

環境用水・災害時生活用水としての地下水揚水可能量の推定法
- 濃尾平野を例として -

岐阜大学大学院 学生会員 岩城 詞也
大同工業大学 正会員 ○大東 憲二

1. はじめに

豊富な地下水に恵まれていた濃尾平野では、昔から多くの人々によって地下水が利用されてきたが、1960 年代前半からの高度経済成長に伴い、鉄鋼産業等を中心に地下水の揚水量が急激に増加した。その結果、平野のほぼ全域に亘って地盤沈下が観測された。近年では、法律や条例での地下水採取規制等により揚水量は徐々に削減され、低下していた地下水位は上昇し、それに伴い地盤沈下も沈静化している。しかし、地下水位が上昇することで液状化の危険性など新たな問題の発生が懸念されている。本研究では、地下水位の過度の上昇を防ぐために環境用水や災害時生活用水としての地下水の有効利用を考え、三次元地下水流動解析と鉛直一次元圧密沈下解析を用いて将来の地下水利用シナリオに基づいた地下水状態変化及び地盤変動の予測を行うことで、重大な地盤沈下を生じさせない地下水揚水可能量の推定法を提言することを目的としている。

2. 地下水の有効利用

地下水の有効利用としては、上水道としての利用の他、河川の水質浄化用水や親水用水など環境用水としての利用等がある。また、災害時の給水水源としても利用価値が高く、兵庫県南部地震の時には、断水した上下水道に代わって地震被害の小さかった学校や公園の井戸が、避難所の飲料水や生活用水として利用され、井戸が地震に強いということが認識された。東海地方では、近い将来、大規模な地震が発生することが懸念されており、このような地震発生時には、上下水道の断水による生活水の不足が予想される。そこで、本研究では、大規模な地震災害を考慮した上で、各自治体の避難所に新たな井戸を設置し、汲み上げた地下水を通常時は上水道や環境用水として利用し、災害時には飲料水や生活用水として利用することを想定した地下水利用シナリオを考えた。

3. 地下水流動解析と圧密沈下解析

避難所に新たな井戸を設置する場合における地下水状態変化は、松田・大東ら¹⁾の濃尾平野の三次元地下水流動解析を基にして予測した。解析範囲は、図 1 に示すように濃尾平野のほぼ全体を含んでいる。解析条件は、解析範囲内の避難所に新たな井戸を設置し、汲み上げた地下水を通常は環境用水として利用し、災害時は生活用水として利用すると想定した。この井戸を平成 20 年から稼働を開始し、常に稼働していると仮定した。各井戸での揚水量は、表 1 に示すように、名古屋市における災害時の目標応急給水量を基準とし、各避難所に対しての避難者数に、各Caseにおける揚水量を掛けた量を前年度の揚水量に加えた量とした。また、大東・天谷・向出ら²⁾の濃尾平野の鉛直一次元圧密沈下解析を基に、図 1 に示す過去に大きな地盤沈下が観測された十四山観測井付近での各Caseにおける累積沈下量について解析を行った。なお、新たな井戸を設置せず、平成 19 年の揚水量が継続する場合をCase0 とした。



図 1 解析範囲

表 1 名古屋市における災害時の目標応急給水量（1 人 1 日あたり）

経過日数			
被災～3日	4日～10日	11日～21日	22日～28日
Case1	Case2	Case3	Case4
3L	20L	100L	250L
生命維持のために必要最低限の水量	調理、洗面などに最低必要な水量	調理、洗面及び浴用、洗濯に最低必要な水量	被災前と同様な生活をするのに必要な水量

4. 解析結果と考察

十四山観測井付近における地下水位と累積沈下量の経年変化を図2と図3に示す。井戸稼働後、Case1とCase2では、地下水位・累積沈下量ともに、30年経過しても横這いの状態を保っており地盤沈下の可能性はないと考えられるため、揚水することが可能である。Case3では、地下水位が愛知県で定められた管理目標安全地下水位を下回り、30年間で約6.8 cmの沈下が見られた。しかし、年間の沈下量は1 cm未満であり、時間が経過するにつれて沈静化の傾向にあるため、地盤沈下に対する懸念は若干あるが揚水することは可能であると考えられる。Case4では、地下水位の低下が著しく、警報地下水位下回り、30年間で約33.8 cmの大きな地盤沈下が発生してしまうため、このような揚水は不可能である。

