

岐阜県大垣市における地中熱利用の適地評価

岐阜大学工学部 正会員 神谷 浩二
岐阜大学大学院 学生会員 ○谷田 翔平
大垣市生活環境部 青井 明彦 小倉 基靖

1. まえがき： 濃尾平野の北西部に位置する岐阜県大垣市は、上水道などの用水の多くを地下水に依存した地域である。近年の地下水位の回復と地盤沈下の沈静化を背景に、地下水の新たな活用として冷房空調機器の熱源に地下水を用いる地中熱ヒートポンプの普及が検討されている。本報告は、当該地域の地下水の水温、水質の地域的特徴の観点から地中熱利用の適地について検討したものである。

2. 地下水調査： 対象地域の主要帯水層は上部から第1礫層(約 G.L.-50m)、第2礫層(約 G.L.-150m)、第3礫層(約 G.L.-200m)に大別される¹⁾。本報告では、第1礫層を対象に、'12年の夏場から冬場の期間において、既設の井戸(消防水利井戸など)を利用して、地下水位、地下水質(pH、電気伝導率、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、塩化物イオン、炭酸水素イオン、硫酸イオン、イオン状シリカ)、地下水温の調査をそれぞれ実施した。

3. 地下水の地域的特徴と地中熱利用の適地評価

3.1 地下水位等高線： 図1は、'12年8月の場合を例に、地下水位データに基づいて描いた地下水位等高線とそれに直交する流線を重ね合わせて示したものである。対象地域の中央部から東部・北部に至る範囲では、およそ北から南に向かう地下水流が認められ、一方で、北西部から西部に至る範囲では北西から南東に向かう流れがみられ、両者の地下水流は中央部から南部に至る範囲で合流する傾向にある。

3.2 地下水温によるエネルギー使用量の削減効果： 図2は、'12年8月の場合を例に、井戸最深部での地下水温の値を用いて描いた水温分布を示したものである。地下水温は西高東低の傾向にあり、東部と西部の水温差は最大で2℃程度ある。東部の地下水流(図1参照)の上流側にある揖斐川の年平均水温は約14℃であり、東部の地下水温と同程度である。一方、対象地域での年平均気温は16℃程度であり、西部の地下水温がこれに近い。即ち、東部と西部の間に生じる地下水温差は、流動系とその涵養源の相違によるものと考えられ、また、両者の地下水の熱交換によって、西部から東部に向かって地下水温が低下するような分布が形成されると考えられる。次に、図2の地下水温分布に基づいて、ある冷房空調負荷を想定したときの地中熱利用の水冷式ヒートポンプと空冷式ヒートポンプ(エアコン)の電力使用量について比較して検討した。両者での電力使用量 W (kWh) = abt / COP によって算出されるとし²⁾、空調面積 $a = 1000\text{m}^2$ 、単位空調負荷 $b = 0.18\text{kW/m}^2$ 、空調稼働時間 $t = 8\text{h}$ と仮定すると、水冷式で水温 $T_w = 14^\circ\text{C}$ (COP 値 = 6.5) のとき $W = 221\text{kWh}$ 、水温 $T_w = 16^\circ\text{C}$ (COP 値 = 6.0) のとき $W = 241\text{kWh}$ であり、空冷式で COP 値 = 3.6 と仮定したとき $W = 400\text{kWh}$ と試算される。即ち、水冷式での電力使用量は、空冷式に比べると4割程度の電力使用量を削減できることになる。特に、地下水温が低い東部では、電力使用量の削減効果が高めにあり、有利な条件である。

3.3 地下水質による空調機器への影響： 冷凍空調機器用水質ガイドライン³⁾によれば、冷房空調機器において地下水を冷却水(一過式)として利用する場合に、設備配管の腐食とスケール生成を防御するための冷却水の水質基準は表1のとおりである。図3は、表1の8つの基準項目について、地下水質の調査結果に基づいて描いた水質基準を満たさない領域を示したものである。対象地域では、地下水質による設備配管の腐食の可能性は低いスケール生成の可能性が高い領域がある。そして、比較的、東部において、プレート式熱交換器等を介することなく地下水を利用できる利点があり、冷房空調機器の導入に適していると考えられる。

