

熊本市地下水の硝酸性窒素汚染と地域および他水質との関係

熊本大学 学生会員 松山賢司

熊本大学 正会員 川越保徳

熊本大学 正会員 柿本竜治

熊本市水道局 非会員 岩佐康弘

熊本市水道局 非会員 前田香織

熊本市水道局 非会員 湯之上勉

1. はじめに

熊本市は、67 万余人の人口の全てを地下水で賄う、世界でも希有な地下水都市である。この豊富な地下水は、阿蘇西麓に源を発して都市中心部地下に広がる巨大な溶岩層に蓄えられており、「おいしい水」としても名高い。しかし現在、涵養地の減少等から水位の低下が見られ、水質に関しても硝酸性窒素の増加傾向が認められている。現在、水量の保全については涵養面積拡大等の施策が進められているが、水質管理に対する意識はいまだ薄い。地下水保全にあたっては、行政施策や技術的対策もさることながら、直接恩恵を受ける市民の関心がその原動力となる。すなわち、地下水水質の現状やおいしい水としての魅力などの情報を積極的に提供し、地下水保全への意識向上が地下水保全を進める上で重要である。そこで本研究では、熊本市地下水の水質特性を明らかにするとともに、特に今後、注意が必要である硝酸性窒素の現況について調査・解析し、知見を得たので報告する。

2. 調査・研究方法

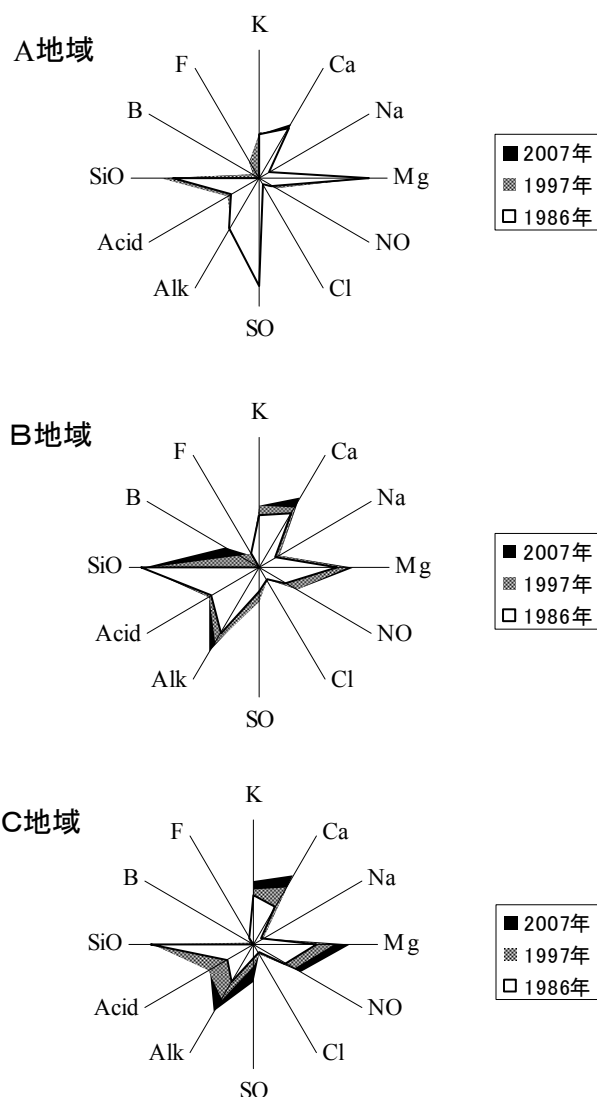
熊本市水道局が管理している計 80 箇所(H18 年現在)の取水井の原水を調査対象地下水とした。水質の特徴付けには、pH、総酸度、総アルカリ度、溶性ケイ酸、ホウ素、及び各種イオン成分(K^+ 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 F^-)等の水質項目を用いた。また、水質測定は、上水試験方法に準じて実施した。

3. 結果と考察

3.1 地下水水質の経年変化

熊本市に流入する地下水の流速は速く、約 20 年を経過した現在では水質が変化している可能性も否定できない。さらに近年の地下水量の低下による水質への影響も推定される。そこで、過去 20 年に渡る水質の変化

を調べた結果、熊本市の主要な地下水の水質には大きな変化はみられないものの、いくつかの水源地で違いが認められることが分かった。図-1 に、熊本市内の 4 地域における 1986 年、1997 年、および 2007 年時での地下水水質を例として示す。



