

都市域における地下水位変動に関する資料解析

鳥取大学工学部 正 会 員 清水 正喜
鳥取大学大学院 学生会員 ○石飛 善行

1. はじめに

我が国の地盤沈下の多くは地下水の過剰採取により引き起こされた。大阪の地盤沈下等がよく知られている。多くの都市で、地下水の採取規制により水位回復を図っていたが、それに伴って新たな問題も生じている。地下水位上昇に伴って東京駅で発生した過剰水圧などがその例である。

本研究では、日本全国の地下水位変動を資料に基づいて明らかにすることを目的としている。ここでは、大阪の観測データについて、移動平均法とランニングスペクトルを用いたデータのスペクトル解析を行った結果を示し、地下水位変動特性を考察した。大阪における兵庫県南部地震時の水位変動の地域性等についても検討した。また、ストレーナー深度を考慮した水位変動の表現方法を工夫し、その方法による帯水層を同定できる可能性についても検討した。

2. データと解析方法

地下水位年表¹⁾に記載されているデータを用いた。自記水位計で観測されている1日毎正時(0時, 1時, …)の平均値を日水位データとしたものである。

1) 短期および長期変動特性の解析方法

本研究では、周期 $T \leq 365$ 日の成分を短期変動と考えている。そこで、365日のデータ長で移動平均法を用いて長期変動成分を抽出した。実変動から長期変動成分を減ずることで短期変動成分を表した。短期変動成分についてスペクトル解析を行った。

2) スペクトル解析の方法

地下水位変動は常に決まった変動であるわけではなく、様々な要因が影響してくる。全データ数 N の期間の振動特性を把握するため、データ数 n のランニングスペクトルを求めて、平均化した。これは、1回のスペクトル解析に使用するデータ数 n の中に、必要な情報があるとは限らないことと、全期間に共通した特徴的なスペクトルを見るためである。個々のスペクトル解析にはFFTプログラムを用いた。

3) 解析方法による比較

短期・長期変動成分を表す方法として、ローパス

フィルタ (LPF)・ハイパスフィルタ (HPF) と本研究で用いた移動平均を用いる方法の比較を行う。

フーリエ変換を行い、LPFで長期変動成分をカットしたのについてフーリエ逆変換を行い、短期変動成分を表したものと、実変動-移動平均によって表したものを図1に示す。また、長期変動成分をHPFによるものと移動平均によって表したものを図2に示す。移動平均を用いた方法と、LPF, HPFを用いて逆変換を行う方法では、短期・長期変動成分ともに解析期間の始めと終りで大きな違いがみられる(図1, 2)。そこで、移動平均法による方法がよいのではないかと考えたため、本研究では、移動平均法による方法を採用した。

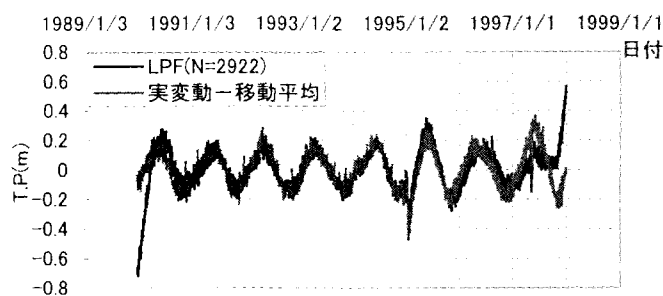


図1 短期変動 (観測井番号 11-2)

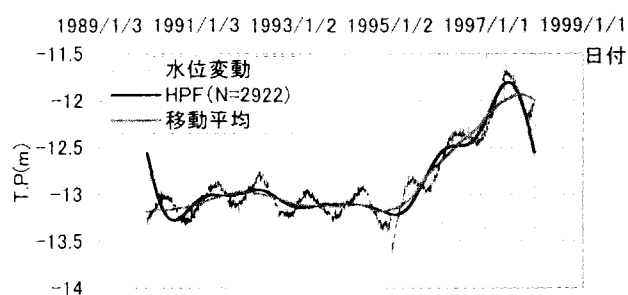


図2 長期変動と観測データ (観測井番号 11-2)

4) ストレーナー深度を考慮した水位変動の表現方法

複数の観測井が存在し、地下水位が同じレベルにある場合は、同一グラフ上に図示すると複雑になり、比較しにくい。そこで、ストレーナー位置で変動曲線を表現する方法を採用し、平均値がストレーナー位置にくるようにしたものを換算水位 s と呼ぶこととした。 s は次式で表される。

$$s(t) = D_s + \alpha \{h(t) - \bar{h}\} \quad \alpha: \text{拡大率} (\alpha > 0)$$

D_s : ストレーナー深度を T.P.(m) で表したもの
 $h(t)$: 観測データ(m) $\bar{h}$: 平均水位(m)

3. 解析結果

例として、西大阪地区における観測データと解析結果を示す。

観測データを図3に示す。#11-2を除く観測データで、1992～1996年の間にみられる一時的な地下水位低下は、大阪市域でJR東西線や共同溝等の工事が行われており、この工事の際に、地下水位を低下させる工法で地盤掘削を行っていたことと関連するものと考えられる²⁾。このように、大阪の地下水位変動は、深層域においては工事の影響を除くと概ね上昇傾向にあることがわかった。

