

# 足柄平野に設置した地震予知研究用地下水位観測井における温度検層結果

板寺一洋\*、棚田俊收\*

Thermal logs of Monitoring Wells for Earthquake Forecast Study of the Ashigara Plain

by

Kazuhiro ITADERA \* and Toshikazu TANADA \*

## 1. はじめに

温泉地学研究所では、地震予知研究の一環として、神奈川県西部地域の6ヶ所(図1)に専用観測井を設置し地下水位の連続観測をおこなっている。これらの観測結果から地震にともなう異常を検出するためには、地下水位を変化させる要因の把握とその補正法を検討することに加えて、地震発生過程に想定される地殻変動が地下水位に及ぼす影響について予測することが有効であると考えられる。そのためには、それぞれの観測井の地域的な代表性、つまり、観測している地下水位が、どのような集水域や地下水流動系を反映しているのかを明らかにする必要がある。本稿では、6観測井のうち足柄平野に設置した3観測井について、主要な帯水層や地下水の流れの卓越している深度等を推定するための温度検層をおこなったので、その結果を報告する。

## 2. 調査対象井戸の概要と観測方法

図1に示した地下水位観測井のうち、足柄平野に設置した大井、小田原、南足柄の観測井を対象として、1999(平成11)年の初冬(11月)と2000(平成12)年の春季(4月~5月)の2時期に温度検層を実施した。各観測井の概要と検層実施時の水位について表1に示した。

図2には各観測井における地下水位年変化を示した。温度検層を実施したのは水位が低下を続けている時期と、低下から上昇へ転換を始めた時期に相当することがわかる。なお、観測井ごとの水位変化の特徴については横山ほか(1995)や板寺(1999)を参照していただきたい。

温度検層で使用した検層器の仕様等は次のとおりである。

検層器	ジオロガー 3030 MARK 2
	(応用地質株式会社製)

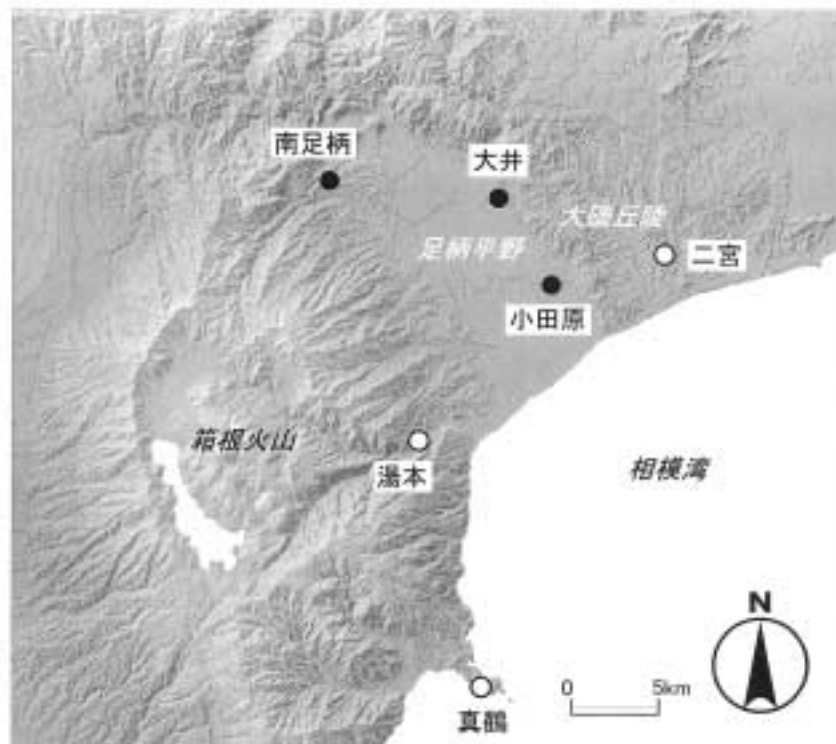


図1 温泉地学研究所の地下水位観測井分布  
(温度検層の対象とした井戸を ● で、それ以外を ○ で位置を示した)

\*神奈川県温泉地学研究所 〒250 0031 神奈川県小田原市入生田 586  
報告, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第32巻, 59-62, 2001.

