

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：11401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560152

研究課題名(和文)降積雪・地下水人工涵養・人間活動を繋ぐ：高齢化社会を生きるアメニティゾーンの創出

研究課題名(英文)Creating amenity zones for aging society by connecting snowfall, artificial groundwater recharge and human activity

研究代表者

肥田 登(Hida, Noboru)

秋田大学・名誉教授・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) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：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)に置いて実施した。次の成果を得た。

1. 地下水を揚水し、その地下水温を活用して民家の屋根の雪および生活道路の雪を地下水で融かす実験を行った。散水法を採用することにより、融雪が可能であることを確かめた。2. 揚水量と融雪によって生じる水量を地下水人工涵養池へもどして活用するシステムを確認した。3. 基礎資料を得るために、六郷扇状地内の野中と馬町に在るピエゾメータにおいて水理水頭と地下水温の観測を継続した。水量、地下水温ともに本研究の実現に適っている。4. 本研究の成果は高齢化社会における融雪行動に資するものと期待できる。

研究成果の概要(英文)：The main study site was placed in the Rokugo alluvial fan (39: 25 ° N, 140 ° 34'E), Akita prefecture, and I got the following results.

1. I pumped the groundwater and made an experiment using the groundwater temperature to melt the snow on the roof of private house and the snow of living road around house. By adopting the sprinkling method, it was confirmed that snow melting was possible. 2. I confirmed the system to use the amount of pumped water and the amount of water produced due to snow melting into the artificial groundwater recharge ponds. 3. In order to obtain basic data, observation of hydraulic head and groundwater temperature was continued at the two piezometer sites, Nonaka and Umamachi in the fan. Both water volume and groundwater temperature are suitable for realizing this research. 4. The results of this research can be expected to contribute to snow melting behavior in aging society.

研究分野：水文学

キーワード：地下水人工涵養 地下水 湧水 融雪 扇状地 高齢化社会

### 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り、近年、「雪おろし」にかかわる事故が多発するようになった。本研究の成果を敷衍させることによって、このような事態を軽減させたい。

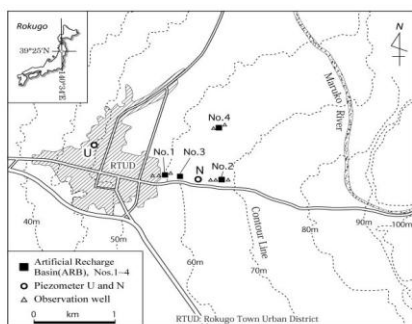
本研究は、平成23-25年度科研費挑戦的萌芽研究:23650578(肥田)の研究成果を踏まえ、国内外を展望しながら研究の内容をさらに深化・発展させることを意図して設定したものである。

### 2. 研究の目的

「降積雪・地下水人工涵養・人間活動を繋ぐ：高齢化社会を生きるアメニティゾーンの創出」に関する研究を3か年度にわたって行う。地下水資源(水量と水温)を活用して除排雪の作業を軽減させ、併せて融雪の過程で生じる揚水量と積雪水量を地下水人工涵養池の水源に使う。本研究はこの一連のシステムの創出を目指す。

### 3. 研究の方法

平成26(2014)～28(2016)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。

六郷扇状地のほか、日本各地の現地調査を

加え、さらにスペイン、ベトナム等諸外国の関連資料を収集・考察して研究内容の深化を図ることとした。

### 4. 研究成果

**H26年度:** 1. 秋田県六郷扇状地に設置されている地下水観測装置(過去の科研費により設置した野中、馬町の各ピエゾメータ)を使って、本研究課題の基礎となる、水理水頭と地下水温の継続観測を行った。2. 六郷扇状地において民家の屋根の雪を地下水で融かす装置の扱いは、この冬は小雪の年であったため、試行の段階にとどめた。地下水人工涵養池(写真:下)への給水は既存の装置を使って地下水堆や地下水温に関する通年観測を行った。(文中の写真撮影はすべて肥田による)



3. 後述の主な発表論文等の〔学会発表〕欄に記したとおり、Montpellierにおいて成果の一部を公表した。併せて本研究課題にかかわるスペイン、ポルトガル、ロシア、ベトナムの関係資料を収集した。

**H27年度:** 1. 六郷扇状地の扇端において生活道路の雪を地下水で融かす装置を用いて融雪実験を行った(2016年01月)。装置は幅5cmの融雪プロテクターの50cm長毎の左右に地下水の噴きだし口を計6カ所開けた。1カ所の噴きだし口からの噴きだし量は、平均して**1.7ml/s**である。噴きだし量は雪の多少により、水道蛇口で調整する。噴きだす地下水をビーカーに採って測定した結果、**水温 10.6～10.7℃**(EC 16.27 mS/m)であった。プロテクターの総延長を調節しながら融雪は可能であることが判明した。2. 六

郷扇状地の扇央・野中(39° 25′ 02″ N, 140° 33′ 55″ E)と扇端・馬町(39° 25′ 18″ N, 140° 33′ 03″ E)にあるピエゾメータ(深度は各20m, 50m, 100m)において水理水頭と地下水温の継続観測を行った(下の写真:野中/左と馬町/右の各ピエゾメータ)。