4. あとがき： 本報告では、地下水の水温、水質の調査に基づいて、対象地域の東部は、地下水温によるエネルギー使用量の削減効果が大きく、また、地下水質による空調機器への影響が少ないため、オープンループ方式の地中熱利用に適していることなどが得られた。

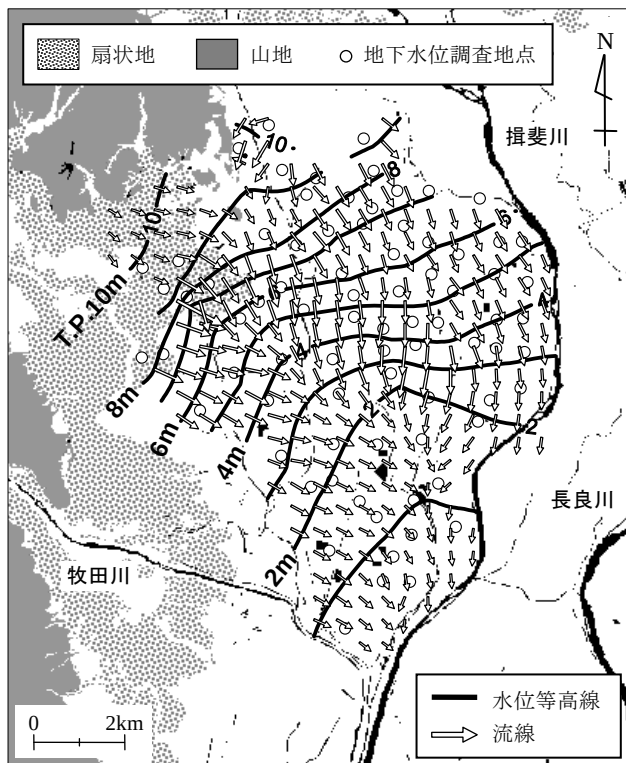


図1 地下水位等高線と流動ベクトル('12年8月)

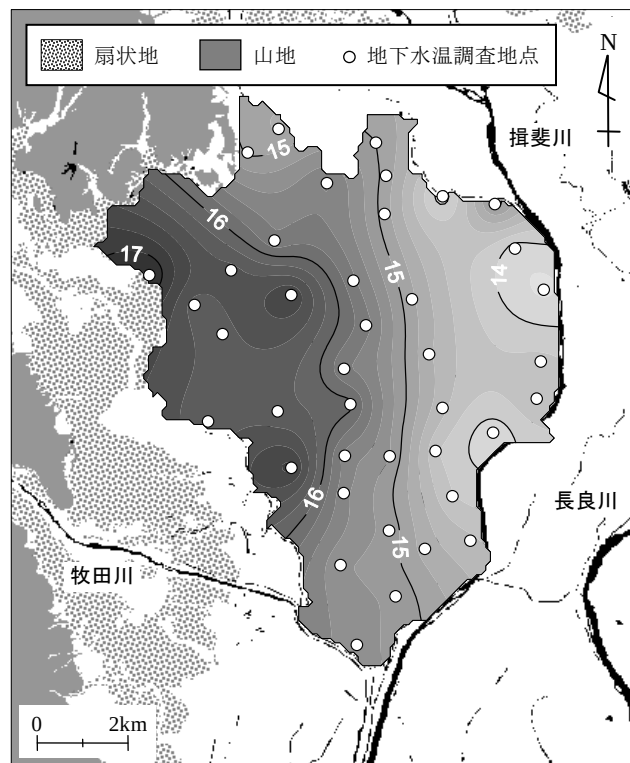


図2 地下水温(°C)の平面分布('12年8月)

表1(a) 冷房空調機器の冷却水の水質基準(主に腐食)³⁾

基準項目	基準値
pH (25°C)	6.8~8.0
電気伝導率 (25°C) (mS/m)	40以下
塩化物イオン (mg/l)	50以下
硫酸イオン (mg/l)	50以下

