

6 地下水賦存量

新はだの水循環モデルを用いて、秦野盆地の地下水賦存量（地下に存在する水の総量）を算出すると、約7億5千万 m^3 となりました。主要帯水層の集計範囲は、図2-73の赤い点線で囲まれた範囲で、面積は約27 km^2 です。

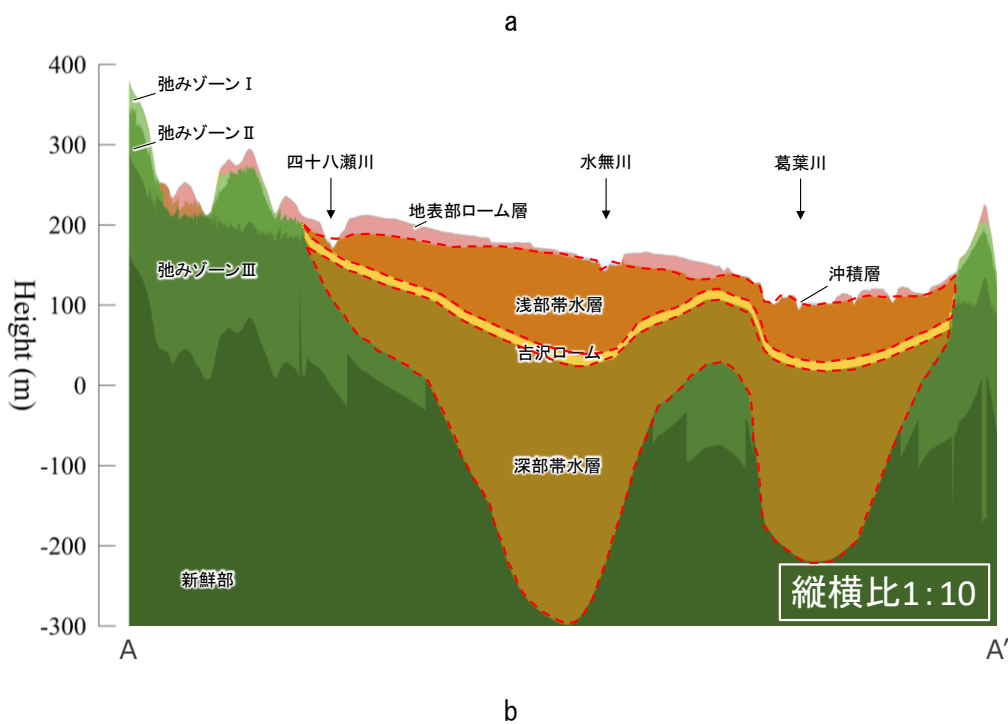
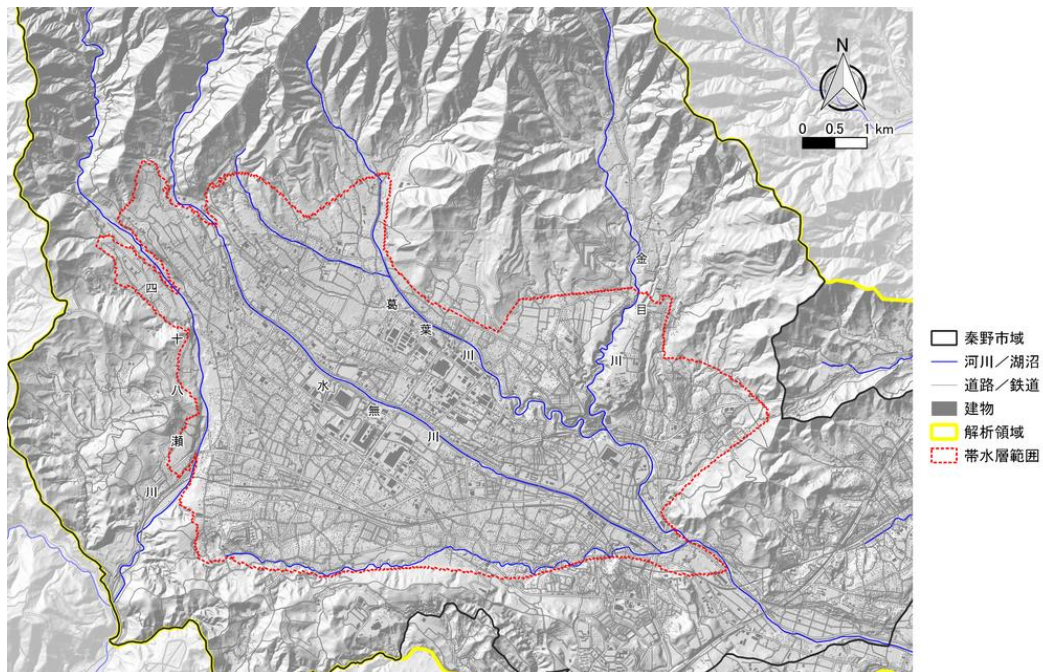


