

三重県地盤沈下調査研究会

平成23年度 調査研究報告書

2012年2月

北勢地方の自噴井

平成 24 年 2 月

三重大学

大野 研

0 . 序章

1991 年度に、北勢地方の自噴井 10 カ所の計測を開始し、昨年度までに 4 カ所の自噴井の計測ができなくなった。したがって、現在は、北勢地方の 6 カ所の自噴井から、月に 1 回自噴量、水温、電気伝導度、pH を計測している。これらは、北勢地方の地下水の涵養、流動、流出をあらわしており、北勢地方の地盤環境の基本的なデータとなる。北勢地方の健全な地盤環境に必要な計測であると考えている。

1 . 地下水調査の概要

- 調査地点：図 1 に 7 カ所の井戸の位置を示すが、井戸 3 は昨年度噴出しなくなっている。表 1 に地表地質、標高、井戸深度を示す。
- 調査項目：調査項目は、自噴量、水温、電気伝導度、pH である。

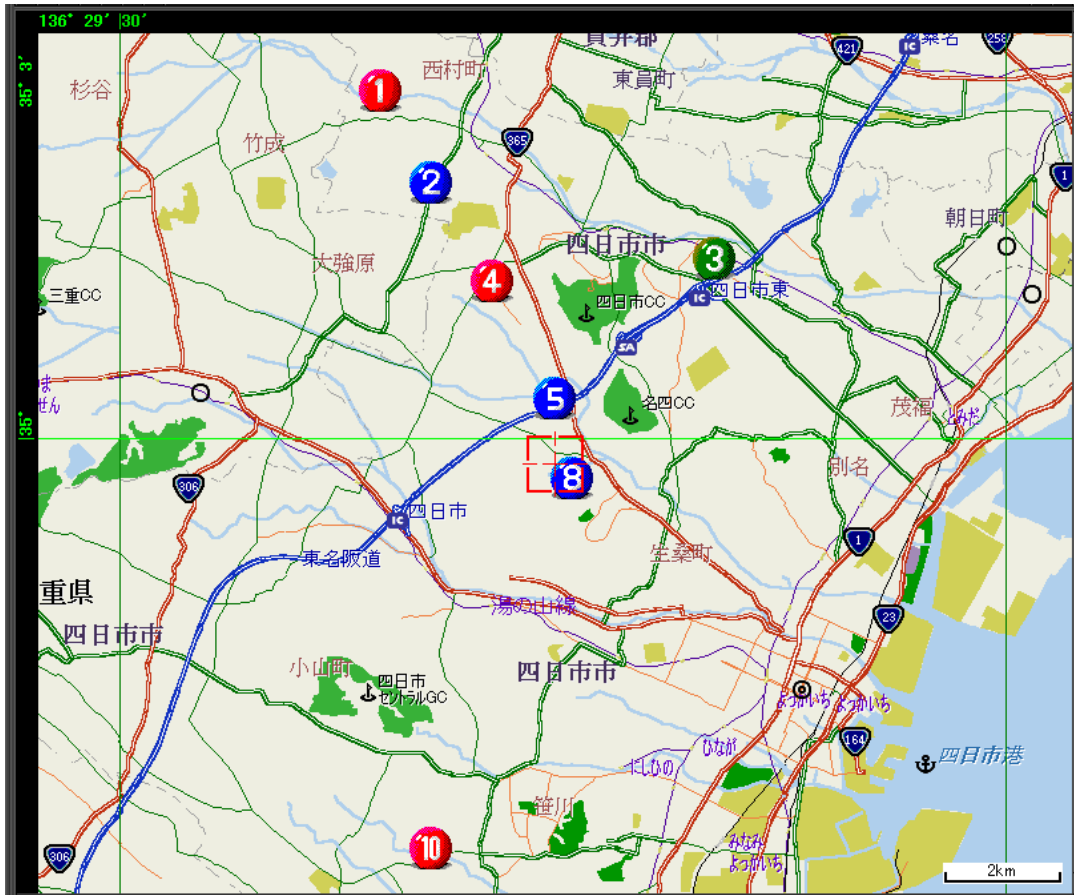


图 1 測定自噴井位置

表1 調査井戸の深度・標高。地表地質

井戸番号	深度(m)	標高(m)	地表地質
NO.1	-178	43	河床・新期扇状地推積物
NO.2	-243	45	低位段丘・中位段丘推積物
NO.3	-41	22	河床・新期扇状地推積物
NO.4	-382	45	低位段丘・中位段丘推積物
NO.5	-276	39	低位段丘・中位段丘推積物
NO.8	-234	50	低位段丘・中位段丘推積物
NO.10	-108	32	低位段丘推積物

