

地下水位の変動を考慮した地盤沈下予測と GIS 援用モニタリング

茨城大学大学院 学生会員 望月紀子
茨城大学工学部 フェロー 安原一哉
茨城大学工学部 正会員 村上 哲

1.はじめに 関東平野北部地域(図-1)では、地下水の汲み上げに伴うほぼ 1 年周期の地下水位の変動により地盤沈下が進行している¹⁾。著者ら²⁾³⁾は、この地域において、周辺に存在する活断層を考慮した地震危険度解析に基づいた地盤沈下が引き起こす杭基礎の地震時危険度は、地盤沈下の激しい地域でより危険となるという結果を得ている¹⁾。すなわち、地盤沈下の要因である地下水位変動を観測し、制御するシステムを確立することができれば地盤沈下の抑制に非常に有効であると考ええる。

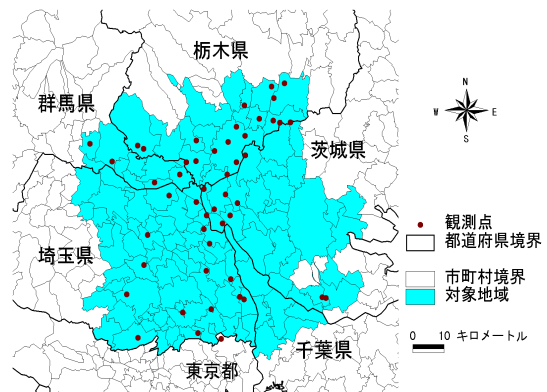


図-1 対象地域と地下水位観測地点

著者らはこのような地盤沈下地帯に対し、過去の地盤沈下観測結果と地下水位観測結果から地下水位の変動を考慮した地盤沈下予測方法を提案し、関東平野北部地域に適用してその妥当性について調べた¹⁾⁴⁾。本研究は、この予測手法を用いて地下水位変動幅を制御した場合の沈下量、及び沈下量を制御した場合の地下水位変動幅を予測し、GIS を利用して面的に表現することを試みた。このことが可能になれば、地盤沈下防止対策に役立つと考えられる。

2.地下水位の変動を考慮した地盤沈下解析方法と適用 本研究では、過去の地下水位および地盤沈下観測結果を用いる次の予測式²⁾を用いる。

$$\delta S_{n+1} = A \Delta h + B S_n + C \quad (1)$$

ここで、 δS_{n+1} は観測経過 $n+1$ 年後の年間沈下量、 Δh は観測経過 $n+1$ 年後の地下水位変動幅、 S_n は観測経過 n 年後の累積沈下量である。上式によれば、ある観測点において、過去の経年的な沈下量、及び地下水位が観測されている場合、その観測結果からパラメータ A 、 B 、 C を決定することによって沈下を予測することができる。

図-1 で示される 49 地点の地下水位観測井における月間地下水位観測値と地下水位観測井に隣接する水準点における経年地盤変動量観測値のデータ⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾を用いて、各観測点毎に式(1)の 3 つのパラメータを決定した。なお、得られた各値の範囲は、 $0.124 \leq A \leq 137$ 、 $-0.867 \leq B \leq -0.0115$ 、 $-35.6 \leq C \leq 44.3$ であった。

まず、地下水位変動幅を制御した場合を想定し、地下水変動幅を 1990 年～1994 年の過去 5 年間の平均値とした場合とその 1/2 とした場合の 1995 年～2004 年の 10 年間に生じる地盤沈下の予測を行った。

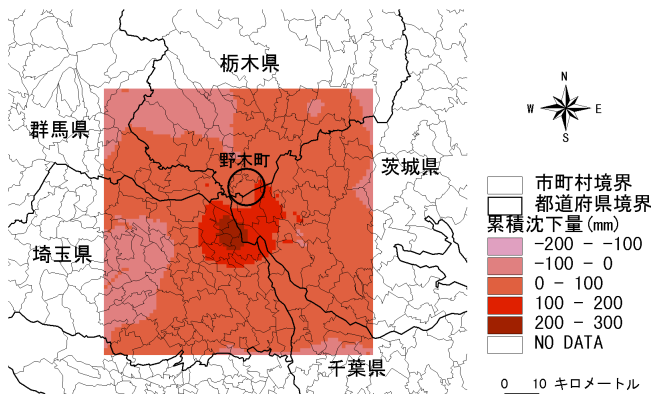
次に、1996 年の地盤沈下量を 0mm、20mm と制限した場合の許容地下水位変動幅の算定を行った。算定方法は、式(1)を方程式とし左辺に制限する沈下量の大きさを与え Δh について解けば解が得られる。

以上のようにして各地点において得られた値を GIS を用いて面展開を行い各種地図を作成した。なお、面展開は UTM 座標系上で Kriging による補間方法¹⁰⁾を用い 1km 四方のラスターデータを作成した。

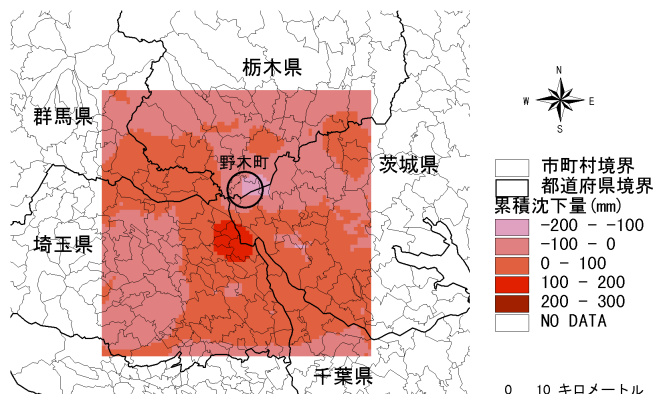
3.地盤沈下予測地図および許容地下水位変動幅図の表示と考察 地下水位変動幅を制御した場合の累積地盤沈下予測図を図-2 に、年間沈下量を制御した場合の地下水位変動幅予測図を図-3 にそれぞれ示す。図-2(a)より埼玉県と茨城県の県境付近では、1990—1994 年地下水位変動幅の平均値を保った場合、1995—2004 年の 10 年間に多いところで 250mm 程度の沈下が予測され、地盤沈下抑制のための対策が特に必要な地域