野中の水頭と地下水温: 20 深の最高水頭は3月の融雪末期と5月の灌漑初期に現れ59m台に達し, 最低水頭は5月中旬と11月中旬の54m~55mであった。50m深は20m深の変動に準ずる。深度20m深の地下水温は夏6-7月に最低となり, 冬1月に最高となる。馬町の水頭と地下水温: 20, 50m深の最高水頭は融雪末期と灌漑初期に現れ約47mを記録し, 最低水頭は1月~2月の降積雪期に現れ, 約43m(20m深)と41m(50m深)である。20, 50, 100m深の順に地下水温は高まる。20m深の地下水温は6月に最低(10.7℃)となり, 12-1月に最高(12.8℃)の値に達した。100m深は年間を通して約16.8℃である。**20m深付近の地下水温が降積雪期に上昇することは, 地下水を融雪に活用する目的に適う。**3. 六郷扇状地のほか, 本研究課題の目的にそって, 地下水, 湧水に関する基礎調査を長岡市, 只見町, 会津若松市, 津軽地方, 北杜市, 五泉市, 阿賀野市, 小山市, 太田市において行った。海外の関連資料は文献等により補った。

**H28年度**: 1. 六郷扇状地において, 民家の屋根の雪のほか, 昨年度に引き続き生活道路の雪を地下水で融かす実験を行い, 散水法により屋根の雪, 生活道路の雪を融かすことが可能であることを確認した(写真: 次の左右)。



ここで, 積雪期間中に雪上に散水された地下水温は約10.0-11.0℃であった。さらに, 融雪のために揚水した地下水と散水法によって生じた積雪水量(屋根の雪を測定)を既存の人工涵養池と消雪溝へ給水する実験を行った。積雪期間中, 人工涵養池の浸透能は毎時25mmを超え, 揚水量+積雪水量を人工涵養池で吸収することは可能である。消雪溝へは自然流下により導水した。加えて, 江戸中期に六郷扇状地に築造された「堤」(後述の主な発表論文等の[雑誌論文]欄の肥田, 2016を参照)の跡地は涵養機能に優れており融雪水ほかの水を涵養させる機能を備えていることを確かめた。このほか, 全国的な視点から地下水・湧水の調査を行った。主な地点は平戸市, 伊予市, 関ヶ原町, 諏訪市, 富士河口湖町等である。これらの市町においても, 地下水温は雪を融かすのに十分な値を有していることを確認した。2. **補助事業期間全体を通じて実施した研究の成果**: 六郷扇状地の扇央・野中と扇端・馬町に設置されている, 各20m, 50m, 100m深のピエゾメータを使って水理水頭と地下水温の観測(ロガー及び手動)を継続した。人口密集域にある馬町のピエゾメータの記録から, 2016年1月(最寒月, 日平均気温は零下1.2℃以下)の日平均地下水温の観測結果を例示する。20m, 50m, 100m深別に12.49℃, 14.01℃, 16.66℃であった。融雪には十分に活用できる水温である。また, 融雪によって生じた水は地下水人工涵養池の水源に充てることが可能である。

**今後の課題**: 高齢化社会において融雪装置, 地下水人工涵養池, ピエゾメータ等諸施設の維持管理をどのように持続させていくかの

方法を見出していくための研究は欠かせない。

**謝辞**: 研究期間を通し、秋田県美郷町, TMO 六郷まちづくり株式会社, ならびに 2004 年の合併により美郷町となった旧六郷町域の住民各位には各段の協力を得た。肥田は、秋田県の「六郷」という最適なフィールドに恵まれ、幸せな研究生生活を過ごすことができた。記して謝意を表す次第である。2017/05/22

#### 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 2 件)

- ① Giang, N. V., Thanh, L. N., Hiep, V. Q. and Hida, N. (2014): Hydrological and hydrogeological characterization of groundwater and river water in the North Hanoi industrial area, Vietnam. *Environmental Earth Sciences*, Springer, Volume 71, Issue 11, pp 4915-4924. DOI 10.1007/s12665-014-3086-z. **査読有**

- ② 肥田 登 (2016) : 江戸中期に六郷扇状地で築造された「堤」の目的と役割に関する水文学的検証—地下水人工涵養の機能を中心に—. *日本水文科学会誌*, Vol. 46, No. 3. 185-195. **査読有**

[学会発表] (計 1 件)

- ① Hida, N and Giang, N. V. (2014): Long-term observation records on hydraulic head and groundwater temperature in snowfall Northern Japan - what is revealed. *FRIEND - Water 2014 7th Global FRIEND - Water Conference, Montpellier, France, 7 - 10th October 2014, Extended abstracts Poster proceedings, Editors: Henny A.J. van Lanen, Siegfried Demuth, Anne van der Heijden*, 58-59. **査読有**

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

[その他]  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

**肥田 登 (HIDA, Noboru)**  
秋田大学・名誉教授・名誉教授  
研究者番号: 70015832

##### (2) 研究分担者

なし

##### (3) 連携研究者

なし

##### (4) 研究協力者

なし