2. 地下水調査の結果及び考察

2-1 自噴量

図 2-1 から図 2-7 に、1991 年 5 月から 2009 年 12 月までの自噴量の変化を示す。

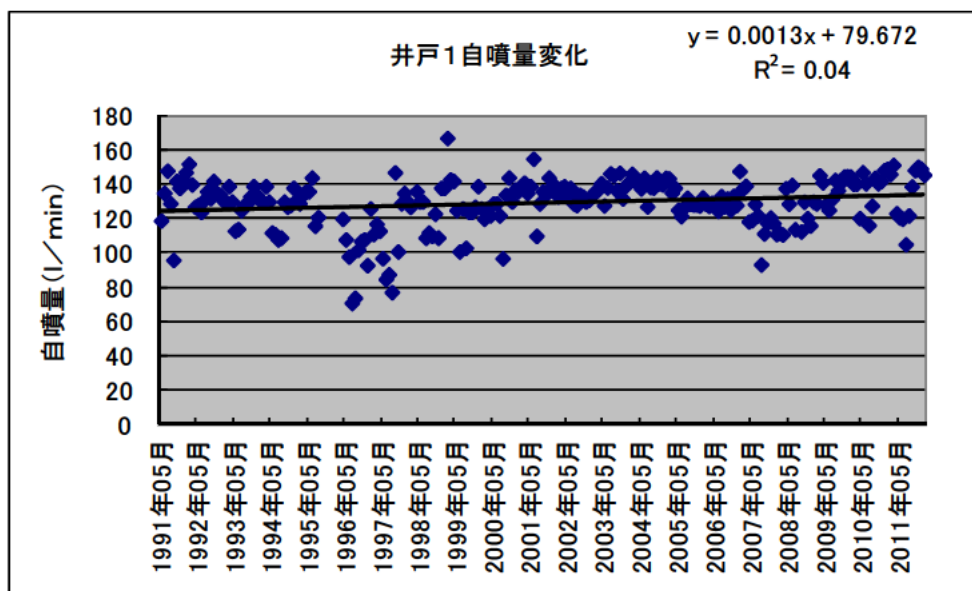


図 2-1 自噴井 1 の自噴量変化

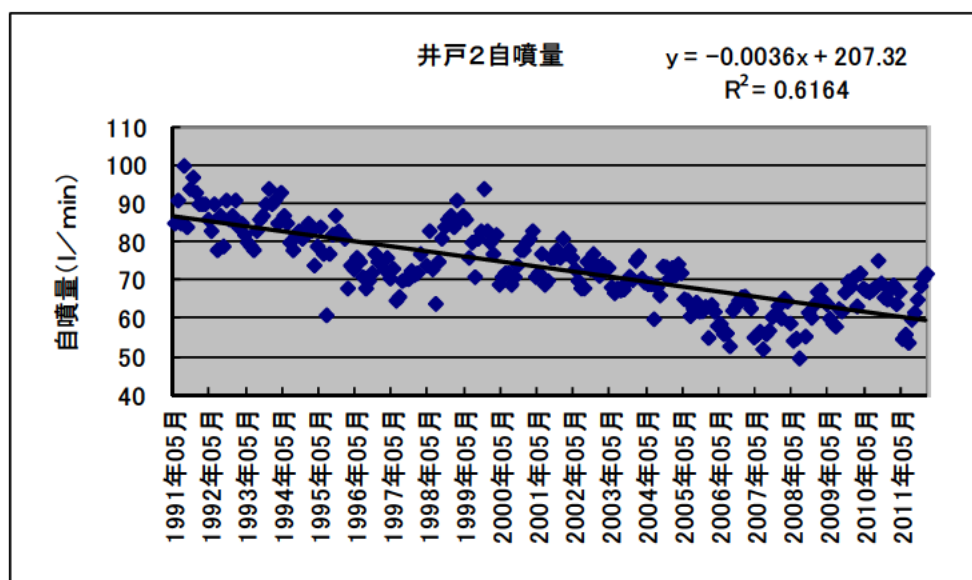


図 2-2 自噴井 2 の自噴量変化

作年度計測出来なくなった。

図 2-3 自噴井 3 の自噴量変化

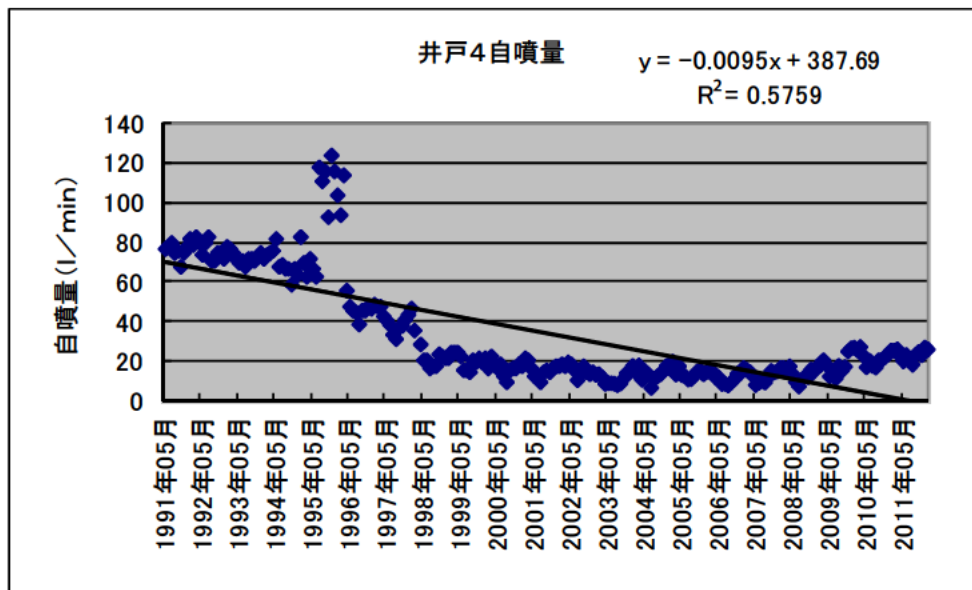


図 2-4 自噴井 4 の自噴量変化

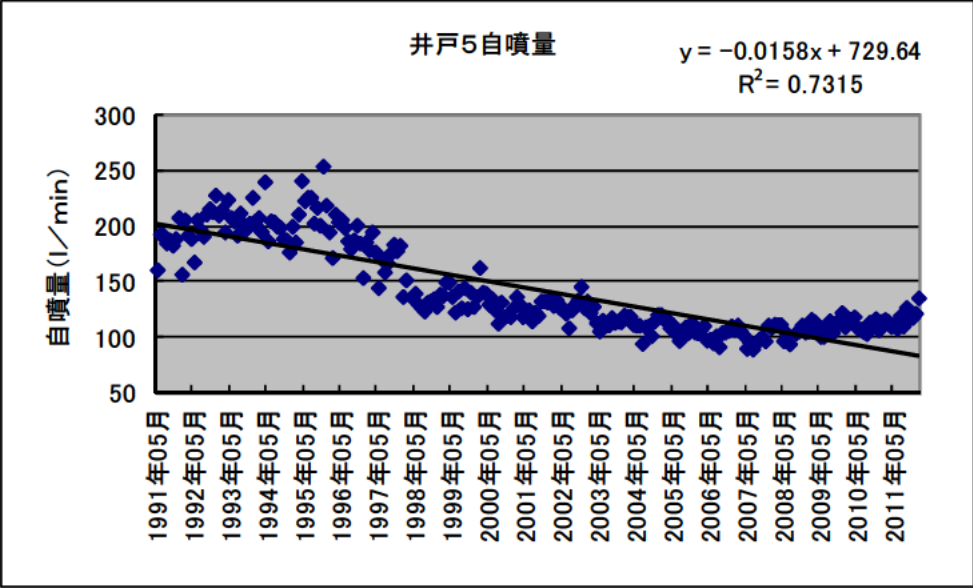


図 2-5 自噴井 5 の自噴量変化

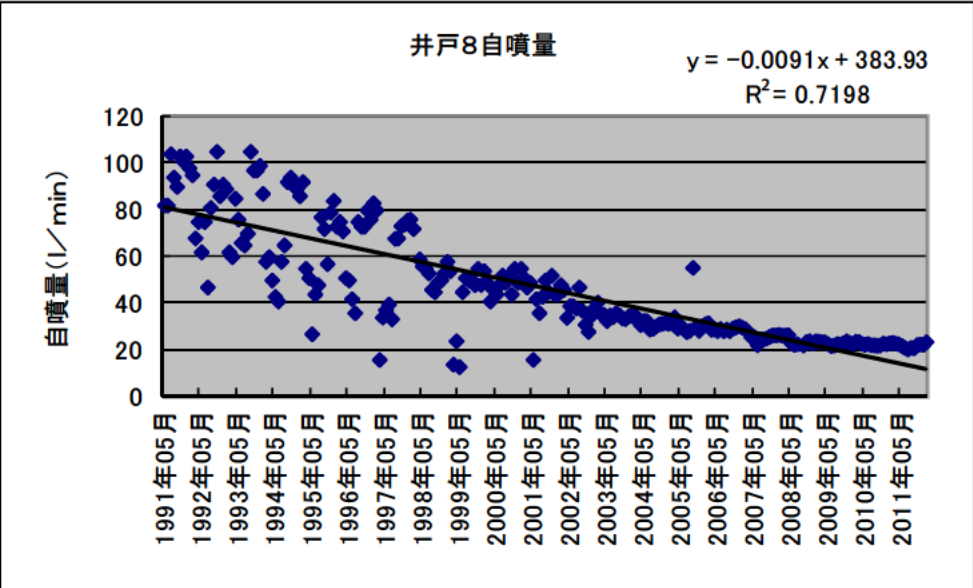


図 2-6 自噴井 8 の自噴量変化

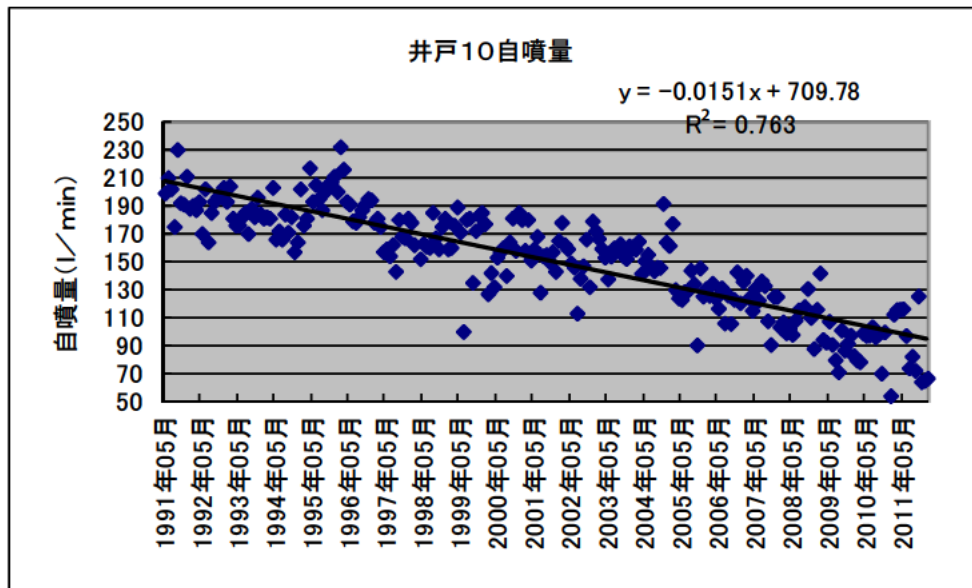


図 2-7 自噴井 10 の自噴量変化

これらの図から、井戸 1 を除いて、いずれの井戸の自噴量も長期的に減少傾向を示していることが分かる。近年に限ると安定傾向から、むしろ増加傾向がうかがえる。全ての井戸の自噴量を同じグラフに示した図 2-8 を示す。