表1(b) 冷房空調機器の冷却水の水質基準(スケール)³⁾

基準項目	基準値
酸消費量 (pH4.8) (mg-CaCO ₃ /l)	50以下
全硬度 (mg-CaCO ₃ /l)	70以下
カルシウム硬度 (mg-CaCO ₃ /l)	50以下
イオン状シリカ (mg/l)	30以下

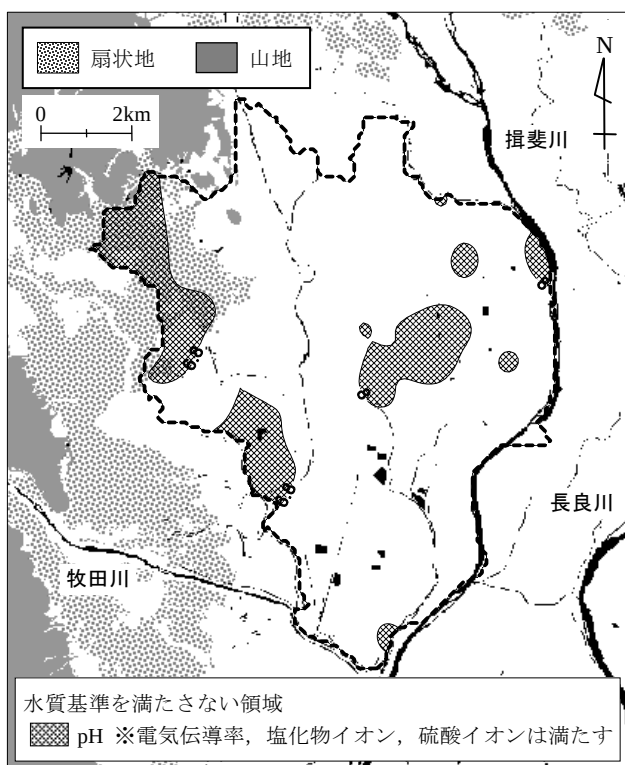


図3(a) 地下水質による冷却水への適用(主に腐食)

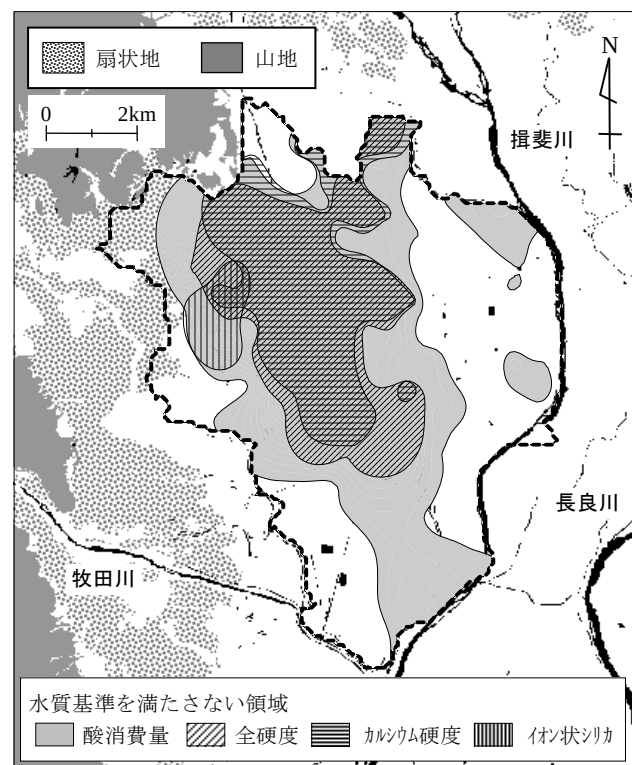


図3(b) 地下水質による冷却水への適用(スケール)

【参考文献】 1) 東海三県地盤沈下調査会編：濃尾平野の地盤沈下と地下水,名古屋大学出版会,pp.57-76,1985. 2) 岐阜県,岐阜市,㈱帝国建設コンサルタント：地中熱利用可能性評価報告書,pp.168-172,2011. 3) 日本冷凍空調機工業会：冷凍空調機器用水質ガイドライン, pp.9-17,1994.