

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：11401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650578

研究課題名(和文)地下水を用いた除雪作業の軽減と地下水循環の人的強化：同時実現モデルの創出

研究課題名(英文) Reducing snow-removal works by using groundwater and artificial enhancement of groundwater cycle: Creation of the simultaneous realization model

研究代表者

肥田 登(Hida, Noboru)

秋田大学・その他部局等・名誉教授

研究者番号：70015832

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円、(間接経費) 510,000円

研究成果の概要(和文)：主たる研究対象域を秋田県六郷扇状地・39°25'N, 140°34'Eに置いて実施した。成果等は次のとおりである。

1. 地下水熱を利用して、居住空間の内、玄関周辺の生活道路に積もる雪と屋根の雪下ろしによって軒下に山積した雪の双方を同時に除排雪するための小実験を実施した。2. 熱利用を終えた地下水と融雪によって生じた積雪水量の一部を地下水人工涵養池へ還元することが可能である。3. 地下水位、地下水温の観測記録を蓄積した。4. 本研究の応用範囲の可能性を日本に限らず東南アジアを含めて検討した。5. 研究の成果、学実的及び社会貢献的な意義は有効であり、成果の一部はすでに複数の国際会議で公表済みである。

研究成果の概要(英文)：This study has been mainly performed in Rokugo alluvial fan in northern Japan. Results are as follows: 1. By using groundwater heat, completed was an experiment to eliminate both of snow piled up on a road around the entrance of private residence and snow that has fallen from roofs on the ground. 2. Groundwater after having been subjected to heat utilization and a part of the snow water equivalent resulting from snowmelt were returned to the artificial recharge basin. 3. Observation records of groundwater levels and groundwater temperatures have been accumulated. 4. Concept of this study could be applied not only in Japan but also in a part of Southeast Asia. 5. The results of the study were already presented in several international conferences.

研究分野：水文学(Hydrology)

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：地下水人工涵養 地下水循環 地下水位 水理水頭 地下水温 積雪 融雪 除排雪

1. 研究開始当初の背景

積雪高齢化社会において高齢者が行う除排雪は命がけの作業である。加えて、地下水を生活用水源に充てている降積雪地帯では、積雪期間中に涵養減と揚水増により地下水位は低下する。この除排雪作業を地下水の活用により軽減させ、併せて揚水した地下水と融雪水を地下水人工涵養池を用いて地下へ再還元し、地下水循環を人的に強化することを意図した。

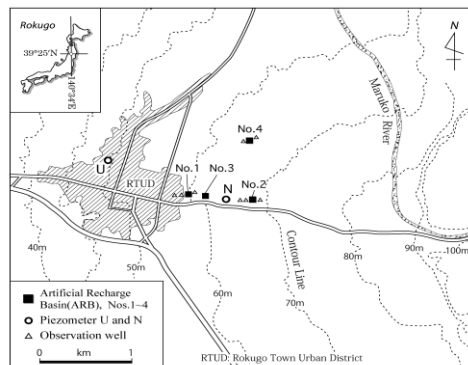
研究に際し、秋田県六郷町(2004年の合併後は美郷町)、TMO 六郷まちづくり株式会社、株式会社日さく(秋田支店)、及びベトナム科学技術アカデミー(VAST)の協力が得られた。記して謝意を表す。

2. 研究の目的

地下水を用いた除排雪作業と地下水循環の人的強化を同時に実現させるモデルの創出が本研究のねらいである。

3. 研究の方法

平成 23~25 年度にわたり主たる研究対象地を秋田県六郷扇状地(扇央: 39° 25' N, 140° 34' E, 下図)に置き、研究代表者 1 名により本研究を実施する。六郷扇状地には、地下水人工涵養池、ピエゾメータ、観測井など既存の研究設備が整備されている。ピエゾメータの設置は 1991 年、記録の採取は 1992 年に開始された。本研究の遂行のために、上の 3 か年度の間これらの諸設備が活用され



た。

4. 研究成果

平成 23 年度: (1) 六郷扇状地に設置されている既存の地下水人工涵養池(扇央)、観測井(涵養池隣接)、ピエゾメータ(扇央及び扇端の 2 地点、各 20m, 50m, 100m 深)を使用して、涵養池内の水温、観測井及びピエゾメータ地点の水理水頭と地下水温の観測を毎 10 分間隔で継続した。(2) 地下水熱(約 13°C)を利用して、居住空間の内、特に玄関周辺の生活道路に積もる雪の除排雪を可能とする小実験を融雪プロテクターを用いて実施した。(3) 熱利用を終えた地下水と融雪によって生じた積雪水量(snow water equivalent)の一部を地下水人工涵養池へ還元することが可能であり、積雪期間において

も涵養池の有効浸透能を維持できることを確認した。

平成 24 年度: (1) 地下水熱を利用して、居住空間の内、特に屋根の雪下ろし(文末の写真 1)によって軒下に山積する雪の除排雪を可能とする小実験を簡易ノズルを用いて実施した。(2) そのほか、平成 23 年度と同様に各地点の水理水頭と地下水温の観測を継続し研究データの蓄積を行った。