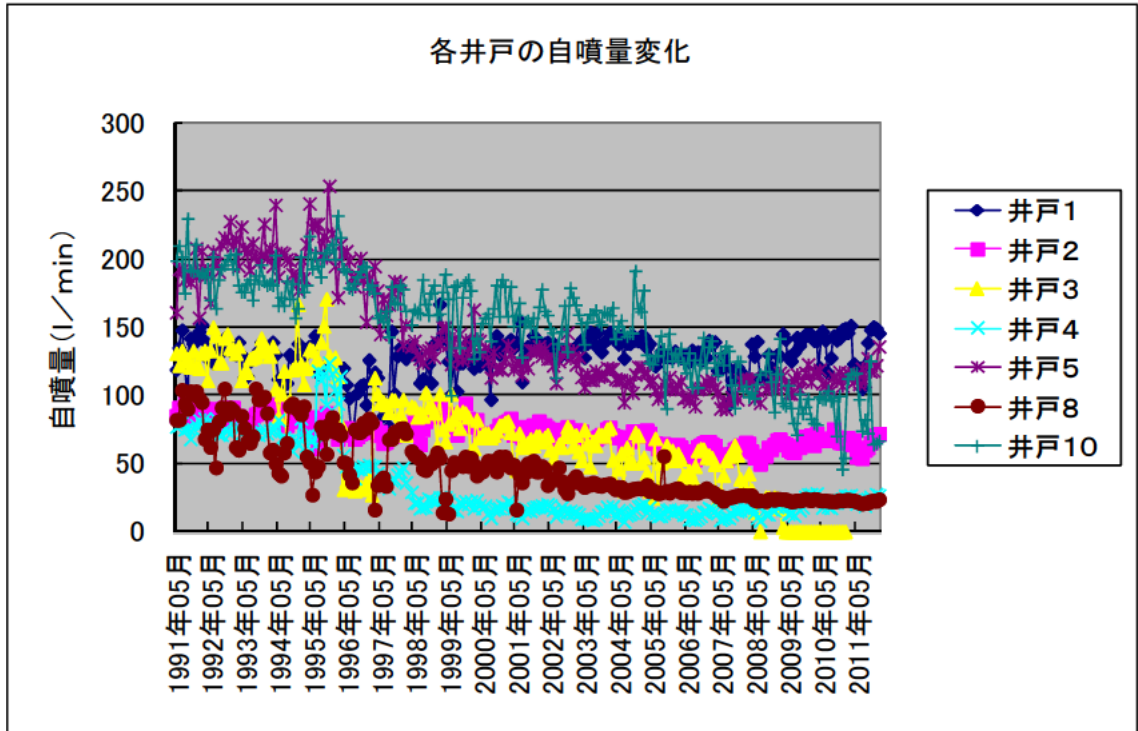


図 2-8 各井戸の自噴量変化

この図から見ても分かるように、自噴量の長期的な減少傾向は深刻であるが、多くの井戸で減少傾向が止まり、安定から増加傾向に転じている。

さらに、地盤環境の変化を検討するためには、その他の計測値の変化も重要である。そこで、図 2-9 から図 2-16 に各井戸の地下水温の変化を、図 2-17 から図 2-24 に電気伝導度の変化を示す。図 2-25 から図 2-32 に pH の変化を示す。ただし、pH の測定に関しては、2004 年度からしか行われていない。