図2-73 地下水賦存量の集計範囲（a：平面図，b：断面図）

(1) 地下水賦存量の算出

地下水揚水などの人為的効果を考慮した現況再現結果を用いて計算した平衡状態にある地質区分ごとの水量（地盤中の間隙内の水の体積）について、浅部・深部帯水層ごとに算出しました。吉沢ロームの水量は含んでいません。

帯水層ごとの水量を比較すると、浅部帯水層は約1億8千万 m^3 、深部帯水層は約5億7千万 m^3 となっています。帯水層全体に対する比率はそれぞれ、約24%、約76%です。

表 2-14 新旧モデル地下水賦存量の比較

旧モデル			新モデル		
帯水層区分	賦存量	割合	帯水層区分	賦存量	割合
G1 礫層	0.06 億 m^3	14.6%	浅部帯水層	1.83 億 m^3	24.4%
G2 礫層	0.109 億 m^3				
G3 礫層	0.235 億 m^3				
G4 礫層	0.241 億 m^3				
G5 礫層+未区分層	2.125 億 m^3	85.4%			
—	—	—	吉沢ローム層	—	—
—	—	—	深部帯水層	5.65 億 m^3	75.6%
帯水層全体	2.77 億 m^3	100%	帯水層全体	7.47 億 m^3	100%

(2) 地下水賦存量の考え方

今回のシミュレーションによる現況再現結果では、主に地下水を採取して利活用できる帯水層（砂礫層）内の地下水を地下水賦存量として算出していますが、その他にも浅層のローム層内を循環するものや砂礫層内でも循環できないものもあると考えられます。

そのため、地下水賦存量といっても、すべてが利活用できるわけではなく、地下水の取水・湧出量が、かん養量を上回れば、湧水の枯渇や地下水位低下を招き、場所によっては地盤沈下の恐れもあることを理解しておかなければなりません。

従って、今後、新たな地下水の利活用をしていくうえでは、地下水収支に影響を及ぼさないことが最も重要となります。

7 地下水の浄化

(1) 目的

はだの水循環モデルにより、監視基準井戸（観測井No.25）の水質が、地下水保全条例の浄化目標値を下回るまでの期間をシミュレーションするものです。

(2) 考え方

- ・ 汚染物質（NAPL）は、監視基準井戸で浄化目標値を超過しているテトラクロロエチレン（PCE）とします。
- ・ 地下水位より上部の汚染は除去していると仮定し、汚染地下水の濃度変化をシミュレーションします。
- ・ 水無川右岸は、平成16年に名水復活宣言をしていることから、水無川左岸の監視基準井戸の浄化目標値達成の時期を算出します。

