

茨城大学 正会員 村上 哲  
 茨城大学 フェロー会員 安原一哉  
 茨城大学 正会員 小峯秀雄

1.はじめに 関東平野北部では地盤沈下が深刻な問題(図-1)となっている。この地域における地盤沈下が生じる主な要因は地下水の揚水あることから、今後継続的に地下水の揚水が行われた場合には、社会基盤施設の機能低下、洪水危険性の増加などの被害が懸念される<sup>1),2)</sup>。地盤沈下がどの程度生じるのかは、外力となる地下水位の変動の大きさ、ならびに、地盤の圧縮性やその進行速度、および過去どれぐらいの地盤沈下が生じているの影響を受ける。関東平野北部のような広領域の地盤沈下の場合は、地下水位の変動や地盤の圧縮特性は地域性を有している。したがって、対象領域において同程度の地盤沈下が生じていたとしても、その対策は、地域性を考慮する必要がある。本研究では、関東平野北部を対象とし図-2 で示す地点において観測された地盤沈下と地下水位のデータを用いて、地下水位変動に着目した地盤沈下の地域特性分析を行った。

2.地下水位変動特性の空間分析 関東平野北部における地下水揚水に伴う地下水位低下量について、1年周期の短期的な低下と長期的な低下の成分に分けて考え、短期的低下量の成分は地下水位時系列解析から、一方、長期的な変動成分は地下水浸透流解析から、それぞれ算定し、各成分の地域特性について地図表示による分析を行った<sup>3)</sup>。各低下成分の地域特性は、図-3,4 に示すとおりであり、短期的な低下量は、栃木・茨城県境付近と茨城・千葉の県境付近で大きな地下水位変動が生じていることが分かる。一方、長期的な低下量は茨城・栃木・埼玉・千葉の県境付近および、群馬県において広い範囲で地下水位の低下が認められる。

3.地盤沈下特性の空間分析と地下水位変動特性との関係 著者らは、次式で表される地下水位変動幅の変化を考慮できる観測的地盤沈下予測式を提案している<sup>4)</sup>。

$$\delta S_{n+1} = S_p \{1 - \exp(-C_R)\} \quad (1), \quad S_p = A_w \cdot \Delta h_{n+1} + B_w - S_n \quad (2)$$

ここに、 $\delta S_{n+1}$  は観測経過  $n+1$  年後の年間沈下量、 $\Delta h_{n+1}$  は観測経過  $n+1$  年後の短期的地下水位低下量、 $S_n$  は観測経過  $n$  年後の累積地盤沈下量、 $A_w$  は短期的地下水位低下量に対する地盤の圧縮率、 $B_w$  はそれ以外の要因(例えば、長期的な地下水位低下量など)に起因する地盤の圧縮量、 $C_R$  は地盤沈下の進行速度を表す係数です。したがって、 $A_w$ 、 $B_w$ 、 $C_R$  の3つのパラメータを過去の観測結果から決定し、これらの地域分布を表示することにより、地盤沈下の地域特性を把握することができる。

図-5 は地盤沈下の進行速度を表すの分布を示している。図-1 に示した地盤沈下が大きく生じている地域ではあまりこの差は見られないことが分かる。したがって、地盤沈下の生じやすさは式(2)により代表されると考えられる。そこで、式(2)の第1項は短期的地下水低下に起因する地盤の圧縮量、第2,3項はそれ以外に起因する地盤の圧縮量と考えて、それぞれについて空間分布を表示させた結果が図-6,7 である。なお、短期的地下水低下に起因する地盤の圧縮量は  $A_w$  に図-3 で示した短期的な地下水低下量を乗じて求め、それ以外に起因する地盤の圧縮量は1990年を基準として( $B_w - S_n$ )を計算した。これらの図より、短期的地下水低下に起因する地盤の圧縮量は茨城県西部・千葉県北部・栃木県南部に、それ以外に起因する地盤の圧縮量は埼玉県東部・群馬県東部・千葉県北部に大きい分布が認められる。

以上のことを用いて、地盤沈下と地下水変動の地域特性について考察してみる。まず、短期的な地下水位変動に起因する地盤沈下地域は、栃木県南部・茨城県西部・千葉県北部の地域である。これらの地域は地下水の短期的な低下が大きい地域でもあり、地下水の季節的な揚水を減じることで地盤沈下を抑制できると思

