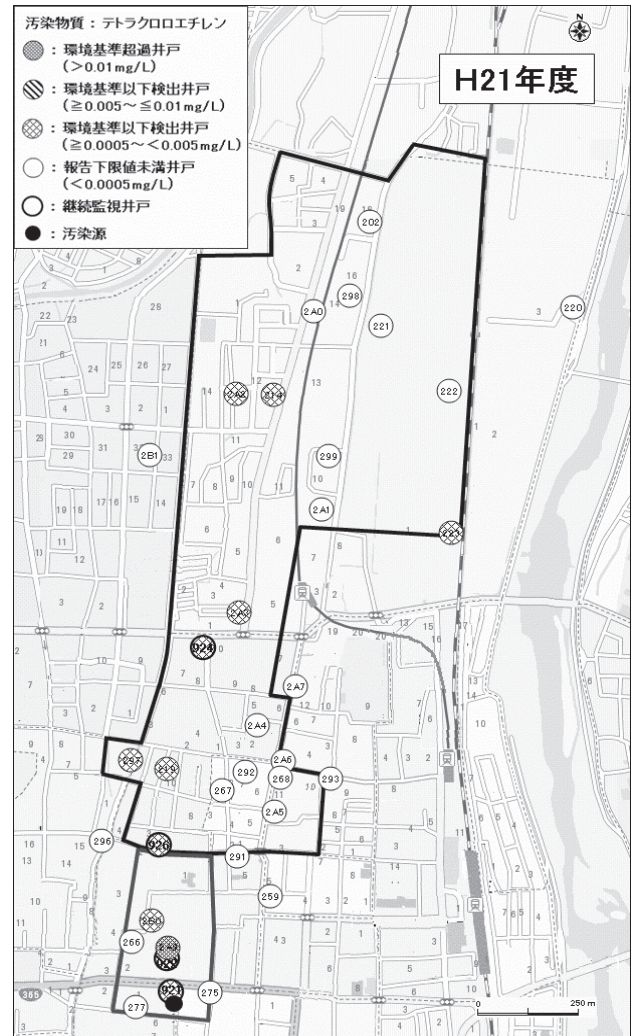


図5 C市D地区の濃度分布図（平成21年度調査）

さらに、環境基準以下での検出地点のうち環境基準の2分の1未満で検出された地点の範囲が狭くなったことから、汚染発見当初に設定した汚染範囲の見直しも可能と考えられた。

次に、両年度調査で比較可能な16地点（同地点または近接地点）を抽出して、テトラクロロエチレン濃度の減少率を求めたところ、減少率は35.0～99.2%（平均68.6%）であり、汚染源近傍を含めて全体的に汚染濃度がかなり低下していることが確認された（図6）。

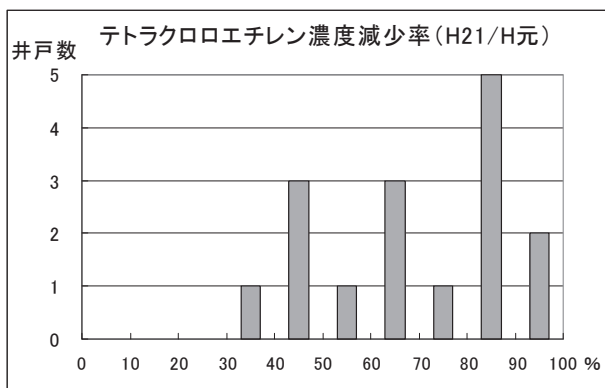


図6 C市D地区の濃度減少率 (n=16)

分解生成物については、21年度調査においてトリクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、トランス-1,2-ジクロロエチレンおよび塩化ビニルモノマーが報告下限値未満で検出される地点があり、なかでも汚染源の直下地点でシス-1,2-ジクロロエチレンが2.2μg/L、さらに塩化ビニルモノマーも0.01μg/L検出されたことから、生化学的分解がある程度進行している可能性がうかがわれた。

3.3 汚染回復見込み時期の算出

A市B地区における継続監視調査でのテトラクロロエチレン濃度の経年変化を図7に、C市D地区における継続監視調査でのテトラクロロエチレン濃度の経年変化を図8に示した。これを見ると、両地区ともテトラクロロエチレン濃度が徐々にではあるが低下していることがうかがえる。

そこで、テトラクロロエチレン濃度が最も高い井戸であるA市B地区では井戸No.911、C市D地区では井戸No.922のデータ（元～21年度：n=41）を用いてテトラクロロエチレン濃度が環境基準または環境基準の2分の1まで低下する時期の算出を試みた。なお、算出にはテトラクロロエチレン濃度を対数変換したものについて回帰直線とその95%信頼区間を求め、さらにそれらを外挿することにより求めた。

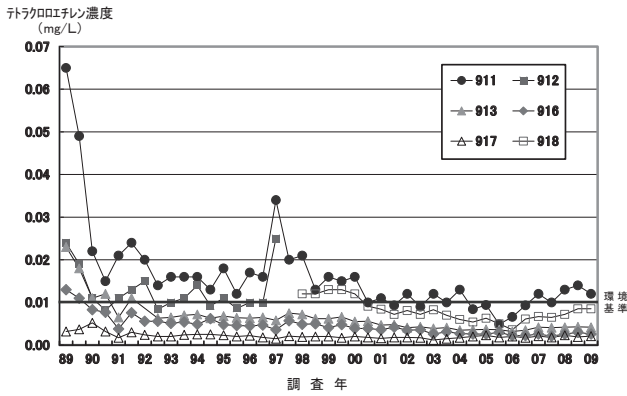


図7 継続監視調査の経年変化 (A市B地区)