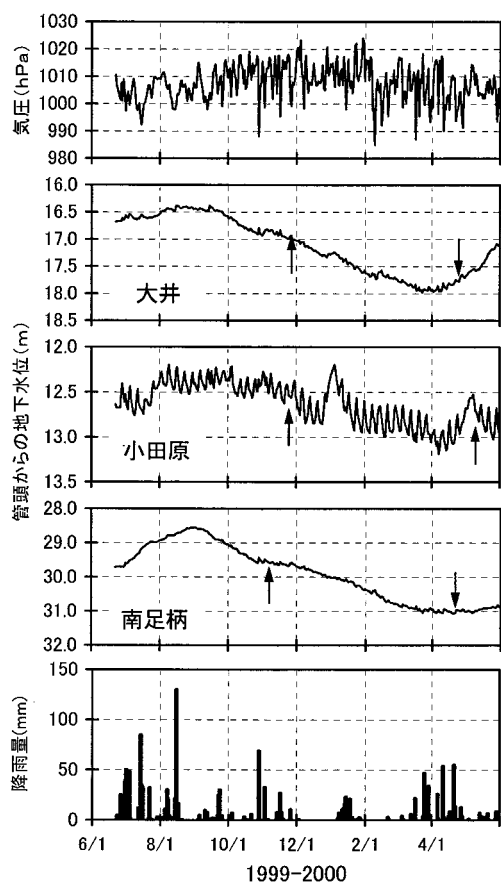


図2 温度検層を実施した観測井における 1999(平成11)年6月から2000(平成12)年5月までの水位変化(検層実施時期を矢印で示した)

温度センサー仕様     サーミスタ方式  
    測定範囲 0 ~ 100  
 温度センサー精度     ± 2%F.S.  
 センサー降下・上昇速度   約 1m/分

温度検層では、まず、毎分約 1m の速度で温度センサーを降下させ、孔内温度の鉛直分布を測定した。次いで、毎分約 1m の速度で温度センサーを上昇させ、孔内温度の鉛直分布を測定した。各観測井での検層開始前には、センサーを専用回路に接続し、出力調整を行うことで較正を実施している。

表1 温度検層を実施した観測井の概要

観測井名	大井	小田原	南足柄
所在地	大井町金子	小田原市千代	南足柄市内山
標高 (m)	47	22	143
深度 (m)	300	300	150
スクリーン深度 (m)	270~300	270~300	120~150
帯水層の地質*	固結したレキ層	固結した泥岩層	固結したレキ層
管頭からの地下水位 (m)	16.94 (1999/11/29)	12.55 (1999/11/25)	29.55 (1999/11/ 9)
(温度検層実施日)	17.72 (2000/ 4/25)	12.80 (2000/ 5/12)	30.97 (2000/ 4/24)

測定結果は記録計によって深度 10cm ごとにデジタル記録される。なお、1999 年 11 月の小田原観測井の検層では記録時に不具合が生じ、センサー降下時の記録が残らなかった。センサーの移動により孔内に水の移動が生じ水温分布を乱す可能性があるため、本来、先に測定する降下時の結果のほうを採用すべきであるが、温度センサーの移動速度が小さいため、上昇時の結果を代用できるものと考えた。

### 3. 温度検層結果

図3 1 ~ 3 に各観測井における検層結果を示した。それぞれ、掘削時に報告されているボーリング柱状図を簡略化して示してあり、地下水の主要な帯水層に構成すると考えられる砂・レキ層の記載のある部分にハッチを施してある。以下、孔内温度の鉛直分布の概要について述べる。

#### 3.1. 大井観測井

大井観測井における検層結果(図3 1)によると、1999(平成11)年11月の結果では、水面から深度約 40m まで温度勾配が小さくなっているものの、深度 170m 付近まで温度の上昇傾向が続いている。深度 170m 以深では、スクリーン深度を含む約 130m の間ほぼ一定の温度(16.5 ~ 16.6)となっている。

