

東京都内地下水の汚染実態の解明と災害時における利用可能性

Groundwater contamination in Tokyo and potential use in disasters

村上 道夫 [1]; 黒田 啓介 [2]; 福士 哲雄 [2]; 平岡 絵里 [2]; 小池 雅洋 [3]; 小熊 久美子 [2]; 沖 大幹 [4]; 滝沢 智 [2]
Michio Murakami[1]; Keisuke Kuroda[2]; Tetsuo Fukushi[2]; Eri Hiraoka[2]; Masahiro Koike[3]; Kumiko Oguma[2]; Taikan Oki[4]; Satoshi Takizawa[2]

[1] 東大・水の知 (サントリー); [2] 東大・工・都市工学; [3] 東大・生産研; [4] 東大・生産研

[1] Wisdom of Water (Suntory), Univ. Tokyo; [2] Dept. of Urban Eng., Univ. Tokyo; [3] Inst. Ind. Sci., Univ. Tokyo; [4] IIS/UT

<http://www.env.t.u-tokyo.ac.jp/>

近年、都市域における地下水利用に関する状況が変化してきている。東京都では、1970年頃からの揚水規制に起因して被圧地下水水位が上昇しつづけており、鉄道駅などの地下施設へ悪影響を及ぼすことが危惧されている。非常災害用水、環境用水、ヒートアイランド対策としての路面散水といった地下水の有効利用が期待されている。また、近年、病院施設などを中心に、上水道から地下水を利用した専門水道への切り替えも進んでいる。

しかし、都市域の地下水では、土壌などの自然起源だけでなく、下水管渠の老朽化による下水の漏洩などの人為起源に由来した汚染が生じる可能性が考えられる。窒素や大腸菌などで汚染された地下水はその有効利用の障壁となるものである。地下水汚染の実態を明らかにし、起源特定を含む水質改善のための方策を講じるとともに、水質に見合った利用可能性を評価することが必要である。

そこで、本研究では、窒素を中心に東京都23区内の地下水汚染の現状を評価し、窒素同位体比を用いてその起源の解析を行った。また、昼夜人口が大きく異なる千代田区を対象に、都心直下型災害時における地下水の利用可能性を評価した。

東京都23区の防災井戸などの公共井および浴場用井戸などの私有井を対象に2005年から2007年までに計121井戸から全174の試料を採取し、アンモニア性、亜硝酸性および硝酸性窒素を測定した。溶存酸素(DO)の低い嫌気的な地下水からはアンモニア性窒素が検出されたのに対し、溶存酸素の高い好気的な地下水からは硝酸性窒素が検出された。亜硝酸および硝酸性窒素濃度の地下水環境基準である10 mgN/Lを超過したのは、アンモニア性窒素において4.1% (5/121)、硝酸性窒素において3.3% (4/121)であった。東京都区部の地下水が窒素によって顕著に汚染されていることが確認された。アンモニア性窒素は、東側の低地における不圧および被圧地下水の両方から検出されたのに対し、硝酸性窒素は、西側の関東ローム層からは検出されたものの、被圧地下水からはほとんど検出されなかった。これらの窒素の起源を解明するために、窒素同位体比による解析を試みた。地下水中のアンモニア性窒素濃度と窒素同位体比の間には、有意な正の相関(スピアマンの順位相関係数 = 0.60; $P = 0.04$)が見られた。このことは、地下水中アンモニア性窒素には、自然由来と下水由来の起源が存在し、高濃度で汚染された地下水のアンモニア性窒素は、下水からの寄与が大きいことを示唆している。一方、酸性窒素が高濃度の地点では窒素同位体比が低く、肥料や地質に由来すると推測された。硝酸性窒素濃度と同位体比の間には有意な負の相関があり(スピアマンの順位相関係数 = -0.44; $P = 0.01$)、脱窒が生じた可能性も考えられた。

次に、東京都に直下型地震が発生したと想定した際の、千代田区における地下水の利用可能性を評価するために、地下水水質に基づいた用途別水供給量を推測した。千代田区内にある30箇所の防災井戸から2008年に採取した地下水のpH、濁度、大腸菌、窒素(アンモニア性、亜硝酸性、硝酸性および全窒素)、DO、電気伝導度、酸化還元電位、アルカリ度、溶存有機物、主要陰イオン、塩素消費量などを測定し、その水質に応じて、災害時における水利用用途として(1)無処理で飲用可能(2)消毒およびろ過処理によって飲用可能(3)雑用水として利用可能(4)利用不可、へと4つに分類した。調査した30箇所の井戸のうち、8箇所(27%)が無処理で飲用可能、9箇所(30%)が消毒およびろ過処理によって飲用可能、10箇所(33%)が雑用水として利用可能、3箇所(10%)が利用不可と判定された。さらに、地下水水質と採水地点の地質情報から、帯水層を把握し、各井戸からの揚水可能量を推定した。昼夜人口が大きく異なる千代田区では、地震発生直後に帰宅困難者数が多く、既設の応急給水槽や受水槽などによる供給可能水量を大幅に上回る需要水量が生じると予想され、地下水は、飲用および雑用水としての不足量の解消に効果的に機能することが示唆された。