

茨城大学工学部 正会員 村上 哲

茨城大学工学部 フェロー 安原一哉

茨城大学大学院 学生会員 望月紀子

1.はじめに 関東平野北部地域は地下水の汲み上げに起因する地盤沈下地帯であり、日本の地盤沈下面積のおよそ80%を占めるといわれている(図-1 参照)¹⁾。このような地盤沈下が広域で生じていることから地域全域で地盤のプロファイルを取得した上で、地盤沈下特性を把握するとは困難である。

そこで、本研究では、著者らが提案している過去の地盤沈下量および地下水位変動量の観測結果を用いた地盤沈下予測法と地理情報システム(GIS)を用いることによって地盤沈下特性の把握と現状分析を行った。

2.地盤沈下予測式と地盤沈下特性分析手法 著者らは地下水位変動幅が一定の場合の沈下曲線が一次元圧密理論による沈下曲線に類似するという特性に基づく次式で表される地盤沈下の将来予測式を提案した²⁾。

$$S_i = S_{p0} \{1 - \exp(-C_R \cdot t_i)\} \quad (1)$$

ここに、 S_i は累積沈下量、 t_i は経過年数、 S_{p0} は観測開始年における残存沈下量、 C_R は地盤沈下進行係数である。さらに著者らは残存沈下量が年間地下水位変動幅 Δh の1次関数(式(2))で表される仮定を導入し、式(1)の予測式を発展させた地下水位変動幅が変化する場合の地盤沈下予測式(式(3))を提案している³⁾。

$$S_{p0} = A_w \cdot \Delta h + B_w \quad (2) \quad \delta S_{n+1} = A \cdot \Delta h + B \cdot S_n + C \quad (3)$$

ここに、 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り、パラメータ A 、 B 、 C はそれぞれ次式で表される。

$$A = A_w \cdot \{1 - \exp(-C_R)\}, B = -\{1 - \exp(-C_R)\}, C = B_w \cdot \{1 - \exp(-C_R)\} \quad (4)$$

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 すなわち A_w 、 B_w 、 C_R を決定することによって沈下を予測することができるものである。換言すれば、これら3つのパラメータは、それぞれ A_w は年間地下水位変動幅に起因する地盤の圧縮性、 B_w はそれ以外の要因(例えば長期的な地下水位変動など)に起因する地盤の圧縮性、 C_R は地盤沈下の進行性を表すことから、これら3つのパラメータが観測点の地盤沈下特性を表すものであると言える。

本研究では、図-2で示される関東平野北部地域の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⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾を式(3)の予測式に適用し、パラメータ A_w 、 B_w 、 C_R を決定した。各地点において得たこれらの値をGISを用いて面展開を行った。なお、面展開はUTM座標系上でKrigingによる補間方法⁹⁾を用い1km四方のラスターデータを作成した。

3.関東平野北部地域における地盤沈下特性の分析 地盤沈下の進行性を表す C_R の分布を示したものが図-2である。 C_R の値が大きくなれば地盤沈下の進行が速く早期に地盤沈下が終了し、逆に小さくなれば地盤沈下が長期間続くことになる。図-3より、埼玉県および栃木県の南部、千葉県とそれに隣接する茨城県の一部を除いた広い範囲で地盤沈下が長期化する特性を示すことが分かる。

次に、年間地下水位変動幅に起因する地盤の圧縮性を表す A_w の分布を示したものが図-4である。図より茨城県と埼玉県の県境付近および埼玉県南東部に年間地下水位変動幅に起因する高い圧縮性を示す地盤が存在することが分かる。一方、それ以外の要因に起因する地盤の圧縮性を表す B_w の分布を示した図-5を見ると、群馬県および A_w が大きかった茨城県と埼玉県の県境付近で高い圧縮性を示す地盤であることが分かる。

これら3つの地盤沈下特性値を用いて地盤沈下の現状を分析するためには、年間地下水位変動幅の状況を把握しておく必要がある。図-6は1990年～1994年の5年間の地下水位変動幅の平均値を同様の補間方法

