

東北地方太平洋沖地震による東京での地下水位と揚水量の相互相関特性の変化について

東京都建設局 ○石原 成幸, 高崎 忠勝, 川合 将文  
 首都大学東京 河村 明, 天口 英雄, 大崎 友輔

1. はじめに

平成23(2011)年3月11日14時46分頃に発生した東北地方太平洋沖地震(以下「東日本大地震」という)に際しては、東京都土木技術支援・人材育成センターが所管する都内42箇所の地下水観測井において地下水位変動が観測された。先に著者らは当該地震による地震直後の地下水の変動パターン特性等を評価した<sup>1)</sup>。また、平成23・24年の月平均水位を用いて、地震前後における地下水位の年間変動パターンの特徴とその要因等を明らかにした<sup>2)</sup>。

本報では、新たに入手した平成15(2003)年から同24(2012)年までの10年間の地下水揚水量<sup>3)</sup>と地下水位データ<sup>4)</sup>から、東日本大地震前後での長期的な地下水位の変動傾向並びに地下水位と揚水量との相関特性の変化について検討する。

2. 地下水位の長期変動傾向

図-1は、東京都内の地下水観測局(42局不圧:13井,被圧91井)の配置状況と東日本大地震時に伴う停電の影響等を示した。図-2には、平成15~24年の10年間の観測井の月平均水位を月別揚水量(都内の総量)とともに例示した。図-2より、地震発生年の地下水位の変動としては、揚水量が例年より減少したことから、区部台地部や多摩部の観測井を中心に水位上昇の傾向が顕著である。また、翌24年の地下水位と揚水量は、全般的に地震前の水準への戻り傾向にあることが解る<sup>2)</sup>。

3. 使用データと相関係数の算定

検討にあたっては、平成15~24年の10年間(120箇月)における図-1に示す観測井のうち欠測等のある4井を除く100観測井の各月平均(T.P.)水位<sup>4)</sup>と、53区市町村の月別の地下水揚水量<sup>3)</sup>から求まる相関係数を用いた。算定方法は各観測井の地下水位と区市町村別の揚水量について、120箇月を地震前(96箇月)と地震後(24箇月)に区分し、100観測井と53区市町村の全ての相関係数を求めた。その上で、各観測井の水位と最も相関関係の高い区市町村の揚水量を選定し、当該揚水量と地下水位との相関係数を採用した。ここで、表-1に示す当月同士の揚水量と地下水位、並びに表-2に示す前月の揚水量と当月の地下水位による相関係数を求めた結果、後者の相関性が高いことが明らかになったため、前月の揚水量・当月の地下水位(1箇月差分)の相関係数を用いて評価した。なお、平成15年以前の揚水量は日量単位での公表のため、公表値に月別日数を乗じて総量との比率で補正することにより、区市町村単位の月揚水量とした。さらに、地下水位に対する区市町村別の揚水量の相関係数が近似している場合には、散布図のデータの分布傾向を確認し、より強い相関傾向の区市町村を選定した。図-3は、No.31-2井の地震前後における散布図の例である。このように、地震前後での相関傾向を個別に判断し、地下水位に対する揚水量の相関関係の高い区市町村を決定した。

4. 地下水位と揚水量との相関特性

表-3には上記の相関係数のうち、被圧地下水位と揚水量の地震前後の各87データについて四分位数を求め、四分位を階級とした度数分布を示した。全体的な傾向としては、東日本大地震前に対して地震後の地下水位と揚水量との相関傾向が低下していることを確認した。また表-2から、区部低地部における相関係数は地震前に比べ地震後に低下し、逆に多摩部では地震後が高くなるとともに、地震前より遠方の区市町村の揚水による影響を受ける傾向が認められた。

これは図-2・4及び図-1に示すとおり、東日本大地震に伴う水道水源井の揚水停止など<sup>2)</sup>により、地下水の流動状況に変化が生じたことが想定される。