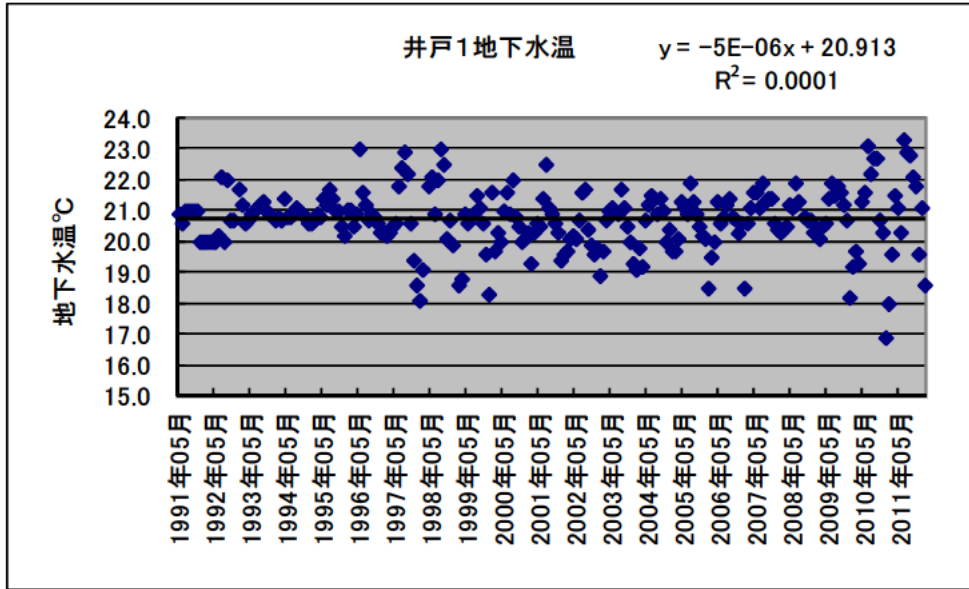


図 2-9 自噴井 1 の地下水温

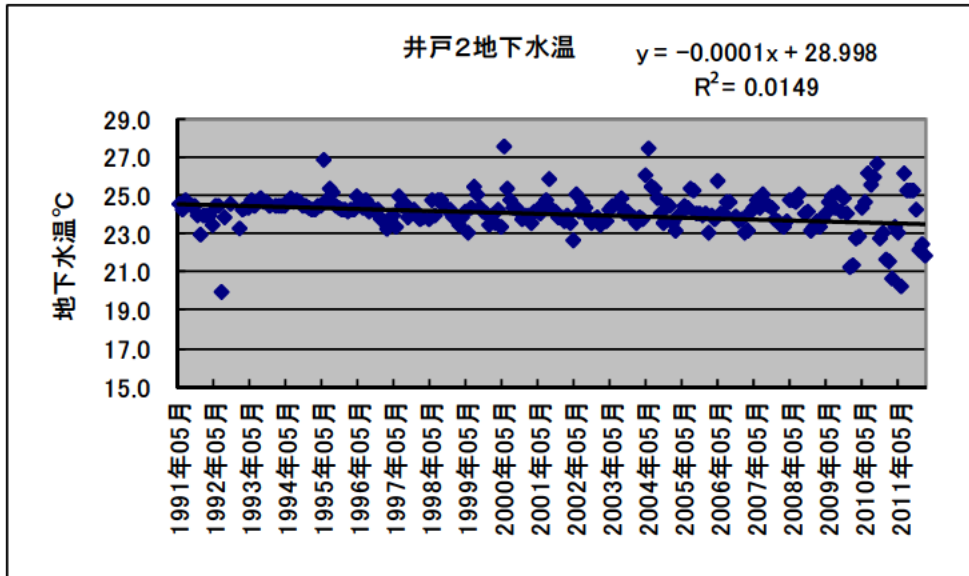


図 2-10 自噴井 2 の地下水温

作年度から計測出来なくなった。

図 2-11 自噴井 3 の地下水温

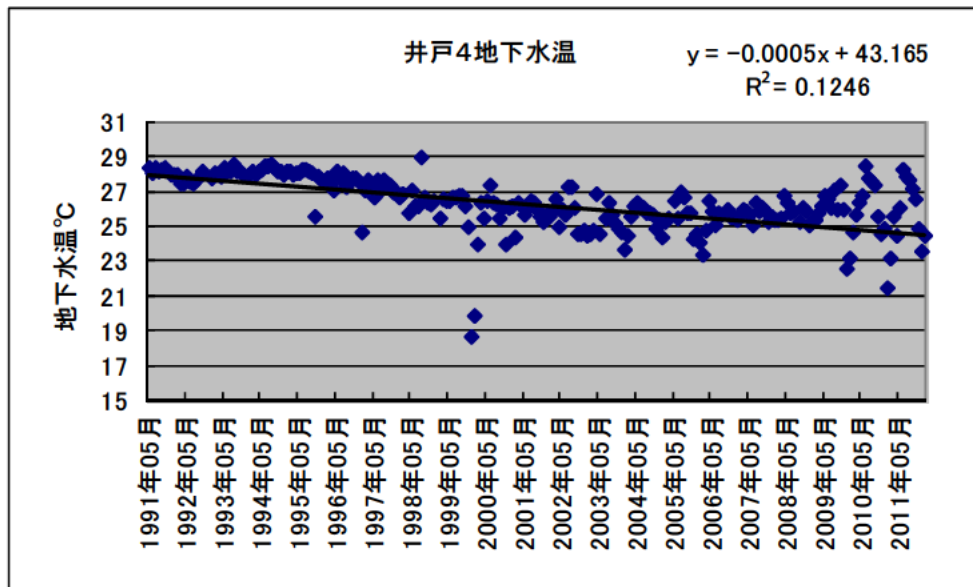


図 2-12 自噴井 4 の地下水温

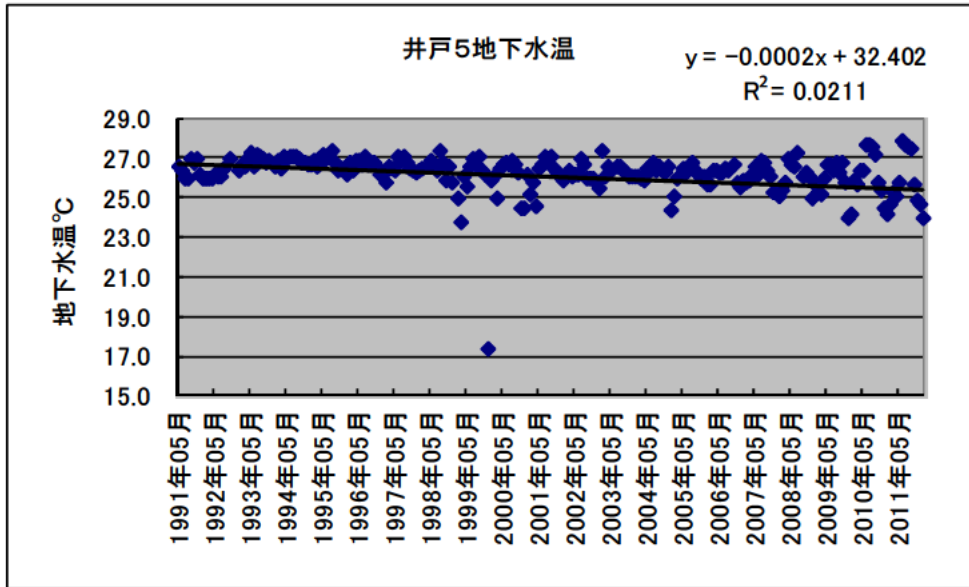


図 2-13 自噴井 5 の地下水温

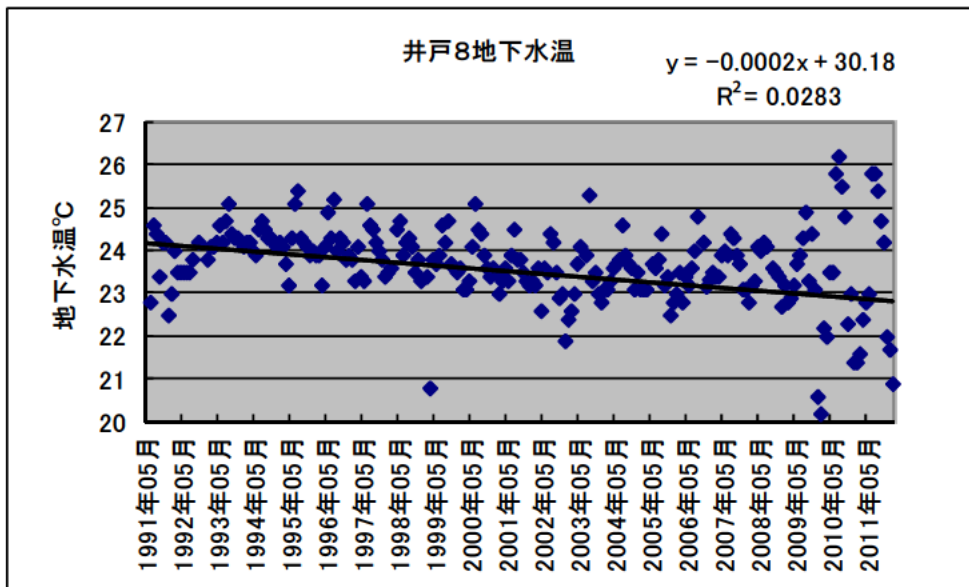


図 2-14 自噴井 8 の地下水温

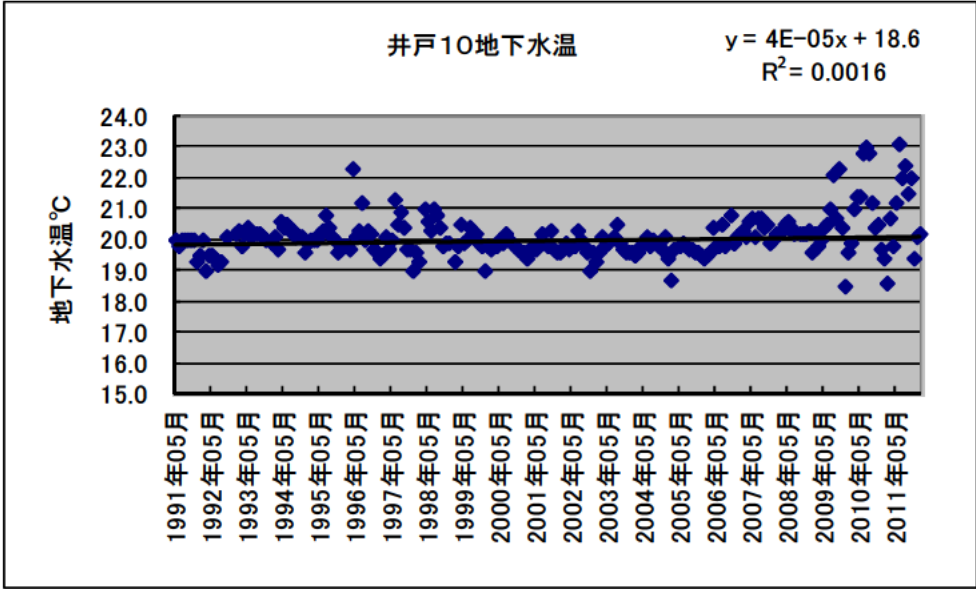


図 2-15 自噴井 10 の地下水温

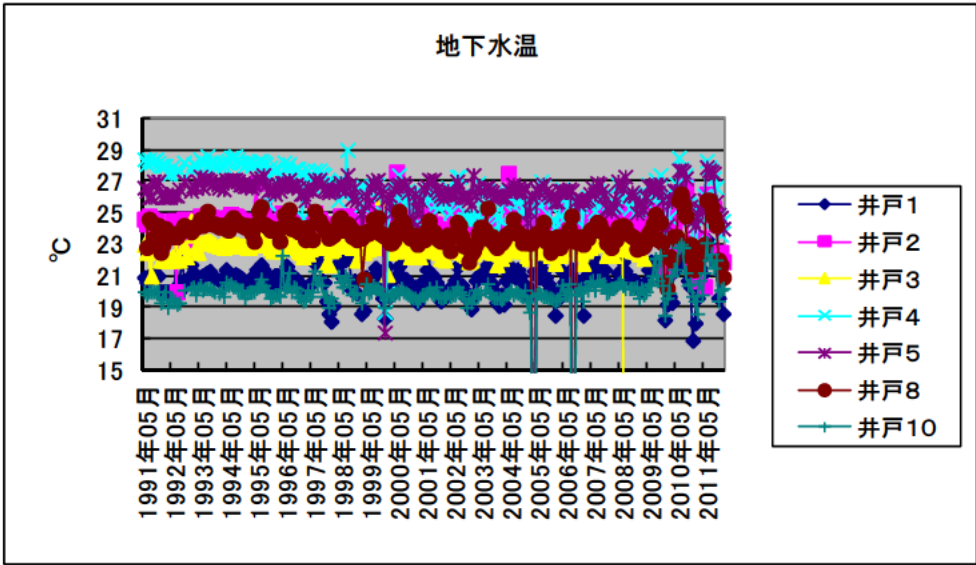


図 2-16 各井戸の地下水温変化

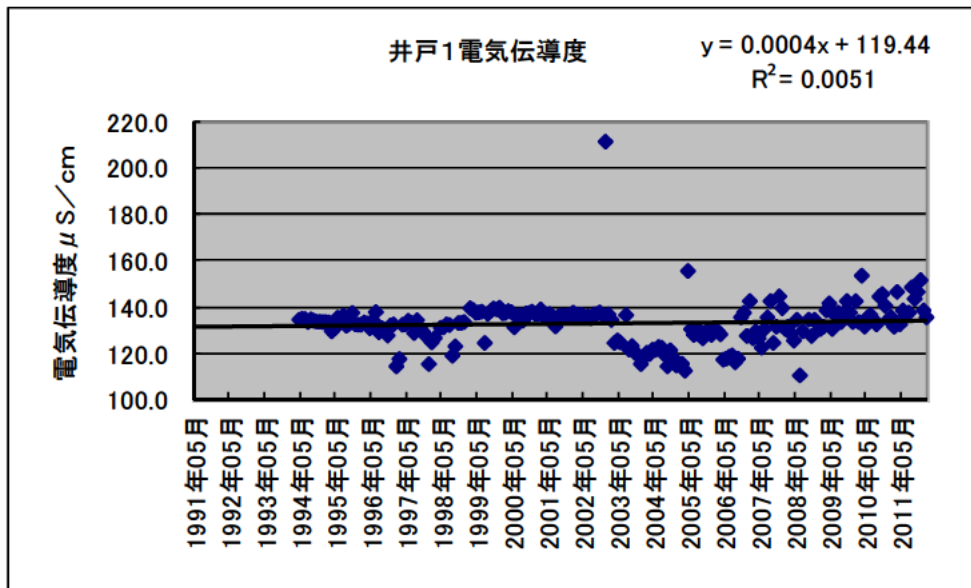


図 2-17 自噴井 1 の電気伝導度

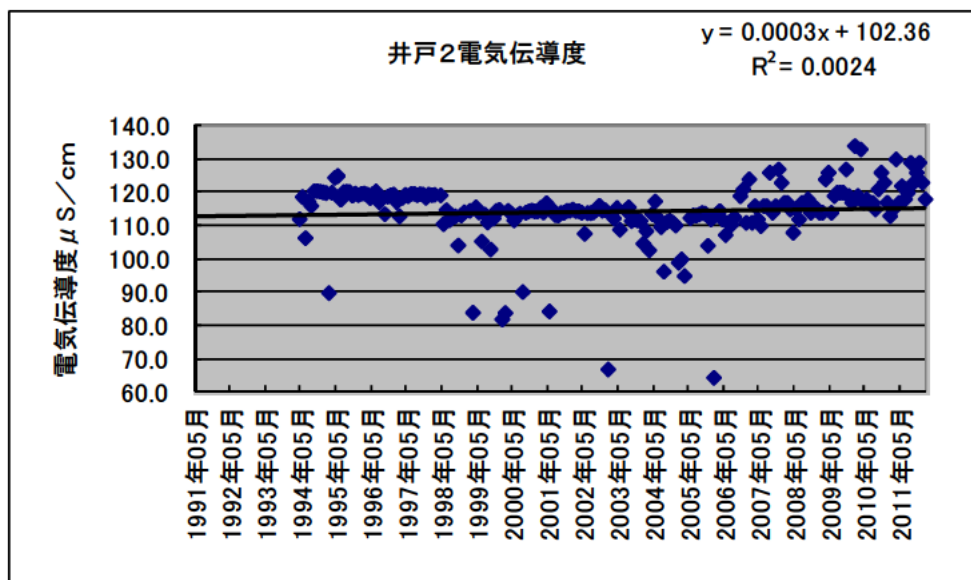


図 2-18 自噴井 2 の電気伝導度

作年度から計測出来なくなった。

図 2-19 自噴井 3 の電気伝導度

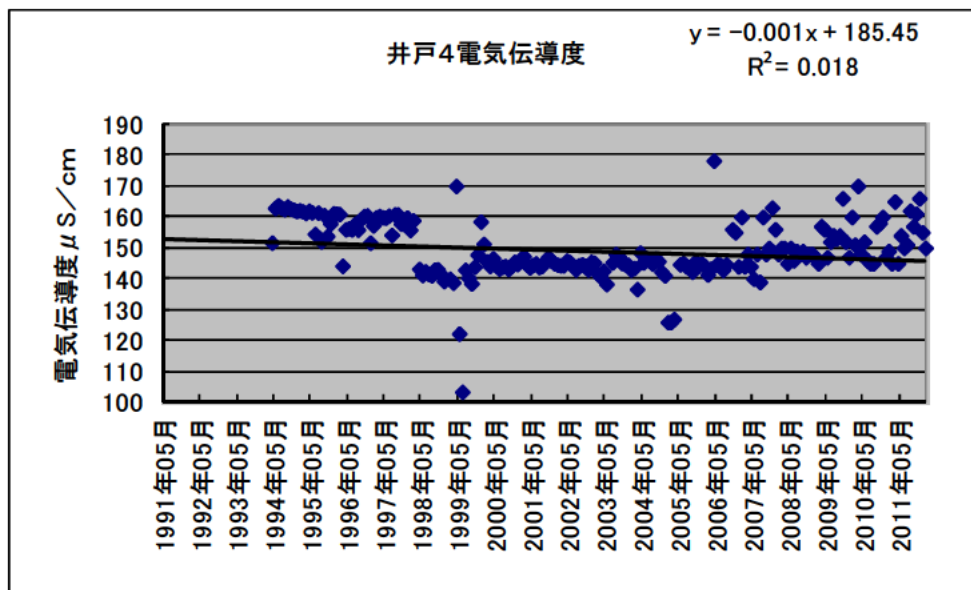


図 2-20 自噴井 4 の電気伝導度

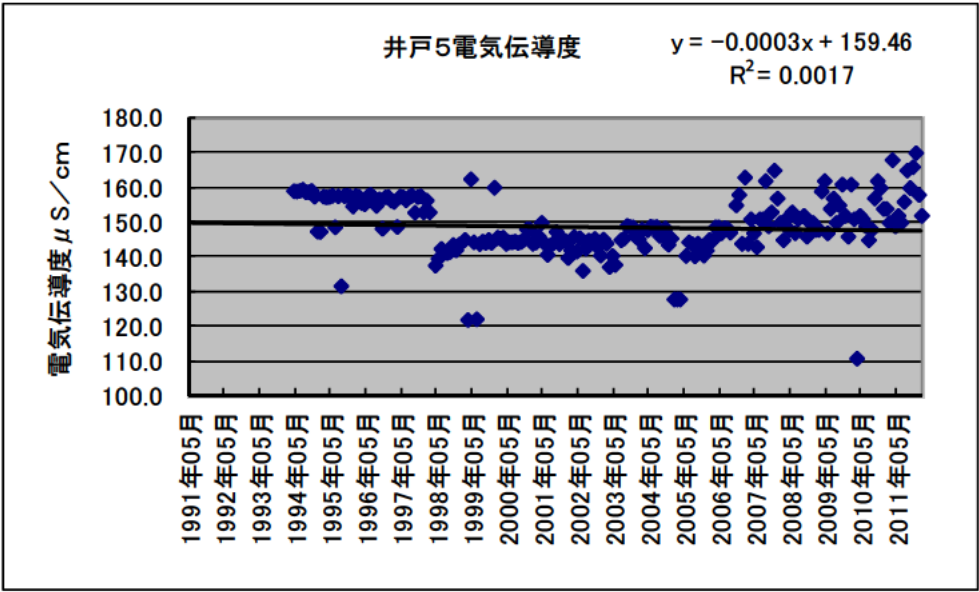


図 2-21 自噴井 5 の電気伝導度

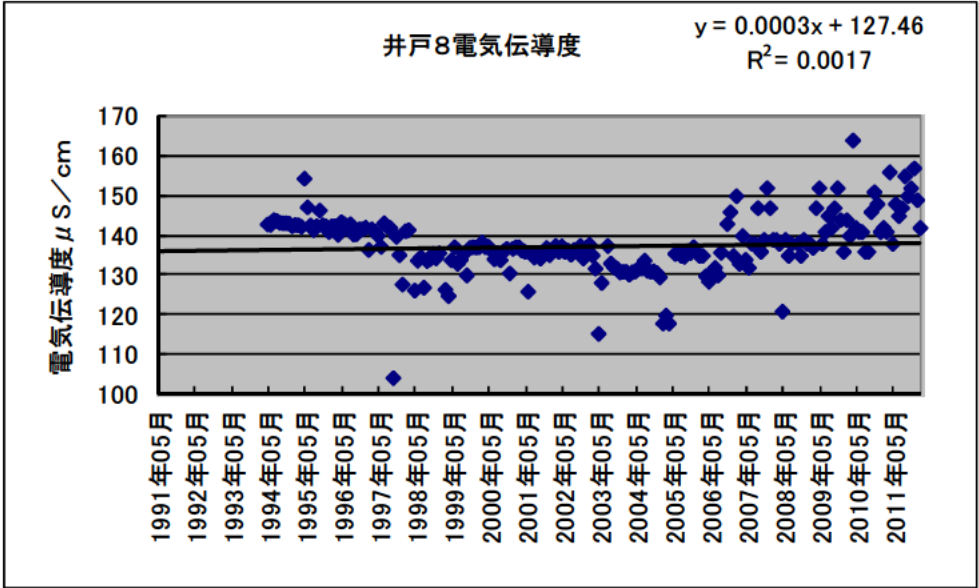


図 2-22 自噴井 8 の電気伝導度

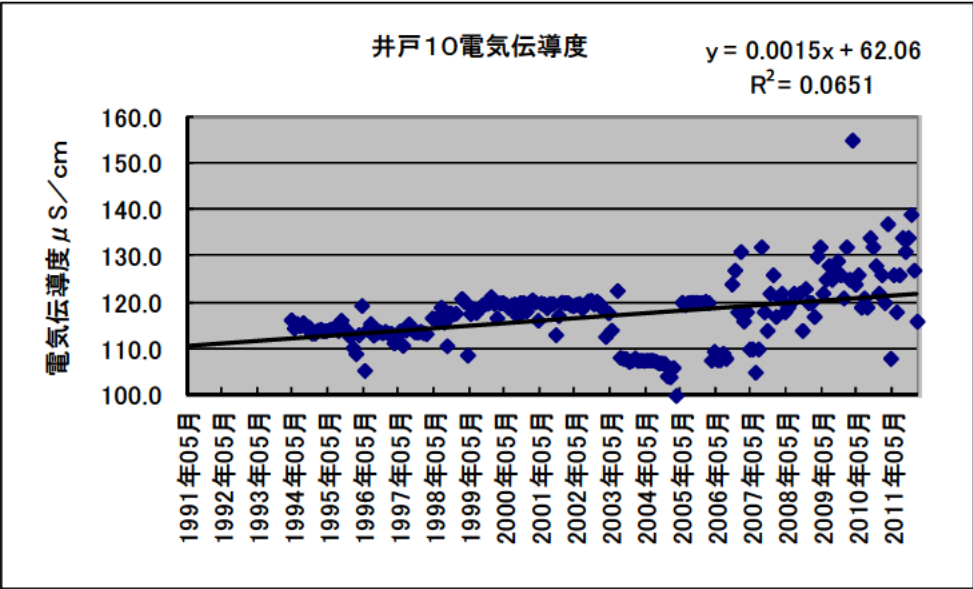


図 2-23 自噴井 10 の電気伝導度

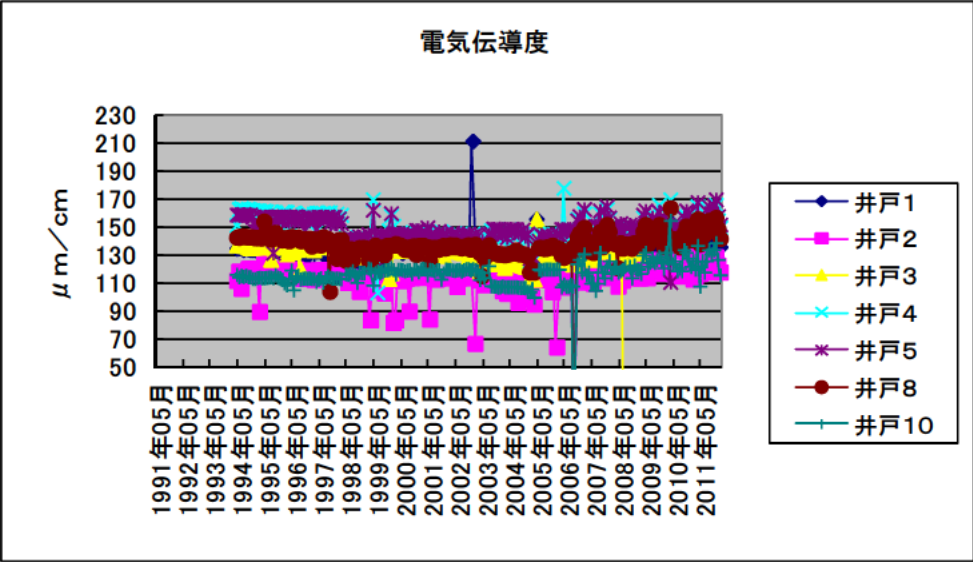


