



Title	国土数値情報を用いた地下熱利用システムの導入可能性に関する研究
Author(s)	上野, 雅悠子; 濱田, 靖弘; 窪田, 英樹 他
Description	第13回衛生工学シンポジウム (平成17年11月17日 (木) -18日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 4 建築 都市エネルギー利用 . 4-8
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 13, 143-146
Issue Date	2005-11-16
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1352
Type	departmental bulletin paper
File Information	4-8_p143-146.pdf



4-8 国土数値情報を用いた地下熱利用システムの導入可能性に関する研究

○上野 雅悠子 (北海道大学) 濱田 靖弘 (北海道大学) 窪田 英樹 (北海道大学)
中村 真人 (北海道大学) 桑原 浩平 (北海道大学) 本間 工士 (北海道電力)
田村 裕 (北海道電力) 山田 稔 (北海道電力)

はじめに

1997 年 12 月に開催された気候変動枠組み条約第 3 回締約国会議 (COP3) において決定した日本の二酸化炭素排出量 6%削減に向け、政府は 2010 年の削減目標を 8360 万トンと定めた。このうち、民生部門は 2740 万トンと全体の約 33%を占めており、建築・都市における一層の排出抑制努力が求められている。

蓄熱体あるいは熱源として多様な利用形態の可能性をもつ地下の熱利用システムは、地中熱交換器を用いて地下熱を間接的に利用する方式 (地盤熱利用方式) と地下水を直接汲み上げる方式 (地下水熱利用方式) とに大別される^{1), 2)}。地盤の持つ膨大な熱容量、優れた特性を利用することにより、大幅な省エネルギーの実現が見込まれ、温暖化ガス排出抑制効果の大きな技術として世界的に関心が高まってきている。そこで地盤特性を知り、地下熱の利用可能性を評価することは地下熱を利用する上で大きな役割を果たすことと思われる。

本報は、札幌市内における地下熱利用のための熱特性、地下水流動性に関するデータベースの作成を行ったものである。地理情報システムと水理地質情報等を用いて、地表面から深さ 70~100 m までの地盤について調べた。

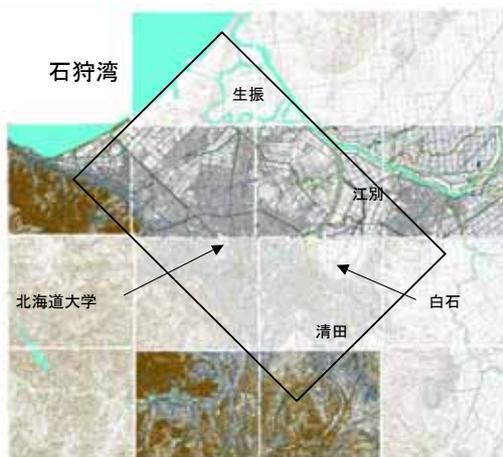


図-1 調査対象地域

1. 調査対象地域と調査項目

1.1 調査対象地域

調査対象地域は札幌南西部の白旗山北部を基点とし、北東方向を x 軸、北西方向を y 軸とした 17×25 km の地域である。図-1 に調査対象地域を示す。対象地域の上部 (北西方向) には石狩湾新港、右部 (北東方向) には石狩川下流、江別市角山、左部 (南西方向) には自衛隊真駒内駐屯地、下部 (南東方向) には清田地区がそれぞれ含まれる。そして 468 個の各格子点に各評価項目データを入力した。なお項目によってはデータが揃わなかったため、空白にしているものもある。

1.2 調査項目

調査項目は、地下水位、地下水流速、帯水層厚さ、そして地下水流速と帯水層厚さの積の値である地盤熱源ポテンシャル、平均熱伝導率、平均熱容量の 6 項目である。表-1 に調査項目とそれぞれの単位について示す。

2. 調査結果と考察

2.1 地下水位

図-2 に地下水位 (GL 基準) の地域別分布を示す。地下水位の調査方法としては国土交通省発行の地下水位年表を基に調査対象となる井戸においてそれぞれ地下水位を読み取り、27 地点の地下水位のデータを得た。そして地盤地質断面図を用いて読み取った地表面の標高の値と 27 地点の地下水位の値を用いて地下水位 (標高) を推定した (210 地点)。なおデータのない地域は空白にした。そして先に求めた地表面標高との差より、地下水位 (GL 基準) を求めた (208 地点)。図-3 に地下水位 (GL 基準) の相対度数分布を示す。地下水位は 5 m 以下の浅い地域が全体の 48.1%