なお、不圧地下水における水位と揚水量との相関は、表-2のとおり相関が極めて低い、または認められないことを確認した。

5. むすび

本報では月単位データを用い、東日本大地震発生年を含む10年間における東京都内の地下水位と地下水揚水量の相関特性の変化について考察した。

被圧地下水位と揚水量との相関は、東日本大地震を境



図-1 地下水位観測局の配置状況

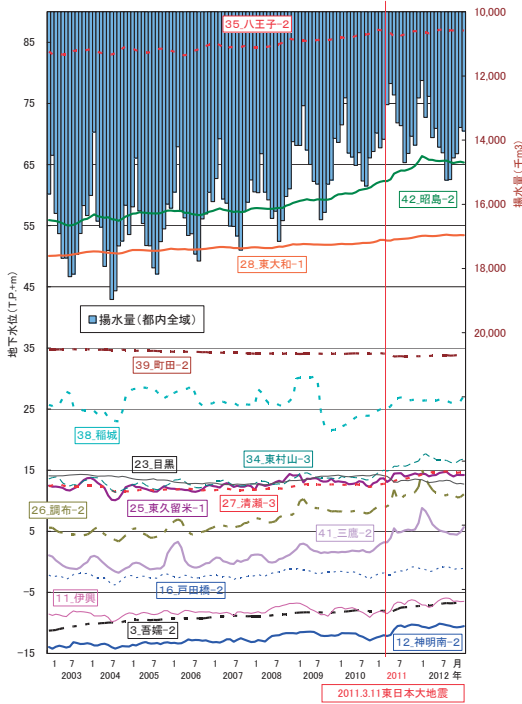


図-2 10年間の地下水位と揚水量の変動例

表-1 地下水位・揚水量の相関の変化例（当月）

観測所 (所在区市)	井戸No.	地震前		地震後	
		相関係数	区市町村	相関係数	区市町村
江戸川東部 (江戸川区)	No.7-1	-0.880	葛飾区	-0.696	江東区
	No.7-2	-0.848	葛飾区	-0.679	江東区
	No.7-3	-0.856	葛飾区	-0.550	荒川区
小金井南 (小金井市)	No.31-1	-0.798	多摩市	-0.833	三鷹市
	No.31-2	-0.769	多摩市	-0.821	三鷹市
	No.31-3S	-0.144	日野市	-0.200	小金井市

※井戸NO.末尾のS: 不圧地下水観測井

表-2 地下水位・揚水量の相関の変化例（1箇月差分）

観測所 (所在区市)	井戸No.	地震前		地震後	
		相関係数	区市町村	相関係数	区市町村
江戸川東部 (江戸川区)	No.7-1	-0.905	葛飾区	-0.810	足立区
	No.7-2	-0.882	葛飾区	-0.793	足立区
	No.7-3	-0.878	葛飾区	-0.633	荒川区
小金井南 (小金井市)	No.31-1	-0.724	小金井市	-0.874	三鷹市
	No.31-2	-0.762	小金井市	-0.865	三鷹市
	No.31-3S	0.062	小金井市	-0.140	小金井市

※井戸NO.末尾のS: 不圧地下水観測井

表-3 被圧地下水位と揚水量の相関傾向

期間	相関係数	-0.86以上 (Max~3rd quartile)	-0.85~-0.53 (3rd~1st quartile)	-0.52以下 (1st quartile~Min)
地震前(2003~2010)		27井	47井	13井
地震後(2011~2012)		16井	41井	30井

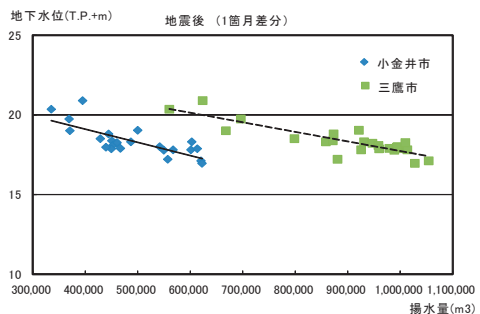
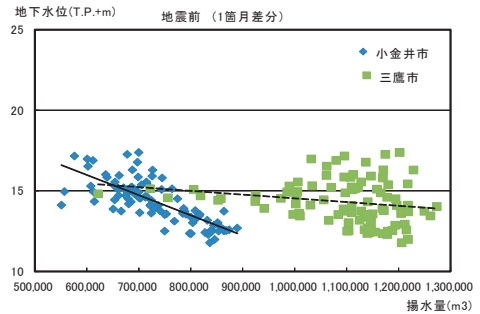


図-3 No. 31-2井の地震前後における相関変化

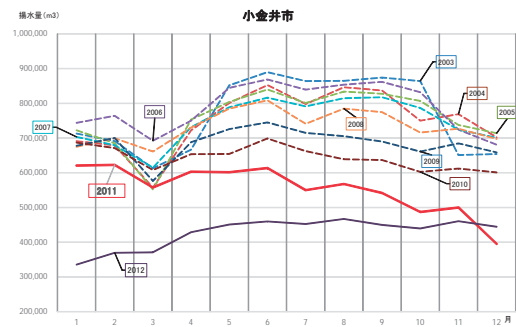


図-4 2003~2012年の月別揚水量の変動例

に大きく変化し、地震前に比べて地震後の相関の度合いが総体的に低下傾向にあることが明らかとなった。一方、地震後に揚水量が著しく減少した多摩部と周辺の区部台地部においては、地震後の地下水位と揚水量との相関関係が高くなり、かつ空間的な分布特性に変化が生じていることも確認できた。

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) 石原成幸, 河村明, 天口英雄, 高崎忠勝, 高橋泰之, 川合将文: 自己組織化マップを用いた東北地方太平洋沖地震発生前後での東京の年間地下水位変動特性, 土木学会論文集B1 (水工学), Vol.70, No.4, pp.I\_1129-I\_1134, 2014.
- 3) 東京都環境局: 平成15年~平成24年 都内の地下水揚水の実態, 地下水揚水量調査報告書, 2003~2012.
- 4) 川島眞一, 川合将文, 石原成幸ほか: 地盤沈下と地下水位の観測記録 (平成15年~平成24年), 東京都, 2003~2012.

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 地下水位変動, 揚水量, 相関, 東京