図 2-24 各井戸の電気伝導度変化

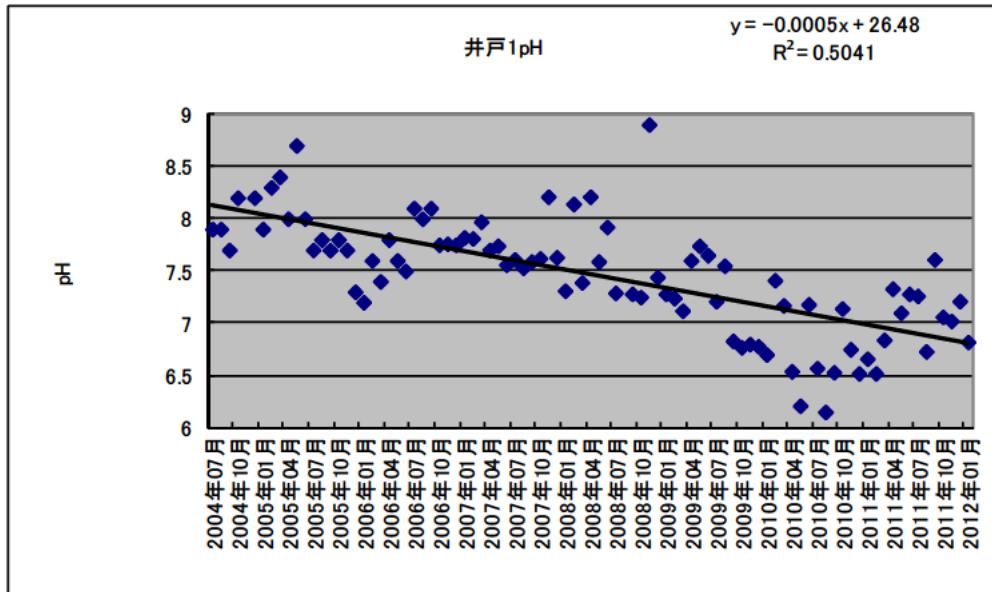


図 2-25 自噴井 1 の pH

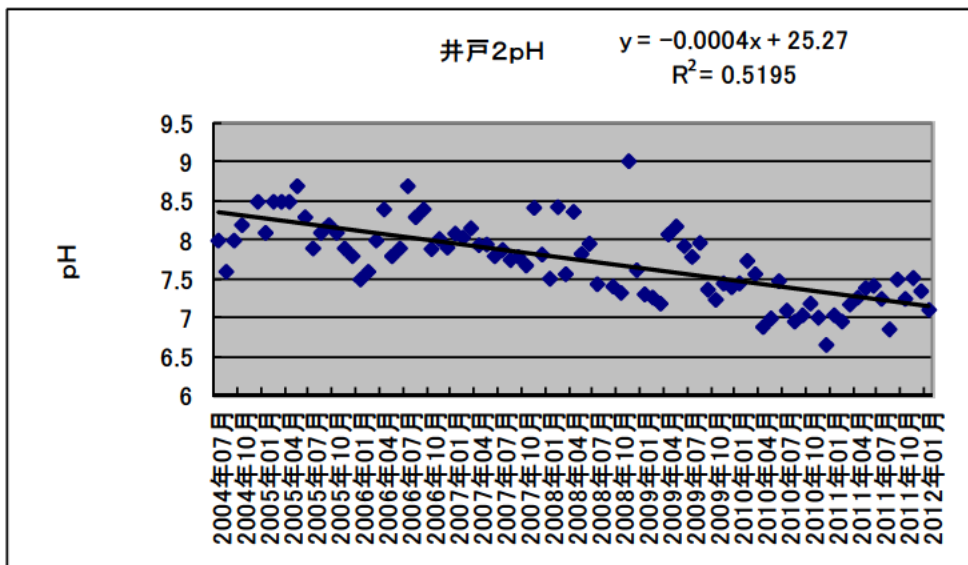


図 2-26 自噴井 2 の pH

作年度から計測出来なくなった。

図 2-27 自噴井 3 の pH

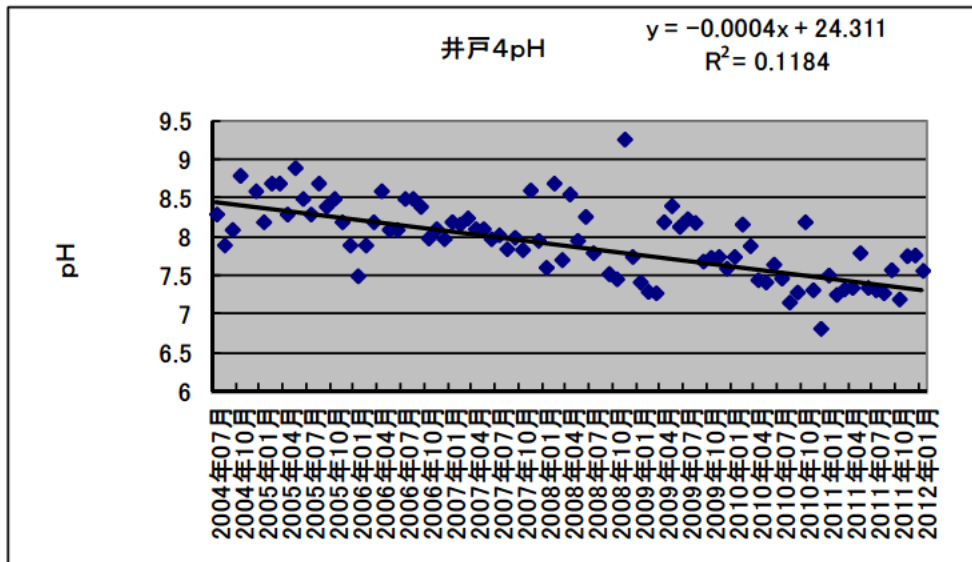


図 2-28 自噴井 4 の pH

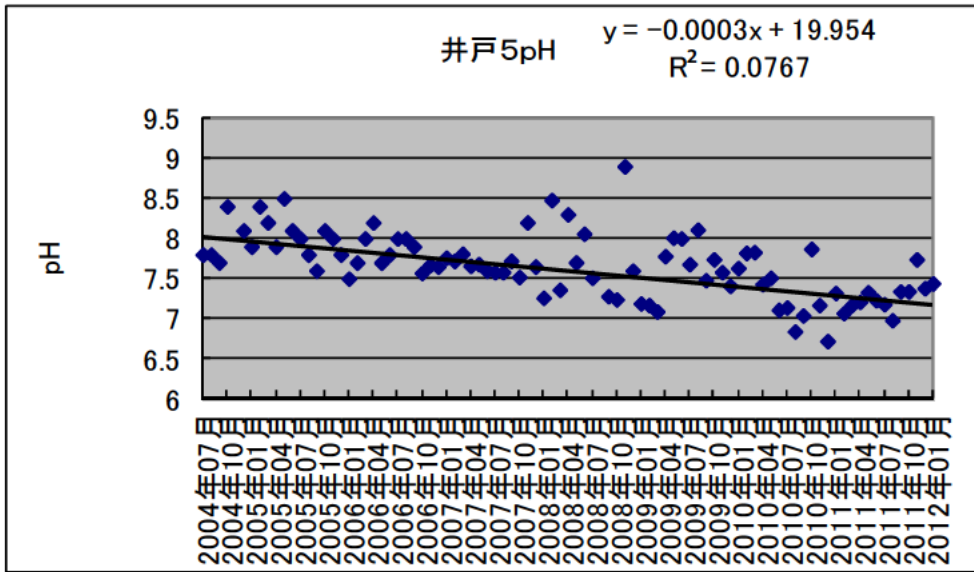


図 2-29 自噴井 5 の pH

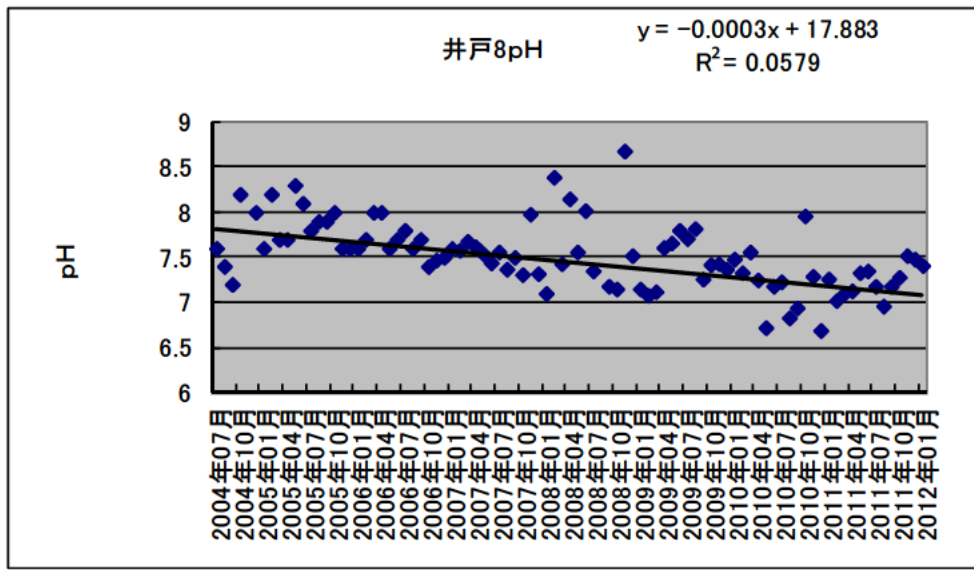


図 2-30 自噴井 8 の pH

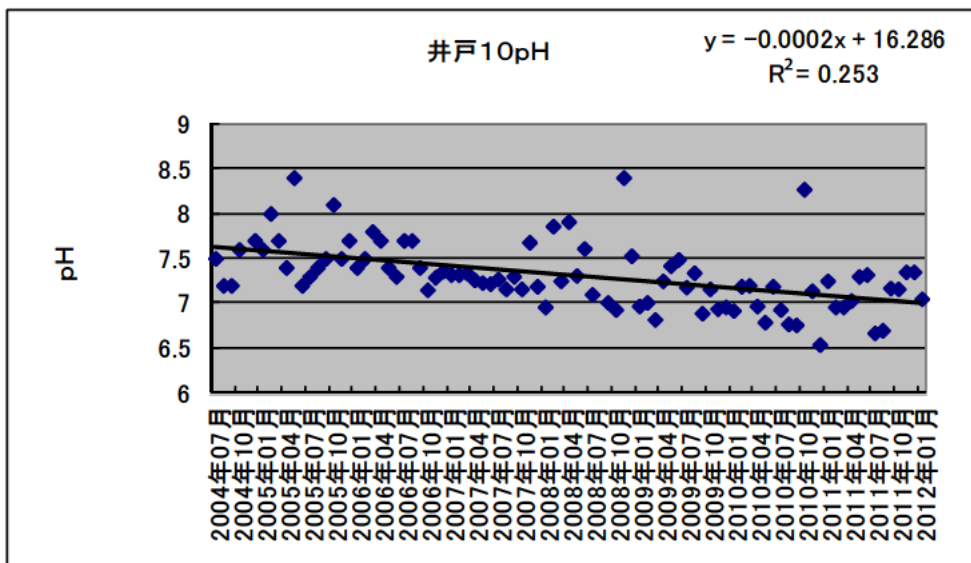


図 2-31 自噴井 10 の pH

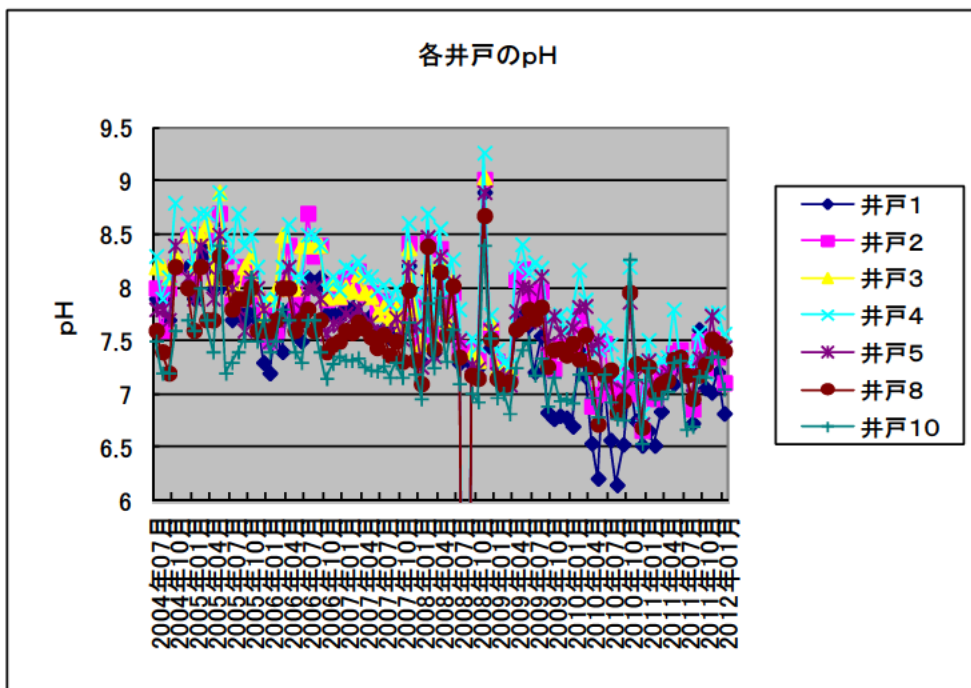


図 2-32 各井戸の pH 変化

地下水温に関しては、総ての井戸で長期的には概ね安定していることが分かる。ただし井戸4、井戸5、井戸8に関しては、やや低下傾向である。またここ数年、年間を通しての水温の変動が大きくなってきている。

電気伝導度に関しては、安定傾向からやや増加傾向を示している。絶対値としては、非常に小さい値でもないし、非常に大きい値でもない。河川上流の清浄な水と比較すると、大きいのが、概ね清浄な河川下流の水と同程度であり、水道水よりもやや小さい。地盤に含まれるミネラル分が地下水に涌出した結果電気伝導度が高いのか、地下水が汚染されているのか判断が困難である。

pHは、いずれの井戸でも低下傾向を示し、アルカリ性を失い、中性に近づいているのが分かる。このことから、地盤のミネラル分の地下水への涌出が減少していることが予想される。

これらの3つの水質指標から判断すると、これらの井戸への地表水の流入が大きくなってきていることが予測される。すなわち、地表水の流入によって、水温の変動が大きくなり（夏に暖かく、冬に冷たくなる）、ある程度汚れた地表水のために電気伝導度が高くなるが、地盤のミネラル分の涌出の減少のために中性に近づく。