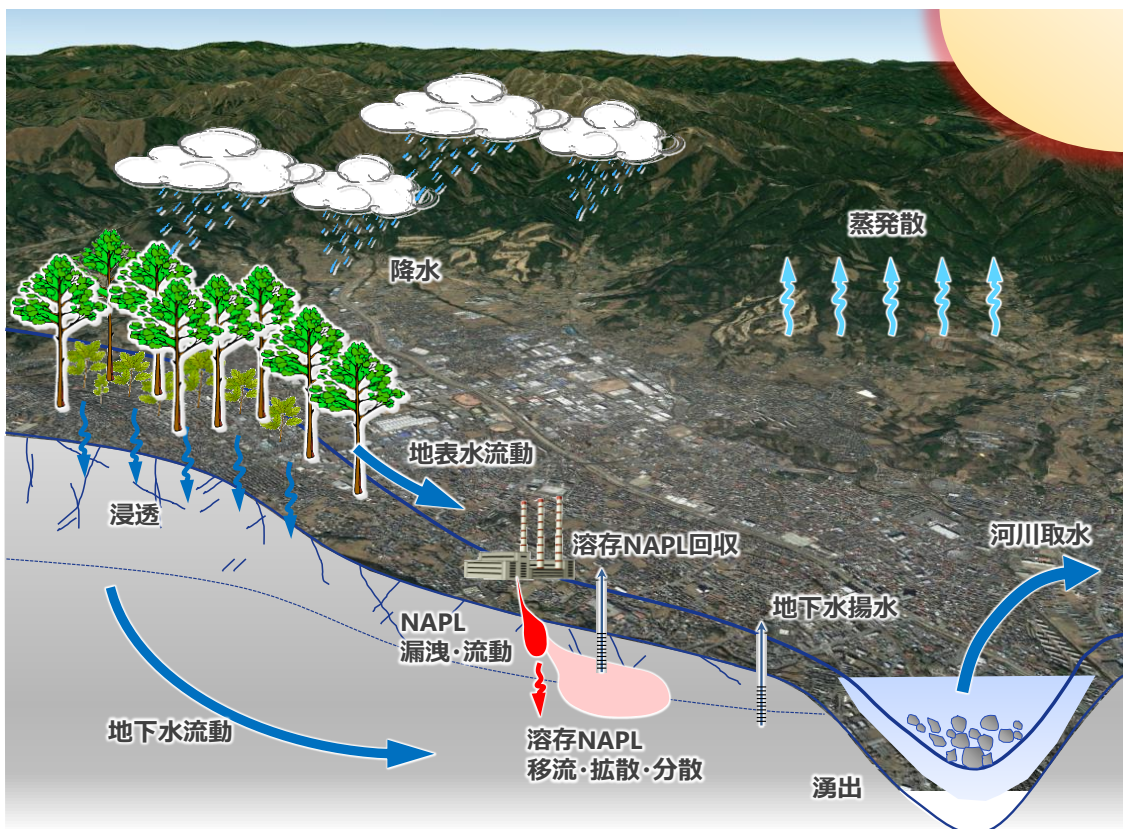


図 2-74 概念モデル

(3) シミュレーション

ア 条件

今回のシミュレーションでは、これまでの水 - 空気の2相2成分に加えて、PCE、溶存PCEを加えた3相4成分の解析を行いました。

汚染物質 (NAPL) の漏洩については、総搬入量と総搬出量の差分を使用期間で除した一定量が漏洩したと仮定し、当該地点の地下最上層に注入することでモデル化しました。

回収については、年毎の回収量データに合わせて当該地点より NAPL を系外流去させることでモデル化しました。

入力パラメータを次のとおり示します。

降水や地下水揚水などの外力条件は時間変化を考慮しない一定値とします。また、NAPL 相から水相への溶解については、観測値を再現するように溶解速度を調整しました。PCE の揮発や分解は考慮しないものとします。

表 2-15 入力パラメータ

分類	項目	設定値	出典等
NAPL 流体物性	密度	1,622 (kg/m ³)	一般値
	粘性係数	0.844×10 ⁻³ (Pa s)	一般値
	飽和溶解度	0.15 (g/L)	一般値
物質移行パラメータ	分子拡散係数	8.2×10 ⁻¹⁰ (m ² /s)	US EPA (1996)
	分散長	縦分散長 0 (m) 横分散長 0 (m)	分散長を設定した場合、汚染物質が広域に広がり、全量が溶解してしまうため、0 (m)とした
	屈曲度	1.0	仮定値
	吸着・脱着	考慮しない	中杉&平田 (1994)