一方、2000(平成12)年5月の結果では、水面を境に温度が低下し、深度 30m 付近で最低値(14.4)となった後、孔底まで、ほぼ様に温度が上昇していることがわかる。検層時期による温度差は、地表 ~ 深度 120m および 200m 以深で大きくなっている。なお、深度 272m 付近でセンサー降下が困難となったため、それ以深の検層は実施できなかった。

#### 3.2. 小田原観測井

小田原観測井における検層結果を図3 2に示した。2時期とも深度 268m 付近でセンサー降下が困難となったため、それ以深の検層は実施できなかった。1999(平成11)年11月の結果によれば、管内の空気中(水面まで)では温

\* 帯水層の地質は横山ほか(1995)による

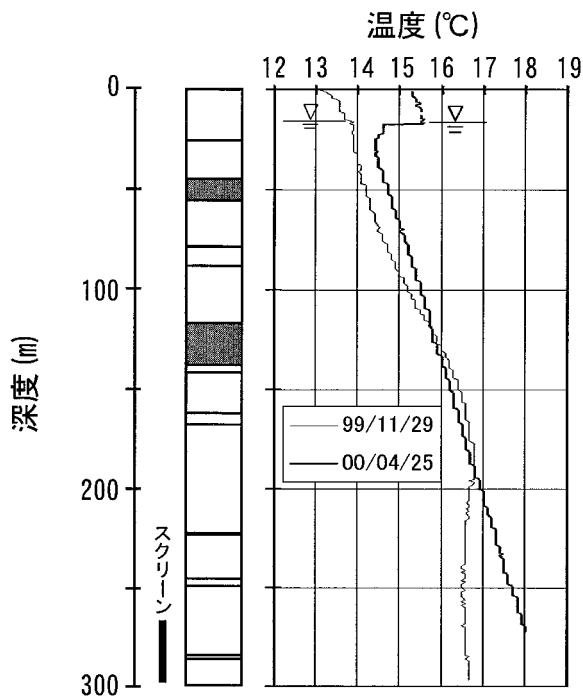


図 3-1 大井観測井における温度検層結果  
(柱状図のハッチ部分は砂・レキ層の分布深度を、  
また は検層実施時の地下水位を示す)

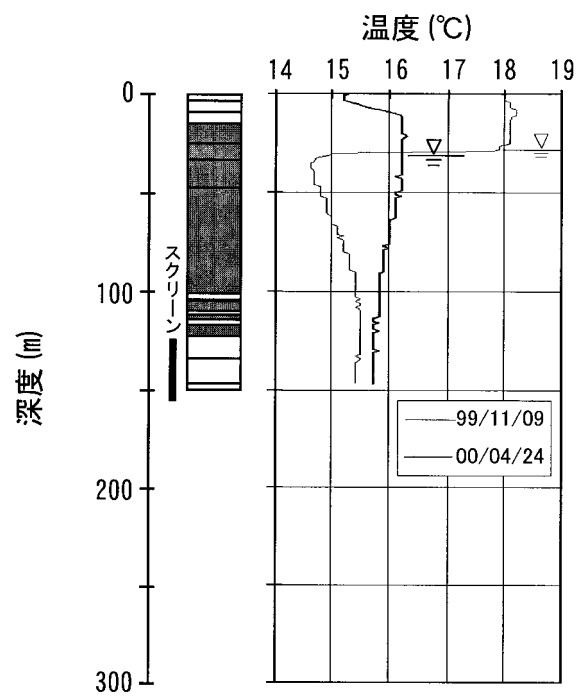


図 3-3 南足柄観測井における温度検層結果  
(柱状図のハッチ部分は砂・レキ層の分布深度を、  
また は検層実施時の地下水位を示す)