まとめ

継続して観測している自噴井の観察状況を叙述した。序でも述べたように、健全な水循環システムを構築するためには、これらのメカニズムの解明が必要である。近年自噴量の減少が落ち着いてきたにもかかわらず、水質の変化が観測され、地表水の流入の影響が見受けられる。これがもともとの地下水の減少によるものか、井戸の近辺で地表水が浸透出来るようになったのかは不明である。しかし、観測している井戸の深度すべて 100m 以上有ることから、新たな浸透場所が出来たとは考えにくい。歴史の古い地下水が消費され、新しい地表水の浸透によって何とかバランスを保っている状況と考えられる。したがって、少しの変化でバランスが崩れやすい状況になってきていると考えられ、今後も観測が必要である。

地盤沈下による低平地での津波災害

葛葉 泰久 (三重大学大学院 生物資源学研究科)

研究報告書

研究題目：地盤沈下による低平地での津波災害

研究担当者：葛葉泰久

I. 当初の研究計画

年度当初に提出した研究計画は以下のようなものであった。

2011年3月11日の東日本大震災では、地震動そのものによる被害より、海岸部での津波による被害が顕著であった。伊勢湾内では大きな津波が襲来しないことにはなっているが、万一津波が襲来した場合には、地盤沈下による低平地での被害は甚大になると予想できる。そこで、何らかの津波シミュレーション手法を開発したのち、これらの低平地での被害についてシミュレートする手法を検討する。

II. 実績報告の概要

研究を行う上で、まずは津波の原因となる地震のメカニズムについて検討する必要があると考えた。伊勢湾岸地域に襲来する津波のうち、最も警戒すべきものは、東海・東南海・南海地震のいわゆる3連動地震である。例えば、同じようなプレート境界型地震である東北地方太平洋沖地震については、いくつかの震源モデル(メカニズム)が提案されており、それらは互いに微妙に異なる。そこで、本年は、地震の観測波形からメカニズムを知る「インバージョン手法」を高度化することを目的に研究を進めた。結果として、我々が予てから地球物理学に用いてきた「マルチフラクタル理論」によって、インバージョン手法が高度化できる可能性が示せた。