われる。一方、それ以外の要因に起因する地盤沈下地域は、埼玉県東部・群馬県東部・千葉県北部である。この地域は長期的な地下水位低下量が大きい地域とほぼ一致していることから、これらの地域の地盤沈下は長期的な地下水位低下に起因する地盤沈下地域であると推測される。したがって、これらの地域では長期的に継続利用している地下水揚水を減じることで地盤沈下を抑制できると思われる。

**5. まとめ** 関東平野北部を対象とし、地下水位変動に着目した地盤沈下の地域特性の分析を行った。その結果、この地域では、地下水位の長期的あるいは短期的な成分に起因する地盤沈下特性を示す地域であることが分かった。この地域における地盤沈下の対策を考える場合は、これらのことを考慮することが重要である。

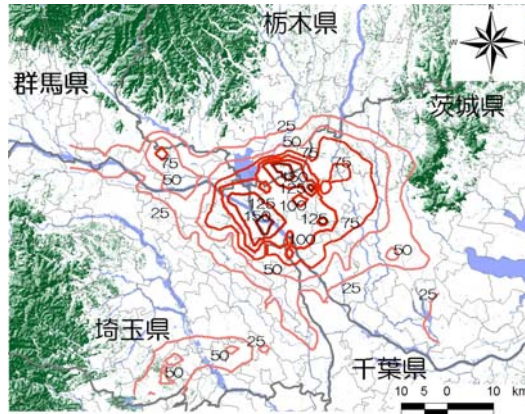


図-1 1990-1994年の累積地盤沈下量分布 (単位 mm)

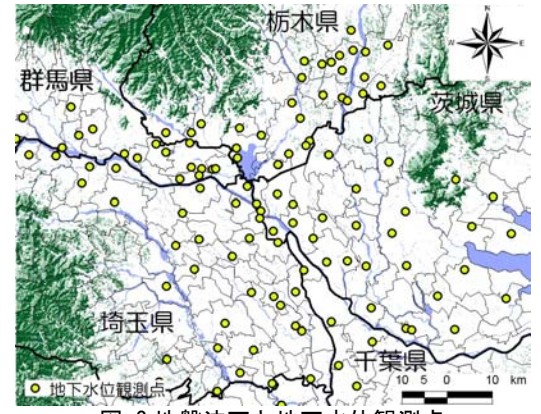


図-2 地盤沈下と地下水位観測点



図-3 短期的地下水位低下量の分布 (単位 m)

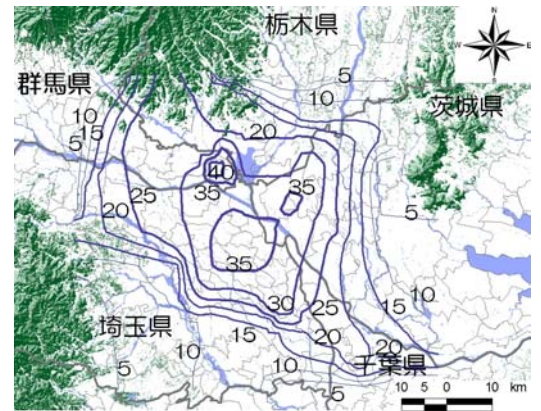


図-4 長期的地下水位低下量の分布 (単位 m)



図-5  $C_r$ の分布 (単位 1/year)



図-6 短期的地下水位変動に起因する地盤圧縮量 (単位 mm)

**【参考文献】**

- 1) Murakami, Yasuhara, and Murata : GIS for Land Subsidence Evaluation in Northern Kanto Plain, Japan, Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on Land Subsidence, Vol.2 ,pp.219-228, 2000.
- 2) 安原・村上・井上・福田：広域地盤沈下地帯における杭基礎の地震時危険度評価，構造工学論文集，Vol.46A，pp.721-728，2000
- 3) 村上・安原・小峯・望月・愛澤：地下水流動逆問題における統計的指標を用いた地盤内透水量係数のゾーニングと同定、第37回地盤工学研究発表会講演概要集,2002(投稿中)
- 4) 村上・望月・安原：地下水位時系列解析と広域地盤沈下予測への適用，土と基礎，Vol.49，No.6，pp.29-31，2000.



図-7 その他の要因に起因する地盤圧縮量 (単位 mm)