イ 解析手法

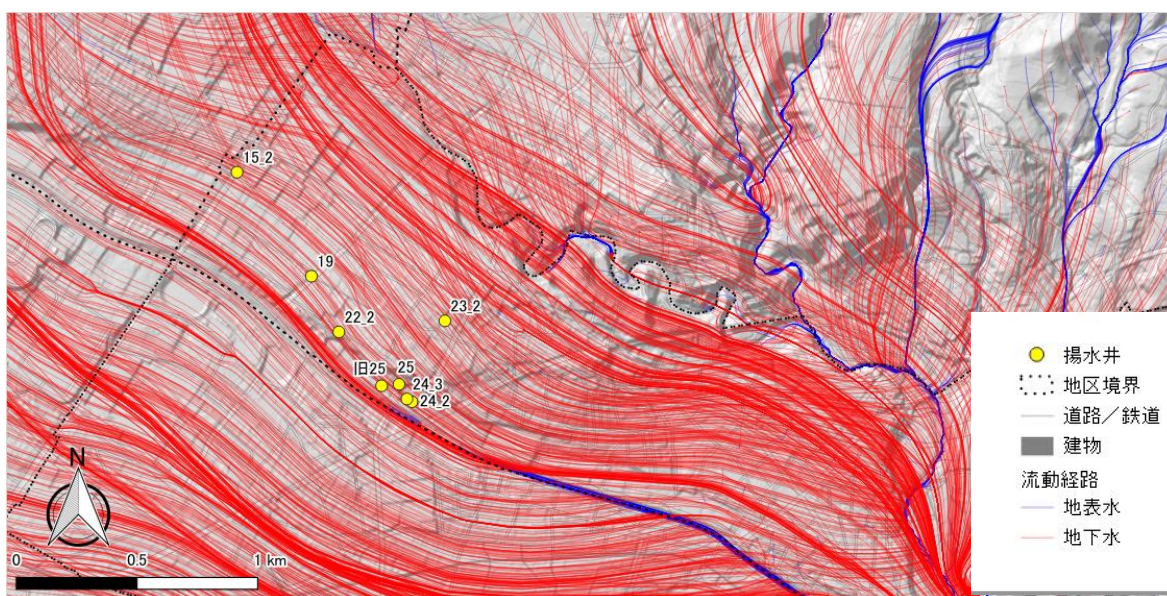
はだの水循環モデルを用いて、前述の条件において解析を試みたところ、汚染源では、観測値に近い値を再現できているものの、その他の観測地点においては、汚染物質がほとんど到達しないという結果になりました。

実際には、帯水層を構成する砂礫層は不均質であることから、PCE の溶解した地下

水は、比較的透水性の高い領域を選択的に流動していることが考えられます。従って、観測値を再現するためには、少なくとも浅部帯水層の不均質性を考慮したモデルによる解析が必要となります。

また、解析では、PCE 漏洩量や残留箇所、分散長、溶解速度など、不確実性の高いパラメータを設定する必要があることから、解析結果の不確実性も同様に高い。加えて解析では、これらのパラメータを調整し、観測データを再現可能な解析モデルを決定することになるため、ある程度の観測頻度と期間のデータが必要となります。精度の高い解析モデルが構築された後であれば、解析モデルによる将来予測が可能になると考えられます。

解析モデルの再現性を向上させることは長期的には可能であるものの、現状では、観測データの傾向から数値モデルを作成し将来予測を行う方が、不確実性は比較的低く、説明性・信頼性ともに高いと考えられるため、観測データを用いた数値モデルによる将来予測をすることとしました。