5. 名古屋市堀川における地下水利用方法の提案事例

名古屋市北区を流れる堀川（黒川）を事例として、汲み上げた地下水を実際どのように利用するかを提案する。堀川では、わずかに取水している庄内川以外は源流らしいものが無く、新しい水の流入が少ないことから工場排水や生活廃水による水質汚濁が問題となっている。そこで、汲み上げた地下水を堀川の水質浄化を目的とした環境用水として利用すると想定した。表2に示すように、北区では避難所一箇所あたりCase1で約3,640 m³/年、Case2で約24,266 m³/年、Case3で約121,330 m³/年の地下水を揚水することができる。名古屋市北区には、自治体で定められた避難所が31箇所あり、図4に示すように、堀川の両岸1 km以内には11箇所の避難所がある。これらの避難所に設置した井戸から地下水を導水することで、堀川の水質浄化や環境維持等に役立つと考えられる。

6. まとめ

今回、地下水の有効利用について検討を行った結果、濃尾平野では、各避難所において一人あたり100 L/日以下の地下水揚水であれば重大な地盤沈下は発生しないことが明らかになった。また、一人あたり100 L/日以下の地下水揚水が可能であれば河川の水質浄化等の環境用水や災害時の水源として十分に実用が可能であると考えられる。今後は、帯水層ごとの揚水量配分を見直すことで、より良い広域地下水管理ができると考えられる。

参考文献

- 1) 松田康弘・大東憲二・佐伯茂雄：地下水の適正利用を目指した総合的な地下水管理，土木学会，第12回地球環境シンポジウム講演論文集，pp.95-100，2005。
- 2) 大東憲二・天谷重治・向出剛一：臨界沖積平野の地盤環境保全のための地下水管理に関する考察，地下水学会誌，第34巻，第4号，pp.263-282，1992。

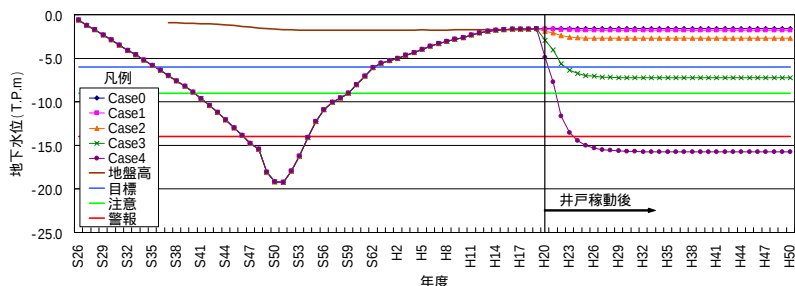


図2 十四山観測井における地下水位の経年変化（G2層）

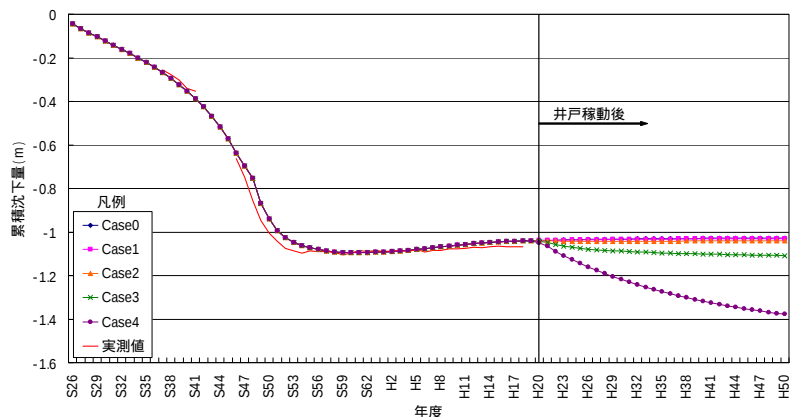


図3 十四山観測井付近における累積沈下量の経年変化



図4 堀川（黒川）付近の避難所分布

表2 避難所一箇所あたりの地下水揚水量

一箇所あたりの揚水量(m ³ /年)		
Case1	Case2	Case3
3,640	24,266	121,330