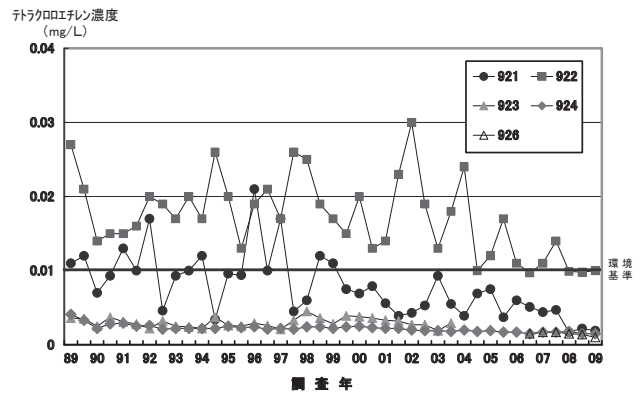


図8 継続監視調査の経年変化 (C市D地区)

3.3.1 A市B地区

A市B地区の結果を図9に示した。テトラクロロエチレン濃度が環境基準の2分の1まで低下する時期は2017.9年(95%信頼区間:±3.9年)となり、約4~12年を要することが予測された。

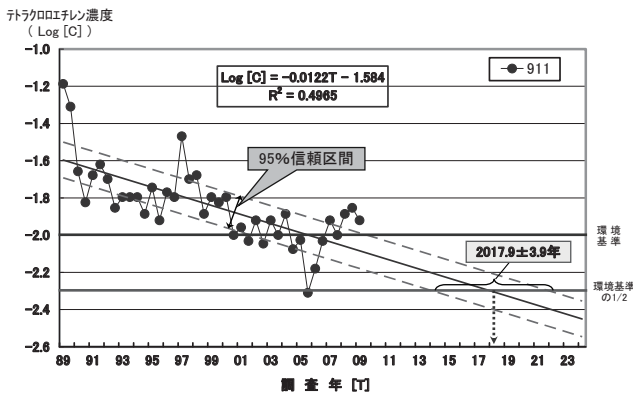


図9 最高濃度継続監視井戸での濃度予測 (A市B地区)

3.3.2 C市D地区

C市D地区の結果を図10に示した。テトラクロロエチレン濃度が環境基準まで低下する時期は2017.7年(95%信頼区間:±6.4年)となり、約1~14年を要することが予測され、また、環境基準の2分の1まで低下する時期は2043.7年(95%信頼区間:±6.4年)となり、約27~40年を要することが予測された。

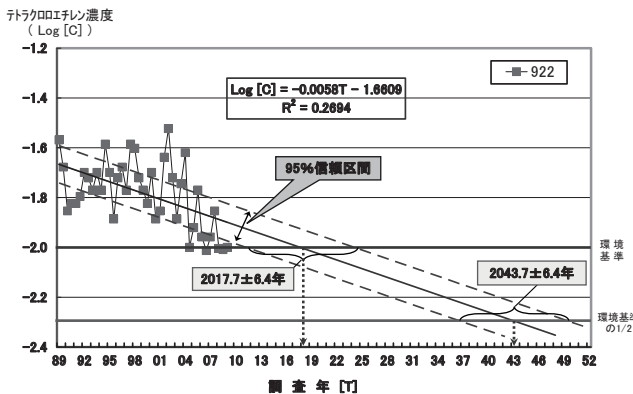


図10 最高濃度継続監視井戸での濃度予測 (C市D地区)

4. まとめ

地下水汚染発見後20年をひとつの区切りとしてとらえ、汚染発見後20年が経過するテトラクロロエチレンによる地下水汚染地区2地区において平成21年度に汚染状況詳細調査を実施し、平成元年度調査結果と比較した。また、汚染回復見込み時期の算出を試みた。

- (1) A市B地区では、テトラクロロエチレンによる環境基準超過地点は元年度調査の11地点(12.9%)から21年度調査では汚染源直下の1地点(3.1%)のみとなり、環境基準以下かつ環境基準の2分の1以上検出された地点も元年度調査の13地点(15.3%)から21年度調査では汚染源近傍の2地点(6.3%)となった。両年度調査で比較可能な14地点における減少率の平均は69.7%と全体的に汚染濃度がかなり低下していることが確認された。
- (2) C市D地区では、テトラクロロエチレンによる環境基準超過地点は元年度調査の4地点(8.3%)から21年度調査では汚染源直下の1地点(2.9%)のみとなった。両年度調査で比較可能な16地点における減少率の平均は68.6%と全体的に汚染濃度がかなり低下していることが確認された。
- (3) テトラクロロエチレン濃度が最も高い井戸のデータを用いてテトラクロロエチレン濃度が環境基準または環境基準の2分の1まで低下する時期の算出を試みたところ、A市B地区ではテトラクロロエチレン濃度が環境基準の2分の1まで低下する時期は2017.9年(95%信頼区間:±3.9年)となり、C市D地区ではテトラクロロエチレン濃度が環境基準まで低下する時期は2017.7年(95%信頼区間:±6.4年)、環境基準の2分の1まで低下する時期は2043.7年(95%信頼区間:±6.4年)となった。

謝辞

本調査は、県の「地下水質監視調査事業」の一環として実施したものであり、また、試料採取等については、管轄の健康福祉センターの協力を得て実施したものです。御協力いただいた関係者の方々に深謝いたします。

参考文献

- 1) 福井県公害センター：平成元年度地下水の水質調査結果報告書(1990)。