※ 汚染地は公表していませんので、位置図には示していません。

図 2-75 位置図・地下水流線図

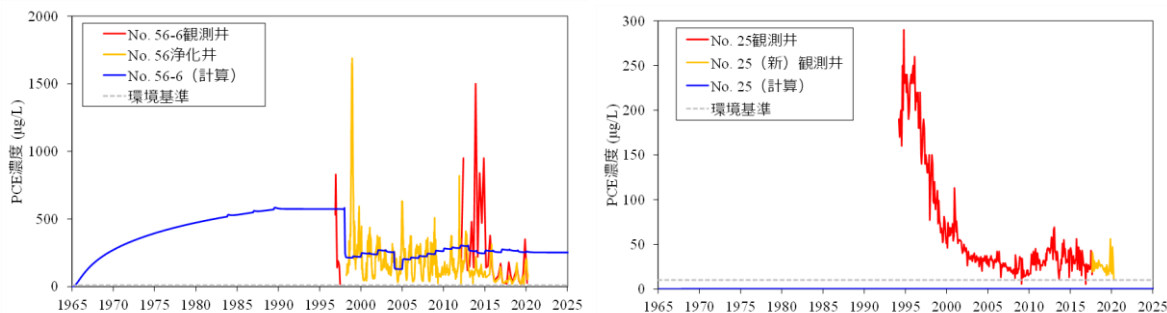


図 2-76 汚染地と監視基準井戸における PCE 濃度の観測値と解析結果の比較

(4) 解析結果

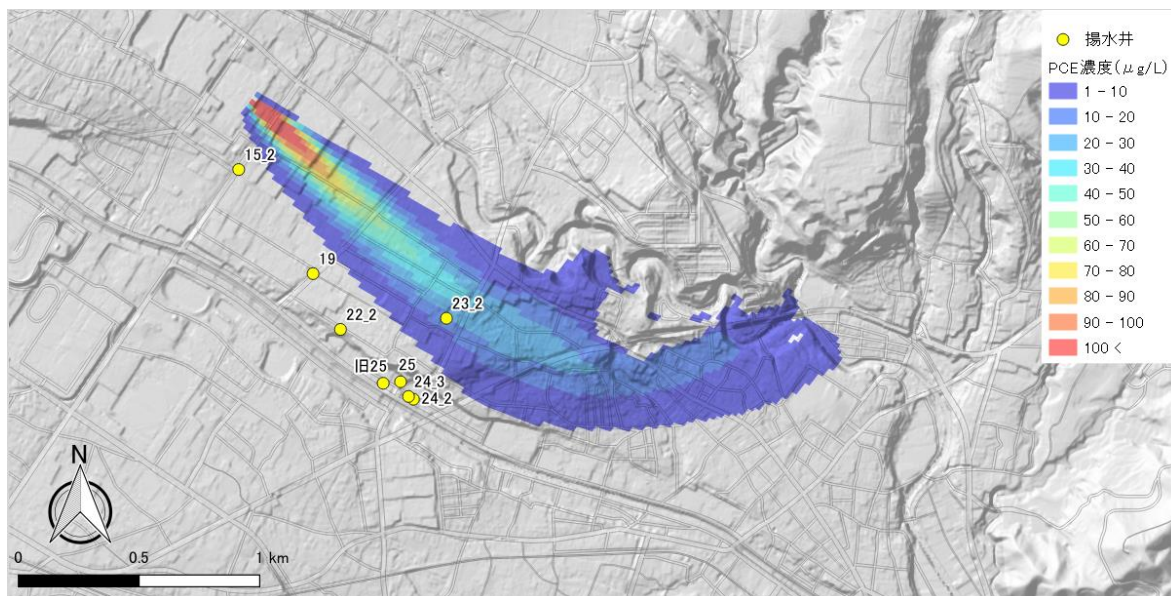


図 2-77 PCE の漏洩から 20 年後における PCE の濃度分布(平面)