表-2 調査項目

項目	単位
地下水位	m
帯水層厚さ	m
地下水流速	m/年
平均熱伝導率	W/(m・K)
平均熱容量	MJ/(m ³ ・K)
地盤熱源ポテンシャル	m ³ /年

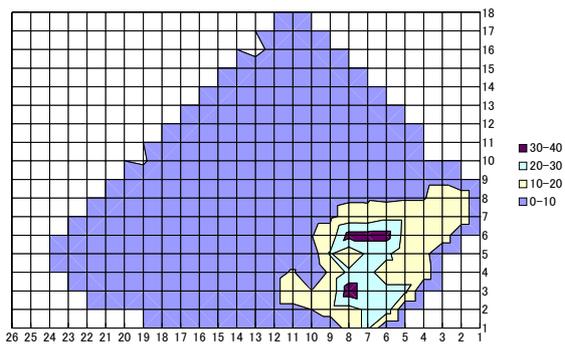


図-2 地下水位 (GL 基準)

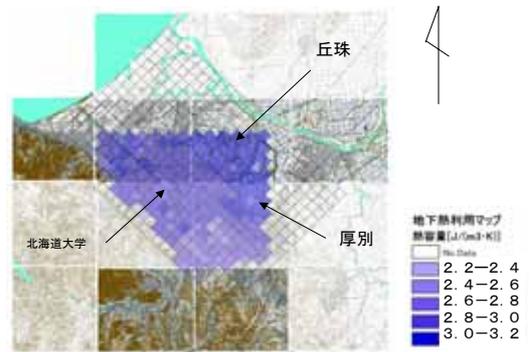


図-4 平均熱容量

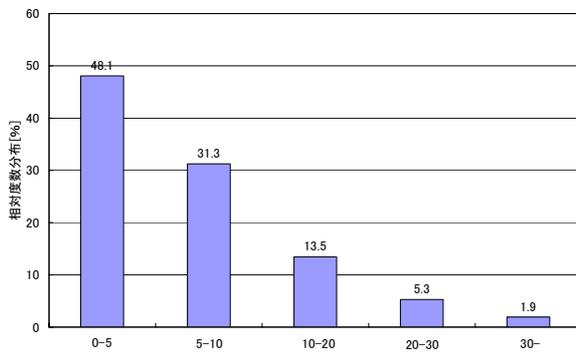


図-3 地下水位 (GL 基準) 相対度数分布

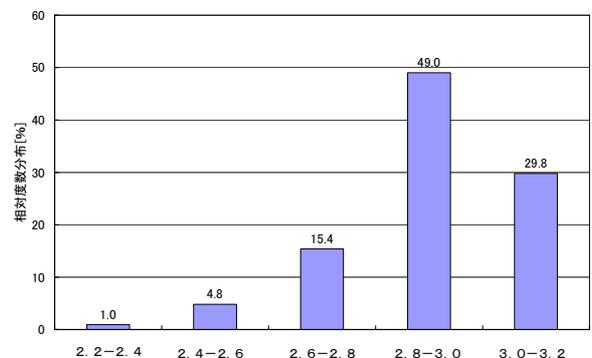


図-5 平均熱容量 相対度数分布

と半分近くを占めていた。5～10 m の地域は全体の 31.3%であり, 30 m 以上の地域は全体の 1.9%だった。

2.2 平均熱容量

平均熱容量の調査方法としては, まず地盤地質断面図を基に対象地域の地盤の詳細を調べ, 2.1 にて求めた地下水位の値を基に地下水で飽和されている層とされていない層とを区別する。次いで, それぞれの層の熱容量を算出し, 全ての層の値を積算し, 平均熱容量の値を算出する (208 地点)。図-4 に平均熱容量の地域別分布を示す。平均熱容量の値が 3.0 MJ/(m³・K) 以上の比較的高い地域は丘珠や厚別また江別市といった札幌の東側の地域に多くみられた。この理由としてはこれらの地域の地下水位が浅いことが挙げられる。また図-5 に平均熱容量の相対度数分布を示す。平均熱容量が 2.6～2.8 MJ/(m³・K) の地域は全体の 15.4%, 2.8～3.0 MJ/(m³・K) の地域は全体の 49.0%, 3.0～3.2 MJ/(m³・K) の地域は全体の 29.8%を占めていた。