キーワード：地盤沈下、地下水位変動、分析、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

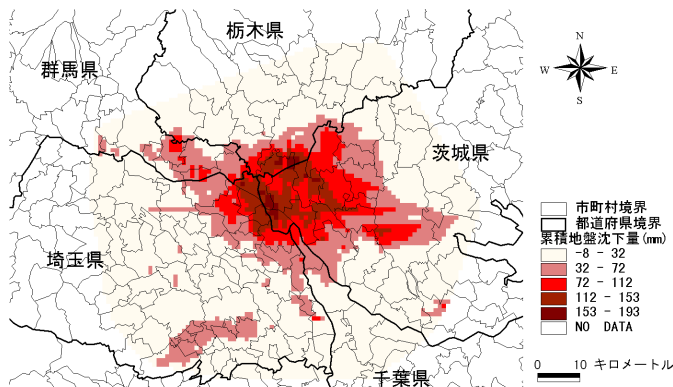


図-1 1991～1995 年の累積地盤沈下量

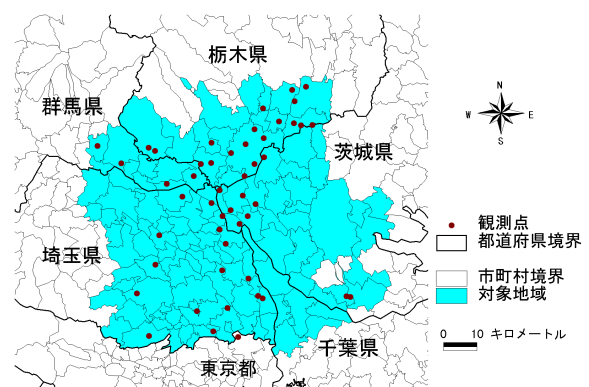


図-2 対象地域及び観測点位置

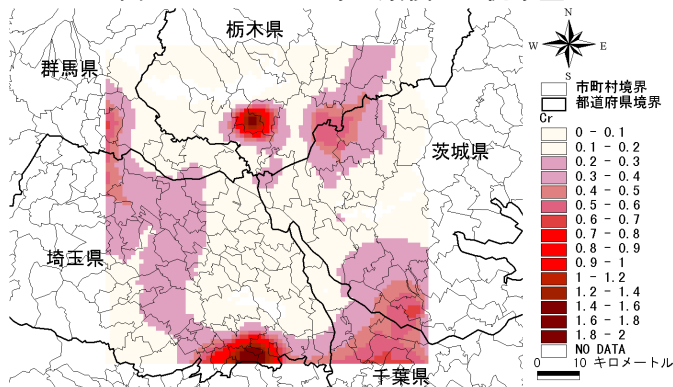


図-3 C_r の分布

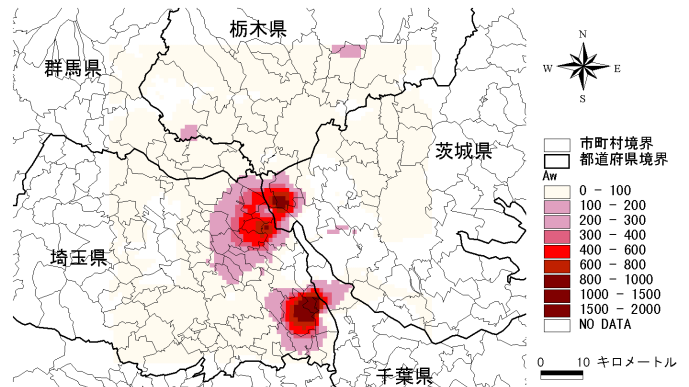


図-4 A_w の分布

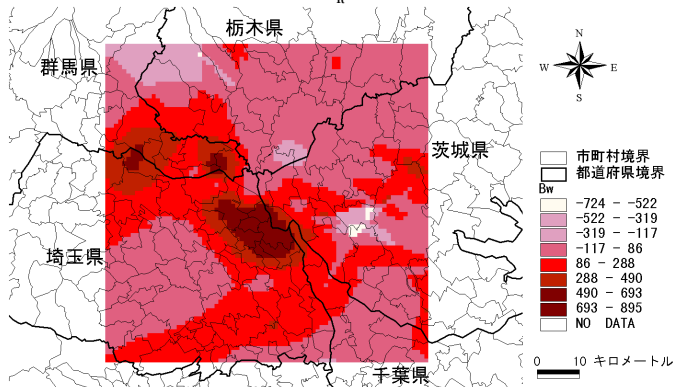


図-5 B_w の分布

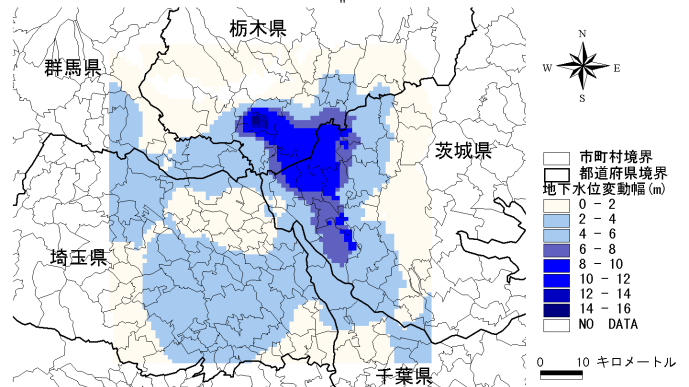


図-6 1990～1994 年の平均年間地下水位変動量

により面的展開したものである。図より栃木県と茨城県の県境付近で最も大きな値を示している。

以上の結果から図-1 に示した地盤沈下の現状について分析する。埼玉県と茨城県の県境付近では地下水位の変動幅は相対的に小さいにも拘わらず、年間地下水位変動幅に起因する圧縮性とそれ以外の要因に起因する圧縮性が高いため両方に起因した地盤沈下地帯である。一方、栃木県と茨城県の県境付近では年間地下水位変動幅に起因する圧縮性とそれ以外の要因に起因する圧縮性が相対的に低い、年間地下水位変動幅が大きいため地盤沈下が生じていると考えられる。

4.まとめ 本研究では、関東平野北部の地盤沈下地帯を対象とし、地盤沈下予測法と GIS を用いた地盤沈下特性の把握と現状分析を行った。得られた結果は効果的な地盤沈下対策に役立て得るものであると考える。

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) 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) 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)。4) 茨城県環境局：茨城県地盤沈下調査報告書、1976—1998. 5) 埼玉県：埼玉県地盤沈下調査報告書、1976—1996. 6) 栃木県衛生環境部：栃木県地盤変動量調査報告書、1976—1998. 7) 栃木県企画部水資源対策室：地下水位年報(第 20 回)、1999. 8) 群馬県衛生環境部：群馬県地盤変動量調査報告書、1976—1996. 9) Deutsch and Journel: Geostatistical Software Library and User's Guide, 2nd ed. Oxford University Press, 1998.