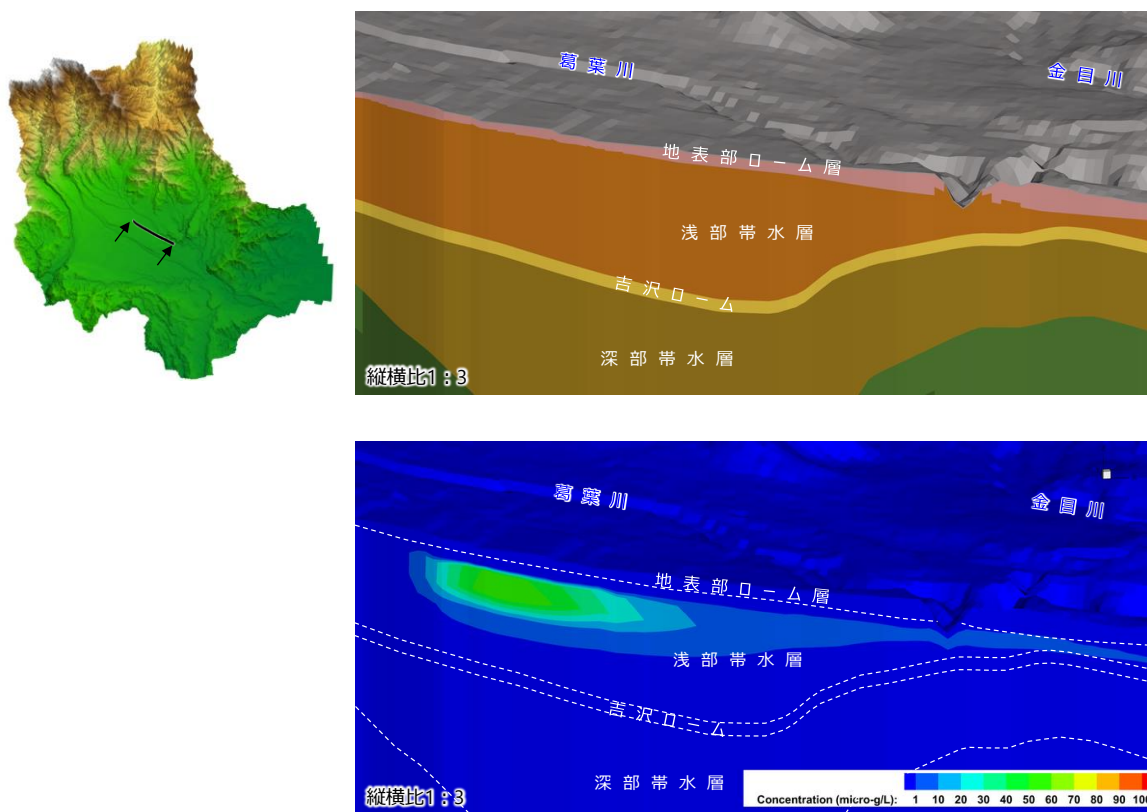


図 2-78 PCE の漏洩から 20 年後における PCE の濃度分布(断面)

監視基準井戸（観測井No.25）を始め、幾つかの観測データでは、2010年頃にPCE濃度の一時的な上昇が見られます。地震の振動によって、地盤の毛細管圧力が変化し、不飽和帯の地下水が鉛直下方に流下するという報告がされています。以下に、監視基準井戸におけるPCE濃度と震度1以上の地震の頻度を示します。地震の頻度は、気象庁の震度データベースにある秦野市曾屋震度観測点で観測されたものを集計して使用しました。

地震の頻度の増加に伴って、PCE濃度が上昇すること分かります。地震の振動によってPCE濃度が上昇する詳細なメカニズムが判明しているわけではないものの、両者の間には何らかの相関があることが示唆されます。また、詳細なメカニズムが不明である以上、定量的な評価は難しく、観測データから地震による影響を取り除くことは難しいです。そのため、2012年以降の観測データについて、数値モデルによる将来予測を行いました。