2.3 平均熱伝導率

平均熱伝導率の調査方法は地盤地質断面図と地下水位の値を基に平均熱容量と同様の方法で求めた (208 地点)。図-6 に平均熱伝導率の地域別分布を示す。平均熱伝導率の値は全体で 1.1～1.5 W/(m・K) の範囲に存在しており, 平均熱伝導率の値が 1.4 以上の

比較的高い地域は苗穂町周辺から中の島周辺までの豊平川沿いの地域であった。またこの地域より北側の琴似周辺や北海道大学周辺といった地域も平均熱伝導率の値が比較的高い地域であった。図-7 に平均熱伝導率の相対度数分布を示す。平均熱伝導率が 1.3～1.4 W/(m・K) の地域は全体の 47.1%を占めており, 1.4～1.5 W/(m・K) の地域は全体の 36.5%であった。このように平均熱伝導率が 1.3 W/(m・K) 以上の比較的高い地域は全体の 83.6%を占めていた。

2.4 地下水流速

図-8 に地下水流速の地域別分布を示す (468 地点)。透水係数の考え方は, 分布する地質を考慮し, 地質ごとに実測箇所が代表する地区のほぼ重心となるように各地区に割り当てた (全 20 箇所)。また, 地下水流速の推定に関しては, 1km 格子単位で設定した透水係数分布と地下水位データから, Darcy 流れを仮定して求めた。地下水流速の値が特に高い地域は菊水から真駒内付近までの豊平川沿いの地域でこれらの地域は地下水流速の値が 120～430 m/年と非常に高い値を示した。また福住周辺や美園周辺といった札幌の南西地域も 100 m/年 程度の値の大きな地域だった。また札幌は平野部に位置しており平坦な地域が多いため 10 m/年 以下の地下水流速が小さな地域が多かった。図