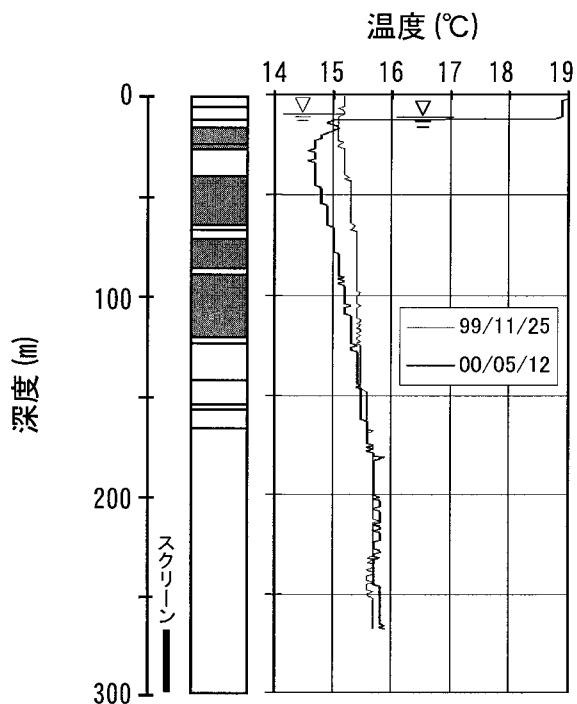


図 3-2 小田原観測井における温度検層結果  
(柱状図のハッチ部分は砂・レキ層の分布深度を、  
また は検層実施時の地下水位を示す)

度が一定、水面付近で極小(15.1)となった後、深度160m付近まで徐々に上昇し、それ以深では、スクリーン付近までほぼ一定(15.7)となっている。

これに対して2000(平成12)年5月の結果では、水面通過に伴い温度が急低下、数mの間、温度が上昇した後、

再び温度が低下し、深度30m前後で最低(14.6)となっている。深度40～160mまで一様な上昇傾向を示し、それ以深ではスクリーン付近までほぼ一定で、前年11月とほぼ同じ温度(15.8)となっている。検層時期による温度差は砂・レキ層の分布する深度で大きくなっている。

### 3.3 南足柄観測井

南足柄観測井における検層結果(図3.3)によると、1999(平成11)年10月の結果では、深度10m程度まで上昇した後、水面付近までほぼ一定の温度(18.1)を示している。水面通過に伴い温度が急低下し、深度40m付近で最低値(14.6)を示した後、深度120m程度まで一様な上昇傾向に転じ、それ以深では、孔底までほぼ一定の温度(15.4)となっている。

これに対して、2000(平成12)年4月の結果では、深度10m程度までの温度上昇傾向は同じだが、その勾配は急であることがわかる。深度10～100mまで一様な低下傾向が続いており、水面の通過前後での変化は認められない。深度120m以深では、孔底までほぼ一定の温度(15.7)となっているが、1999(平成11)年10月より高くなっている。検層時期による温度差は砂・レキ層の分布する深度で大きくなっている。

### 4. おわりに

日本における恒温層深度は10～20m程度である(木内, 1950)。地下水等の流動にともなう熱移流の影響が無視で

きる場合、恒温層以深では、地温は季節変化せず深度とともに上昇する。その割合(地温勾配)は地域の地殻熱流量と地層の熱伝導率によって決まると考えられる。

これに対して、今回の温度検層結果には、深度数十 m 以上であっても地温勾配が著しく小さい区間や逆転している区間、時期による温度差が大きい区間等が認められた。また、スクリーンを含む区間(小田原ではスクリーン上部まで)の温度がほぼ一定である状況が把握された。以上の結果から、地温分布に影響を及ぼすような活発な地下水流が存在していることが推察される。今後も様々な時期に検層を行い、温度の鉛直分布とその経時変化の特徴を明らかにし、観測井の代表する地下水流動系の把握ための検討を進めていきたい。

#### 参考文献

- 板寺一洋(1999) 温泉地学研究所の観測井における地下水位変化の特徴とその補正について、温地研報告、29(1・2)、57-64。
- 木内四郎兵衛(1950) 恒温層深度と温度に関する考察、地学雑誌、59、28-32。
- 横山尚秀、小鷹滋郎、板寺一洋、長瀬和雄、杉山茂夫(1995) 神奈川県西部地震予知研究のための地下水位観測施設と地下水位解析、温地研報告、31(1・2)、21-36。