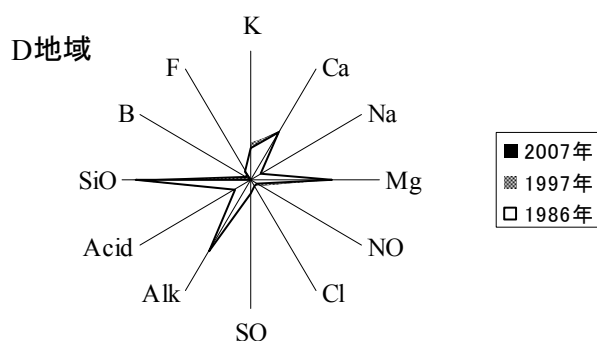


図-1 各取水井原水水質のレーダーチャート

熊本市の主要な水道水源である市南東部の A 地域の地下水では、硫酸と硝酸濃度に若干の上昇はみられるものの、溶存成分組成は殆ど変化しておらず、水質特性は過去 20 年を通じて維持されていることが分かった。

市北部の B 地域については、 NO_3^- 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、アルカリ度等の上昇がみられ、窒素肥料や農業用のアルカリ資材が原因となっている可能性がある。これについては、本地域の地下水の上流に農業の盛んな地域があることから、同地域からの地下水流入の影響によって水質が変化したのではないかと推定される。

市東部の C 地域の地下水は、他地域に比べて 20 年間での水質変化が大きい傾向が見られた。この理由については水源の取水井建設時期が比較的古いことによる地表からの直接的な汚染などが推定されるが、現時点では不明な点も多く、今後、さらなる検討を要する。

市北西部の D 地域の地下水は、溶存成分が非常に少ないのが特徴であり、過去 20 年間に於いて水質の変化は、殆どみられなかった。

3.2 硝酸と他の溶存成分との相関

熊本市の地下水では硝酸性窒素濃度の上昇が認められており、将来的には水道基準を超える可能性が危惧される。全体的な水質特徴とその長期変動については、上記に述べた通りであるが、ここでは特に、硝酸性窒素濃度と他水質成分との関係に着目し、硝酸性窒素の起源に関して検討した。その結果、硝酸性窒素濃度は、 Ca^{2+} 濃度、および Mg^{2+} 濃度と比較的高い相関が見られることが分かった。

図-2 に、 NO_3^- 濃度と Ca^{2+} 濃度、図-3 に NO_3^- 濃度と Mg^{2+} 濃度の散布図を示す。図から明らかなように、特に硝酸性窒素濃度が高い北部の B 地域や東部の C 地域の地下水では相関が認められた。硝酸性窒素濃度が、

Ca^{2+} 濃度や Mg^{2+} 濃度と高い相関を示す場合は、肥料と共に多量に散布されたアルカリ資材や堆肥中の窒素成分と同程度含まれるカルシウムイオン、マグネシウムイオンの影響による可能性が高いとされている¹⁾。したがって、熊本市の地下水における硝酸性窒素濃度の上昇は、肥料が主な原因であると推定される。

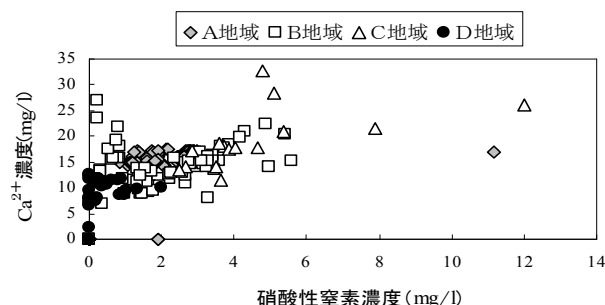


図-2 硝酸性窒素濃度とカルシウムイオン濃度の関係

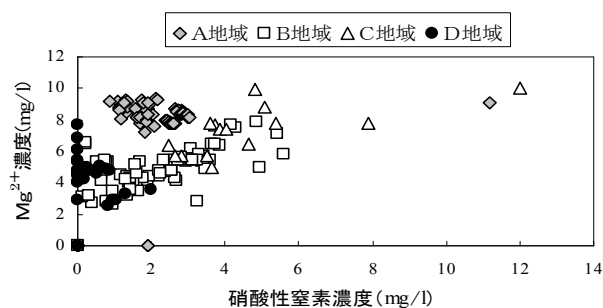


図-3 硝酸性窒素濃度とマグネシウムイオン濃度の関係

4. まとめ

本研究で得られた知見は以下にまとめる。

- (1) 熊本市の主要な水道原水水質は、過去 20 年間を通じて殆ど変化がみられなかったが、地域によっては地表や他地域からの地下水流入が原因と考えられる水質の変化が認められた。
- (2) 硝酸性窒素濃度と他水質との関係を調べた結果、 Ca^{2+} および Mg^{2+} 濃度との相関が高いことが明らかとなり、肥料由来の窒素成分が地下水中の硝酸性窒素濃度上昇の主な原因である可能性が示された。
- (3) これらの結果から、今後の熊本市地下水水質の保全にあたっては、特に農業活動との関係についてさらに詳細を明らかにするとともに、喫緊の対策が必要と考えられる。

5. 参考文献

- 1) 環境省 (1999) 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素に係る地下水汚染調査マニュアル