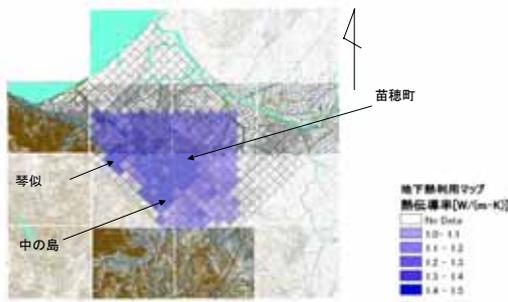


図-6 平均熱伝導率

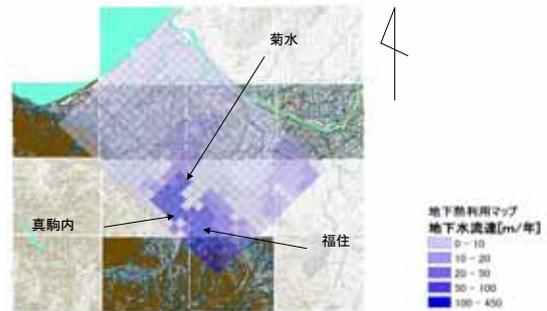


図-8 地下水流速

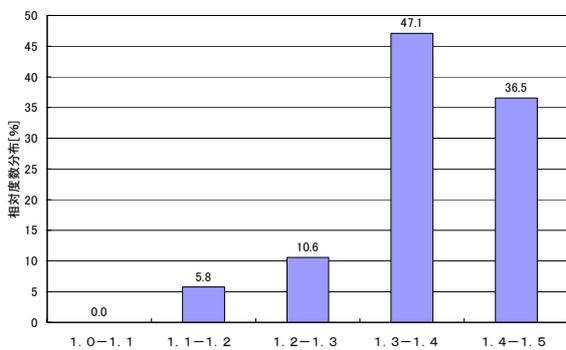


図-7 平均熱伝導率 相対度数分布

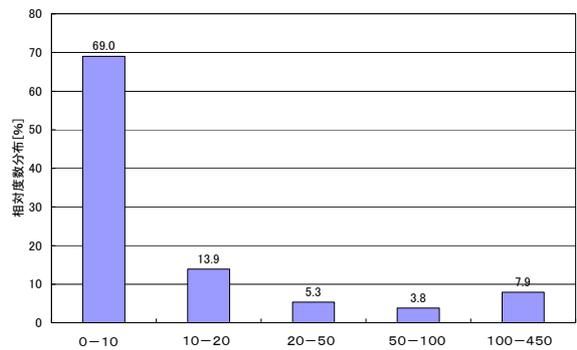


図-9 地下水流速 相対度数分布

-9 に地下水流速の相対度数分布を示す。地下水流速の値が 100～450 m/年 の特に高い地域は全体の 7.9% を占めていた。20～100 m/年 の比較的地下水流速の値が高い地域は全体の 9.1% だった。また地下水流速の値が 10 m/年 未満の地域は全体の 69.0% を占めている。

2.5 帯水層厚さ

図-10 に帯水層厚さの地域別分布を示す。中部帯水層群を対象に 259 地点の地質柱状図を用いて玉石や砂礫などの地層を帯水層とみなした。調査方法としては既存資料を整理し求めた。図-11 に帯水層厚さの相対度数分布を示す。帯水層の厚さが 20～30 m の地域は全体の 17.1%、30～40 m の地域は全体の 18.4%、40 m 以上の地域は全体の 24.6% を占めていた。

2.6 地盤熱源ポテンシャル

地盤熱源ポテンシャルは帯水層厚さと地下水流速の積の値であり、今回新たに定義した指標である。この指標は帯水層を流れる地下水の流量を示したもので主として地下水を直接汲み上げる地下水熱利用方式などを対象としたが、今後建築物の杭基礎を利用したエネルギーパイルシステムの導入に対しての応用を検討していく。地盤を熱源として利用する場合においてはこの値が大きいほど地下水熱利用システムの導

入効果大きい。図-12 に地盤熱源ポテンシャルの地域別分布を示す (468 地点)。導入効果の高さに応じて 6 段階に区分した。特に値が大きかった地域は、菊水周辺地域から中の島周辺地域までの豊平川沿いの地域であり、その中で最も導入効果の高いとされた地域は、札幌駅周辺地域、南 14 条西 11 丁目付近、中島公園周辺地域であった。図-13 に地盤熱源ポテンシャルの相対度数分布を示す。導入効果が A の地域は全体の 4.7% を占め、AA の地域は全体の 6.0%、AAA の地域は全体の 1.7% と導入効果が高い地域は全体の 12.4% を占めていた。また札幌は地下水流速の値が小さい地域が多いため、導入効果が低い C の地域が全体の 57.9% を占めていることがわかった。

まとめ

- 1) 札幌を対象として地下熱利用のための熱特性、地下水流動性に関するデータベースの作成をおこなった。
- 2) 地下水位 (GL 基準) について国土交通省発行の地下水位年表を基に調べた。地下水位は 10 m 以下の浅い地域が全体の 79.4% を占めていた。地下水位が 30 m 以上の地域は全体の 1.9% であった。
- 3) 平均熱容量について地盤地質断面図と地下水位