III. 実績報告

1. スペクトル解析

研究では、地震のすべり量分布がマルチフラクタル的性質を持っているか否かを調べた。以下、その結果である。データとしては、兵庫県南部地震のすべり量分布を用いた。我々が Kikuchi(2003)の遠地実体波インバージョンで出したすべり量の分布 Finite-Source Rupture Model Database から Zeng and Anderson (2000), Yoshida et al. (1996), Waldl (1996), Koketsu et al. (1998), Ide and Takeo (1996), Horikawa et al. (1996), Cho and Nakanishi (2000), Sekiguchi et al. (2002), Sekiguchi et al. (2000)の9個のデータを取得し、合計10個のデータを用いてスペクトル解析を行った。その結果を表に示す。

もしすべり量分布がマルチフラクタル的性質を備えているなら、すべり量分布を一次元的に解析した場合、 $E(k) = k^{-\beta}$ なる関係が成立することが知られている。ここで $E(k)$ はパワーで、 k は波数である。つまり、マルチフラクタル的性質を持っていれば、波数を横軸に、

パワーを縦軸にプロットしたグラフが *log-log linear* になる .

表 得られた結果(の値)

データ名	β	K
Kikuchi(2003)のプログラムから算出した分布図	0.95	0.01 k 0.2
Zeng and Anderson (2000)	2.83	0.03 k 1
Yoshida et al. (1996)	2.54	0.01 k 0.2
Wald(1996)	1.66	0.01 k 0.2
Koketsu et al. (1998)	1.68	0.01 k 0.2
Ide and Takeo (1996)	3.25	0.01 k 1