キーワード：地盤沈下、地下水位変動、予測、地理情報システム (GIS)

〒316-8511 日立市中成沢町 4-12-1, Phone:0294-38-5174, Fax:0294-38-5268

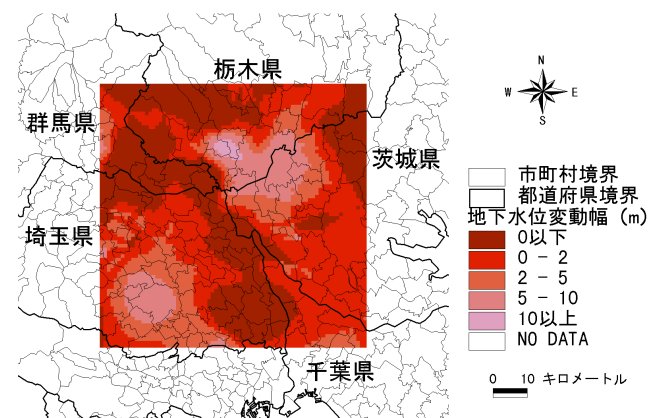


(a)地下水位変動幅の平均値を用いたとき

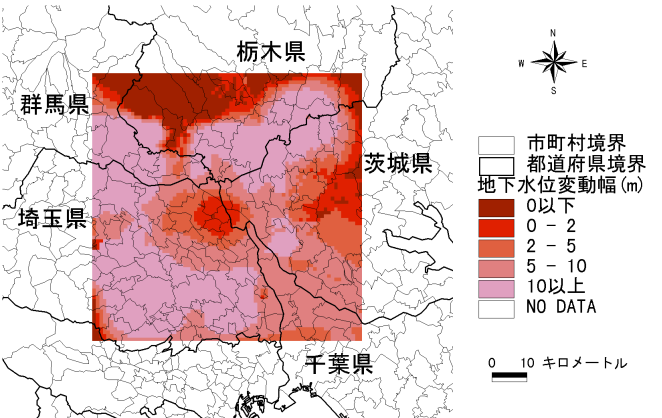


(b)地下水位変動幅の平均値の1/2を用いたとき

図-2 地下水位変動幅を制御した場合の累積地盤沈下量予測図 (1995-2000)



(a)地盤沈下量を0mmとしたとき



(b)地盤沈下量を20mmとしたとき

図-3 年間地盤沈下量を制限した場合の許容地下水位変動幅予測図 (1996)

であることが分かった。また、図-2(a)、(b)より、栃木県野木町とその周辺地域では、地下水位変動幅を保った場合 100mm 程度の沈下が予測されたが、地下水位変動幅平均値の $1/2$ とした場合 200mm 程度の膨張が予測された。したがって、この地域では地盤沈下抑制のために地下水位変動幅の制御が極めて有効な地域であると考えられる。

図-3(a)より、年間沈下量の制限値を 0mm にすると、群馬県から埼玉県東部にかかる地域では地下水位変動幅の予測値が 0 より小さくなった。予測式(1)で用いる地下水位変動幅は 0 以上になるため、この地域では 1996 年の年間沈下量を 0mm にするのは不可能であると考えられる。一方、図-3(b)より年間沈下量を 20mm と制限した場合は、非常に広範囲に渡って地下水位変動幅が 10m 以上の地域が存在するが、最も地盤沈下が激しい地域である茨城県と埼玉県境付近では 2m 以下の地下水位変動幅に押さえる必要があることが認められる。

5. まとめ 本研究では、地下水位変動幅を制御した際の沈下量、及び沈下量を制限した際の地下水位変動幅を予測し、GIS を利用することにより面的に把握することができた。以上の結果は、地下水位変動に起因する広域地盤沈下地帯の沈下防止対策に役立てられると考えられる。

参考文献 1) Murakami, Yasuhara, and Murata: Land Subsidence Prediction Using a Geographical Information System(GIS), Proceedings of the International Symposium on Lowland Technology, pp.507-512, 1998. 2) 村上・安原・井上・福田: GIS を用いた広域地盤沈下地帯における杭基礎の地震時危険度マップの作成, 地盤工学会誌, 第 48 巻, 第 1 号, pp.15-17, 2000. 3) 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. 4) 望月・安原・村上: 地盤沈下・地下水位観測結果を用いた地盤沈下予測法, 第 35 回地盤工学研究発表会, 2000(投稿中). 5) 茨城県環境局: 茨城県地盤沈下調査報告書, 1976-1998. 6) 埼玉県: 埼玉県地盤沈下調査報告書, 1976-1996. 7) 栃木県衛生環境部: 栃木県地盤変動量調査報告書, 1976-1998. 8) 栃木県企画部水資源対策室: 地下水位年報(第 20 回), 1999. 9) 群馬県衛生環境部: 群馬県地盤変動量調査報告書, 1976-1996. 10) Deutsch and Journel: Geostatistical Software Library and User's Guide, 2nd ed. Oxford University Press, 1998.