

(7)

東北地方太平洋沖地震に伴う東京における被圧地下水位の変動要因

東京都土木技術支援・人材育成センター ○石原成幸, 高崎忠勝, 川合将文  
 首都大学東京大学院 河村 明, 天口英雄

1. はじめに

東京都土木技術支援・人材育成センターが都内に設置する地下水観測井では、不圧・被圧を問わず、東北地方太平洋沖地震（以下「東日本大地震」という）に伴う変動が明瞭かつ広範囲に観測された。著者らは 2011 年 3 月の 1 時間地下水位データを用い、その時系列変動特性から東日本大地震に伴う東京での不圧・被圧地下水位の変動パターン特性を分類し、その特性について考察を行った<sup>1)</sup>。本研究では、著者らが分類した被圧地下水位の変動パターン分類を用いて、ストレーナ深度と地下水変動量との関係など、その変動要因について検討を行ったものである。

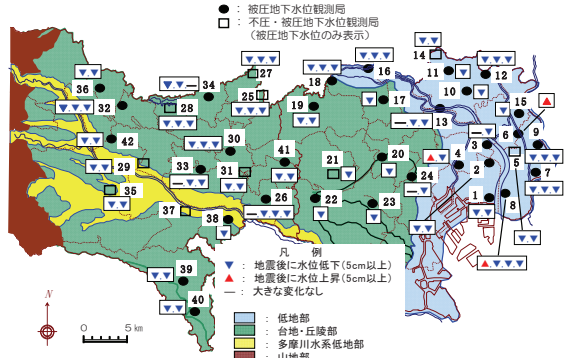


図-1 観測局並びに地下水位変動状況

2. 被圧地下水位観測の概要

図-1 は、東京都内の被圧地下水位 42 観測局（89 井）および地震時の地下水位の変動状況を地形概要とともに示し、表-1 は図-1 に対応する局番号とストレーナの深度を示している。観測井の深度は 25m～417m、その構造は単管式（一部で二重管式）を基本とし、管径は 20cm を基本（一部が 5cm～15cm）となっている。

3. 東日本大地震前後の被圧地下水位変動傾向

東京地方の揺れは、本震が震度 5 強 (M9.0)、余震で震度 5 弱 (M7.4) など、数多くの地震が観測された。図-1 は、3 月 11 日 14 時と 16 時（一部 15 時）の短期的な水位を比較し、閾値 5cm 以上の上昇・低下を「変動あり：▲・▼」、5cm 未満を「変動なし：—」に大別した。1 観測局に複数の変動表示があるのは、表-1 の観測井に対応している。一方、表-1 に示す深度毎の変動量は観測井毎の短期的な値であり、分類は 3 月 1 箇月間の地下水位の変動傾向である。また、図-2 には 89 観測井のうち 8 井に関する水位変動の時系列を、気象庁東京管区気象台の降水量とともに示す。図中のグラフの断線は、計画停電による欠測である。

地下水位の変動パターンは、既往の研究<sup>1)</sup>により得られた結果を用いる。すなわち、地震に伴う水位低下が見られたものをパターン C-D、逆に水位上昇したものをパターン C-I と大別するとともに、各パターンは、その後の水位変動傾向に応じてさらに 3 区分し、変動なしとの計 7 パターンとしている。表-2 は、各パターンに属する井戸数を、その特徴等とともに一覧で示したものである。

4. ストレーナ深度からみた被圧地下水位の変動要因

図-3 は、ストレーナ深度と地下水位の変動傾向の関係パターン分類毎に示したものである。パターン C-D に大別したものは、東京周辺の地盤変動状況等から、主に東日本大地震に伴う地殻の膨張に起因する圧力低下によるものと判断できる<sup>2)</sup>。一方、パターン C-I に分類されたのは、1 井を除きストレーナ深度が 50m より浅い沖積層を対象とした観測井であり、N 値 10 以下の砂層等の軟弱な地層構成が主体であることから、当該観測井の水位上昇の主な要因は、地層中の過剰間隙水圧の上昇によるものと推測できる。また、主要なパターンである C-DI に属する観測井は、ストレーナ深度が 50m～300m の範囲に分布し、同 300m 以深には存在しないことが判る。なお、C-DI や C-DR の現象としては、地震に伴う地殻変動が生じたことから、水みちの変化や地盤の沈下、地震動による水位上昇の可能性<sup>3)</sup>も考えられるが、より詳細なデータを入手して検討する必要があると考えている。