Horikawa et al (1996)	1.78	0.02 k 0.1
Cho and Nakanishi (2000)	0.53	0.01 k 0.1
Sekiguchi et al. (2002)	1.71	0.03 k 0.3
Sekiguchi et al. (2000)	1.61	0.03 k 0.3

表には , 得られた の値を示した . いずれも , 充分大きな相関係数で波数とパワーが *log-log linear* な関係を持っていた .

2 . Double trace moment 法

前節で示したスペクトル解析により , 波数とパワーが *log-log linear* な関係を持っている場合 , 場がフラクタルであることはわかって , それがモノフラクタルなのか , マルチフラクタルなのかはわからない . つまり「波数とパワーが *log-log linear* な関係を持っている」ことは , 場がマルチフラクタルであることの必要条件ではあっても , 十分条件ではない .

そこで , ここでは , DTM(double trace moment)法を使ってマルチフラクタルか否かを確認する . ただし , DTM 法には少なくともデータ数が 32 ないしは 64 が必要であるから , 前述のデータのうち , データが充実している Ide and Takeo (1996)のデータだけを使用した . その結果は , $\alpha=1.19$; $C =0.06$ であった . $\alpha=0$ である時 , モノフラクタルである . C は観測面の疎ら度で , 値が小さいほど疎ら度が小さくなる . つまり観測面に速度がゼロであるポイントが少ないことを意味する .

以上のことから , 少なくとも Ide and Takeo (1996)のデータはマルチフラクタル性を持っていると考える .

3 . 結論

今までの結果より , インバージョン手法で得られたすべり量分布を , マルチフラクタルを生成させるシミュレーションでダウンスケーリングすることができる . その結果 , さらに細かいすべり量分布を得ることが出来る可能性がある .