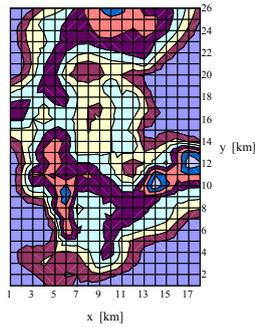


図-10 帯水層厚さ

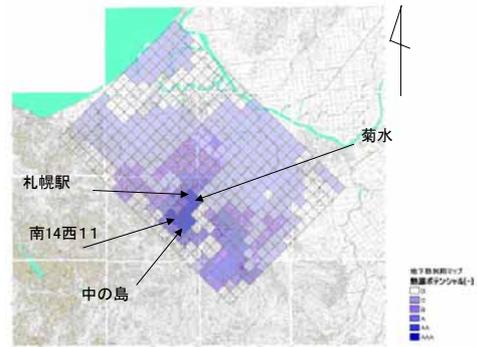


図-12 地盤熱源ポテンシャル

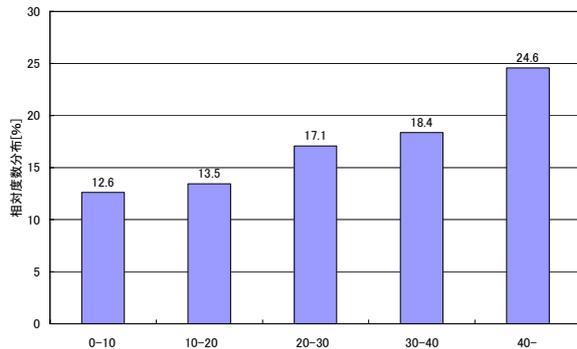


図-11 帯水層厚さ 相対度数分布

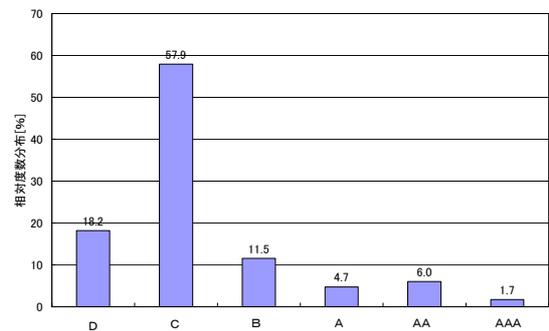


図-13 地盤熱源ポテンシャル 相対度数分布

の値を基にして調査を行い、地域別分布と相対度数分布を示した。平均熱容量の値が $3.0 \sim 3.2 \text{ MJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ の地域は全体の 29.8% を占めており、丘珠や厚別また江別市といった札幌の東側の地域に分布していた。

- 4) 平均熱伝導率について地盤地質断面図と地下水位の値を基にして調査を行い、地域別分布と相対度数分布を示した。平均熱伝導率が $1.3 \sim 1.4 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ の比較的高い地域は全体の 47.1% を占めていた。 $1.4 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上の地域は全体の 36.5% であり、苗穂町周辺から中の島周辺までの豊平川沿いの地域や、この地域より北側の琴似周辺や北海道大学周辺といった地域に多く分布していた。
- 5) 地下水流速の推定に関しては、1 km 格子単位で設定した透水係数分布と地下水位データから、Darcy 流れを仮定して求め、地域別分布と相対度数分布を調べた。地下水流速の値が $100 \sim 450 \text{ m}/\text{年}$ の特に高い地域は全体の 7.9% を占めており、これらの地域は菊水から真駒内付近までの豊平川沿いの地域や福住周辺や美園周辺といった札幌の南西地域に分布していた。また地下水流速の値が $10 \text{ m}/\text{年}$ 未満の地域は全体の 69.0% を占めている。
- 6) 帯水層厚さについて中部帯水層群を対象に、既

存の資料を基に調べた。帯水層の厚さが $20 \sim 30 \text{ m}$ の地域は全体の 17.1%、 $30 \sim 40 \text{ m}$ の地域は全体の 18.4%、 40 m 以上の地域は全体の 24.6% を占めていた。

- 7) 帯水層厚さと地下水流速の積の値を地盤熱源ポテンシャルと定義し、評価項目とした。最も導入効果の高い AAA の地域は全体の 1.7% を占めており、菊水周辺地域から中の島周辺地域までの豊平川沿いの地域に分布していた。その中で最も導入効果の高いとされた地域は、札幌駅周辺地域、南 14 条西 11 丁目付近、中島公園周辺地域であった。

終わりに北海道立地質研究所の丸谷科長、北海道立環境科学研究センターの高田科長、安井様に多大なご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 濱田靖弘・丸谷 薫・中村真人・永坂茂之・落藤 澄・淵上栄樹・横山真太郎：国土数値情報を用いた地下熱特性の分析と地下熱利用形態に関する研究、エネルギー・資源、23-1(2002-1), pp. 61~67
- 2) 濱田靖弘・中村真人・窪田英樹・丸谷 薫・淵上栄樹・長野克則・落藤 澄：国土数値情報を用いた地下帯水層蓄熱システムの導入可能性に関する研究、太陽エネルギー、163(2004-9), pp. 57~63