換算水位を図4に示す。#11-1と#12は水位変動の様子がとてもよく似ている(図3)。しかし、#11-1、11-2、11-3、12、14は、それぞれストレーナー位置が100m程度異なることがわかる(図4)。スペースの都合で載せていないが、柱状図³⁾からこれら5つの観測データは別々の帯水層であるといえる。

ランニングスペクトルを用いたスペクトル解析結果を図5に示す。スペクトル解析における全データ数 N と1回のスペクトル解析に使用するデータ数 n の影響で、今回の解析で用いたデータ数 $N=2922$ 、 $n=2048$ では、人間活動の周期である7日のような短周期のものは明瞭にあらわれるが、一年にわたるような長周期になるとずれが生じる可能性がある。図5では293日で卓越周期が見られるが、これは気候の影響と思われるものがずれている可能性がある。

図6に示した兵庫県南部地震時の水位変動から#14では水位の上昇がみられ、#11-1、11-2、11-3、12では低下がみられることがわかる。地震時の地下水位の挙動は、帯水層が同じであれば必ず同じ挙動を示すというわけではなく、その地域における地震時の地盤変動の特徴も影響してくると考えられる。

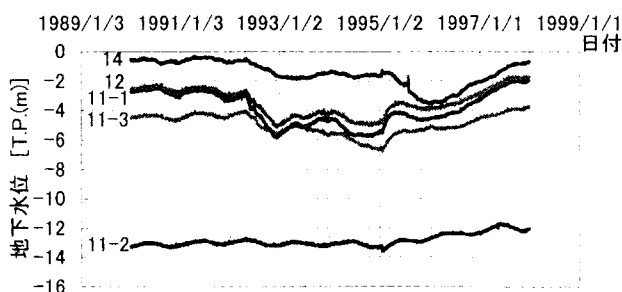


図3 観測データ (図中の番号は観測井番号を表す)

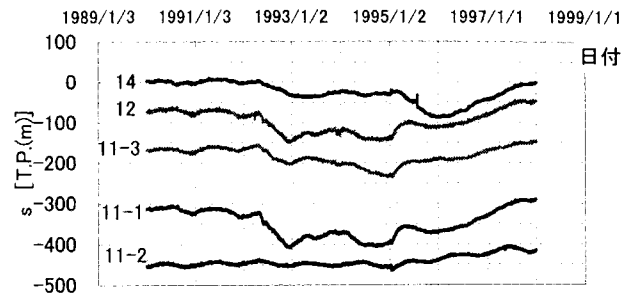


図4 換算水位 s (図中の番号は観測井番号を表す)

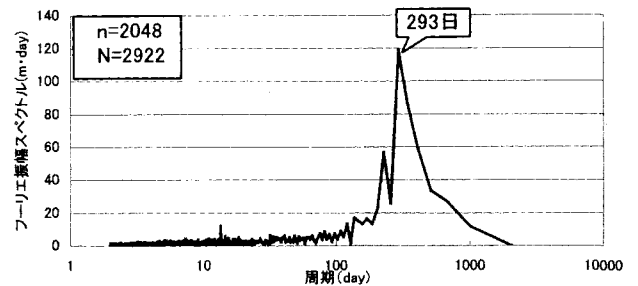


図5 フーリエスペクトル (観測井番号 11-2)

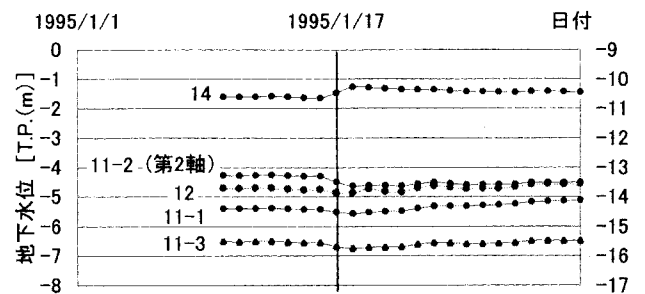


図6 兵庫県南部地震時の水位変動
(プロットは日水位)

4. まとめ

- ・ 一年にわたるような長周期の変動特性を調べるためには、データ数を多く用意する必要がある。
- ・ 大阪の深層域においては、地下水採取規制により地下水位変動は増加傾向にある(図3)。
- ・ 換算水位を用いることで帯水層と不透水層が複数存在する場合に、地下水位変動の挙動から帯水層を同定するのに有効である。

<参考文献>

- 1)建設省河川局編：地下水位年表，鑿井協会，1990～1997
- 2)地下水位制御が地盤環境に及ぼす影響評価に関する調査委員会：大阪地域における地下水位変動と地盤沈下，地下水位制御が地盤環境に及ぼす影響評価，土木学会関西支部，pp.1-1～1-63，2002
- 3)土質工学会関西支部・関西地質調査業協会編著：新編 大阪地盤図，1987