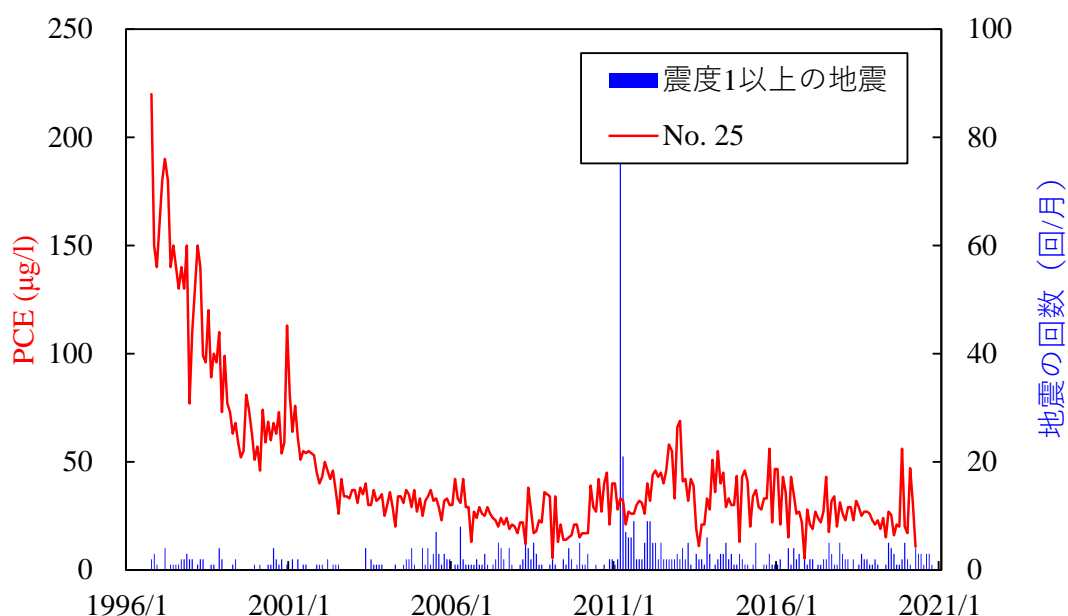


図 2-79 監視基準井戸（No. 25）における PCE 濃度と秦野市で観測された地震の回数

最尤推定^{※1}によって得られた値を観測値とともに示します。2012年から2013年においては、値の上下はあるものの、2014年以降は減少傾向が見て取れます。

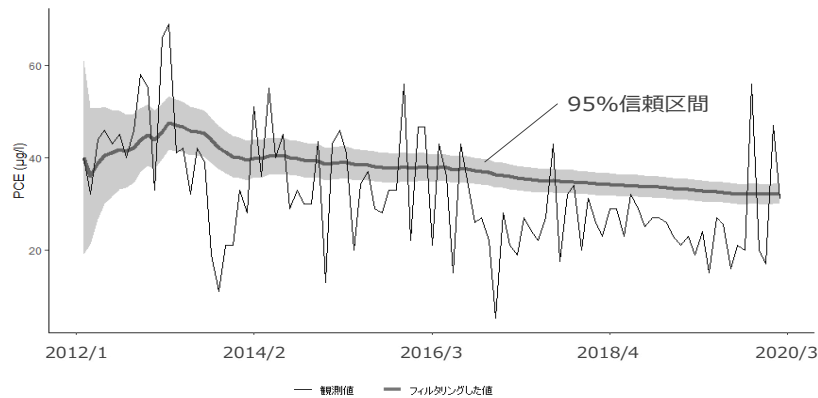


図 2-80 監視基準井戸 (No. 25) における PCE 濃度の観測値と解析結果との比較

極大値である 2014 年 5 月以降は、PCE 濃度は線形に減少すると仮定し、回帰分析を行いました。結果を以下に示します。回帰直線が環境基準を下回るのは、2035 年頃となりました。また、仮定するモデルによっても異なるものの、最尤推定によって得られた分布の 95%信頼区間は±10 $\mu\text{g/l}$ 程度でした。PCE 濃度が 10 $\mu\text{g/l}$ 増加すると仮定すれば、2042 年頃に環境基準を下回ることとなります。回帰直線を平行移動し、2011 年以前の観測データと比較すると、2014 年以降と似通った関係となることから、回帰式はある程度の再現性があると言えます。

これらをまとめると、観測データから得られた数値モデル、及び回帰式によって、監視基準井戸 (観測井 No. 25) における PCE 濃度の将来予測は、次のとおりシミュレーションされました。

PCE 濃度が環境基準を平均的に下回るのは 2035 年頃、恒常的に下回るのは 2042 年頃と予測されます。



図 2-81 監視基準井戸 (No. 25) における PCE 濃度の変化と回帰直線

※1 最尤推定：最も信頼性の高い推定方法。