平成 25 年度: (1) 地下水熱を利用して、居住空間の内、玄関周辺の生活道路に積もる雪と屋根の雪下ろしによって軒下に山積した雪の双方を同時に除排雪するための小実験を実施した。(2) 右の実験により、熱利用を終えた地下水と融雪によって生じた積雪水量の一部を地下水人工涵養池へ還元することが可能である。(3) 過年度と同様の観測を継続した。扇央にある野中と扇端にある馬町のピエゾメータ(各 20, 50, 100m 深)における地下水温の経年変化は次の通りである。野中の地下水温より: ① 深度 20, 30, 40, 50m の地下水温は一定の年変化を繰り返す。深度 20m 深の地下水温は夏 7 月初旬頃に最低となり、冬 1-2 月に最高となる。年によっては 4°C ほどの較差がある。深度 30m 深の地下水温は夏 6 月頃に最低となり、11-12 月に最高となる。年によっては 4°C ほどの較差となる。② 概して夏季において 20m 深から 100m 深に向かって地下水温は高まるが、冬季においては 20, 30m の地下水温が 40, 50m 深地下水温よりも高まる。③ 経年的に 100m 深を含め各深度の地下水温は上昇をたどる傾向にある。馬町の地下水温より: ① 深度 20, 50m の地下水温は一定の年変化を繰り返す。深度 20m 深の地下水温は 6 月(年によっては 5 月)に最低となり、夏季に概して低水温となる。一方、12 月頃に最高の値に達する。両者の較差は 2~3°C となる。扇端の住民は浅層の地下水や湧水を利用しており、「地下水は夏冷たく、冬暖かい」と言う。体感ではなく、実温度がこのようなサイクルにある。② 深度 50m において冬季の地下水温が短期的に上下変動するのは、水頭の変動と同様、道路消雪井戸の揚水の影響を受けることによる。③ 地下水温は経年的に上昇傾向にある。(なお、ピエゾメータに関する詳細の記録/水理水頭と地下水温については、研究代表者に直接問い合わせ願いたい。)(4) 日本各地及びハノイ北西部(亜熱帯)の地下水温・湧水温の観測を行い、本研究の応用範囲の可能性を検討した。(5) 本研究の成果、学実的及び社会貢献的な意義は有効であり、成果の一部は IGU 京都国際会議 Aug 2013 で公表済みであり、さらに FRIEND14 Conference, Montpellier Oct 2014 において公表の見込みである。(6) 本研究は今後さらに深化・発展させることを意図して継続される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① Giang, N. V., Hida, N. and Bano, M., The characteristics of shallow geological structure for Red River side - Tayho - Hanoi area by geophysical data, *Jrl. of Scienses of the Earth, VAST*, 査読有, 34, 2012, 97-106.
- ② Hida, N. and Giang. N. V., Decline in groundwater levels in Thang Long Industrial Park within the area of Northwest Hanoi, Vietnam, *Journal of Japanese Association of Hydrological Sciences*, 査読有, Vol.42, No.4, 2012, 167-172.
- ③ Giang, N. V., Duan, N. B., Thanh, L. N. and Hida, N., Geophysical techniques to aquifer locating and monitoring for industrial zones in North Hanoi, Vietnam, *Acta Geophysica*, 査読有, Vol. 61, No. 6, 2013, 1573-1597. DOI: 10.2478/s11600-013-0147-8
- ④ Giang, N. V., Thanh, L. N., Hiep, V. Q. and Hida, N., Hydrological and hydrogeological characterization of groundwater and river water in the North Hanoi industrial area, Vietnam. *Environmental Earth Sciences*, 査読有, 2014, Vol. & pp.: Forthcoming. DOI: 10.1007/s12665-014-3086-z

[学会発表] (計 5 件)

- ① Jaroenwong, M. and Hida, N., Monsoon rainwater harvesting in paddy rice field in Kamphaeng Phet and Phicht Provinces, Thailand, *Proc. of JAHS Japan Association of Hydrological Sciences*, 26, 75-78. Oct8th 2011, Hokkaido Univ, Sapporo, Japan

- ② Giang, N. V., Hida, N. and Thanh, L. N., Near-surface Geophysics for Groundwater investigation in Vietnam, *International Symposium on Geophysics for Discovery and Exploration in September 19-21, 2012*, Jeju Island, Republic of Korea
- ③ 肥田 登, 降積雪地のオープン型地下水還元, *日本地熱学会 学術講演会*, 秋田県湯沢市, 湯沢文化会館, 2012.10.24 招待講演
- ④ Hida, N., Artificial recharge of groundwater: recent situation in Japan. *The 2013 IGU Kyoto Regional Conference, Poster, A20, 115 Hydrology*, Aug 4-9, 2013, Kyoto International Conference Center, Japan
- ⑤ Hida, N. and Giang, N. V., Long-term observation records on hydraulic head and groundwater temperature in snowfall Northern Japan - what is revealed -, *7th Global Friend-Water conference Montpellier, France 07-10 Oct 2014, Hydrology in a Changing World: Environment and Human Dimentions, Proc. of FRIEND-Water*, Accepted in 2013

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

肥田 登 (HIDA, Noboru)
秋田大学・名誉教授
研究者番号: 7 0 0 1 5 8 3 2

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし



写真1 六郷市街地，屋根の雪下ろし
2012/01/14 (By Hida)



写真2 六郷扇状地の地下水人工涵養池
2012/03/14 (By Hida)