5. まとめ

表-1 各観測井（深度別）の変動傾向

局No	GL~-50m未満		-50~-100m		-100~-200m		-200~-300m		-300m以深		標高 T.P.(m)	備考	
	分類	変動量	分類	変動量	分類	変動量	分類	変動量	分類	変動量			
1			C-DC	-12.5	C-DC	-14.8					-2		
2			C-DC	-14.0	C-DC	-27.3					-2		
3		C-DR	-4.0		C-DI	-40.4					-1		
4		C-I1	6.1		C-DI	-27.1					+2		
5									C-DC	-22.7	-2		
6			C-IC	10.4							+3	特異傾向	
7			C-DC	-18.3	C-DR	-25.8			C-DC	-20.0	+1		
8		C-ID	14.8		C-DC	-83.3	C-DR	-38.2	C-DR	-35.3	0		
9					C-DR	-28.1			C-DC	-39.1	+2		
10							C-DI	-30.4			0		
11							C-DI	-19.6			+3		
12							C-DI	-32.4	C-DC	-35.8	+1		
13		C-N	-2.1				C-DI	-36.6					
14							C-DR	-35.7	C-DC	-8.4	+2		
15							C-DI	-32.7		C-DR	-24.1	+3	No.1.停止中
16							C-DC	-32.3			+1		
17							C-DI	-23.0	C-DI	-24.0	C-DC	-27.9	+3
18								C-DC	-68.3			+29	
19							C-DI	-23.5	C-DC	-17.2	C-DC	-13.4	+27
20							C-DI	-19.2				42	
21							C-DI	-28.4				33	
22							C-DI	-28.4				37	
23							C-DR	-17.6				41	
24							C-DC	-33.6				17	
25		C-N	-1.6				C-DI	-25.6				15	
26							C-DI	-24.6			C-DR	-25.1	40
27							C-DI	-28.2	C-DI	-19.8			34
28							C-DI	-15.1					44
29							C-DR	-25.3			C-DR	-18.1	44
30							81	-20.0	C-DI	-54.8	C-DI	-21.1	87
31									C-DI	-34.6	C-DI	-19.0	75
32									C-DI	-19.6	C-DI	-21.1	71
33									C-DI	-27.9			47
34									C-DI	-25.3			37
35									C-DR	-18.3	C-DI	-30.3	125
36									C-DI	-23.7			17
37									C-DI	-20.1	C-DI	-17.9	69
38									C-DI	-26.8	C-I1	-0.8	63
39									C-DC	-26.3			109
40									C-DC	-18.3			50
41									C-DI	-22.5	C-DI	-24.8	142
42													50
													37
													62
													53
													56
													119

本研究では、東日本大地震に伴う東京における被圧地下水位の変動パターン特性に基づいて分類されたパターンに対し、ストレーナ深度等から変動要因について考察を行った。地下水位の低下傾向を示すパターン C-D の傾向は、主に東日本大地震に伴う地殻の膨張に起因しているが、地下水上昇を含むパターン C-I の要因としては、主に地層中の過剰間隙水圧の上昇によって、地層内中で水位上昇が生じたと推測できる。また、地下水位の上昇・復元を含む C-DI や C-DR の現象としては、水みちの変化や地盤の沈下等が考えられる。当該データは非常に稀な観測記録であり、比較が難しいことから、さらにデータの解析に努め、要因を精査する予定である。

参考文献

- 1) 石原成幸, 河村明, 天口英雄, 高崎忠勝, 川合将文: 東北地方太平洋沖地震に伴う東京における不圧・被圧地下水位の変動特性, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.68, No.4, pp.I\_595-I\_600, 2012
- 2) 東京都土木技術支援・人材育成センター: 平成 23 年度 水準基標測量(区部), 一級水準測量成果表, 2011
- 3) 北川有一, 小泉尚嗣: 東北地方太平洋沖地震(M9.0)後1日間の地下水位・地下水圧・自噴量変化, 活断層・古地震研究報告, No.11, pp.309-318, 2011.

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 地下水位変動, 東京

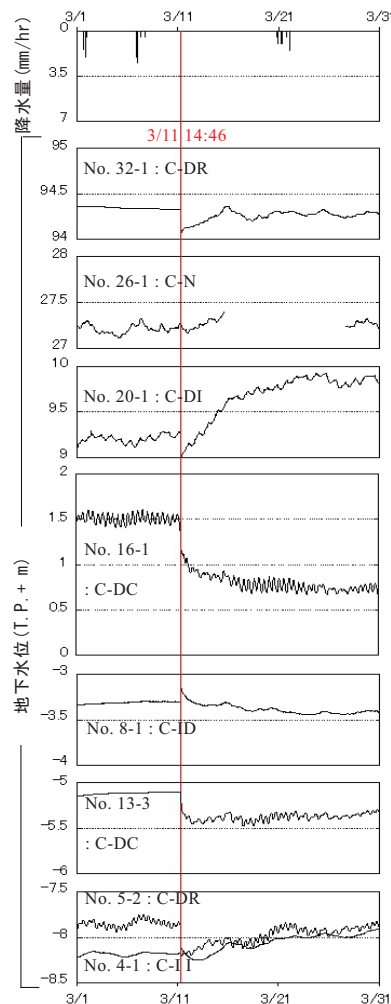


図-2 地下水位の変動傾向

表-2 パターン分類一覧

パターン	特徴	代表井No.	井数
1	C-DI 水位低下後に反転上昇	20-1	45
2	C-DC 水位低下し そのまま継続	16-1,13-3	22
3	C-DR 水位低下後 元の水位に復元	5-2, 32-1	14
4	C-I1 水位上昇・低下後に反転上昇	4-1	2
5	C-IC 水位上昇し そのまま継続	6-1	1
6	C-ID 水位上昇後 元の水位に低下	8-1	2
7	C-N 大きな変動なし	26-1	3

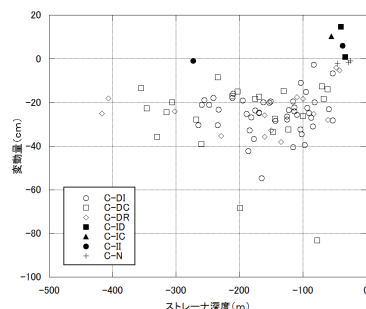


図-3 ストレーナ深度と変動傾向