

# 地下水の節水意識向上を目的とした地下水の見える化

栗林健、藤野丈志\*1

## 1. はじめに

日本でも有数の豪雪地帯である新潟県では、冬期間の幹線道路や、駐車場などで多くの消雪井戸が設けられ、消雪のための地下水採取が行われている。この揚水のための地下水低下が著しい地域では、井戸枯れや地盤沈下が進行するという問題がおこっている。この対策として、新潟県や市町村では地下水の保全を図る目的の条例を制定し、地下水の見える化の取り組みが進められている。

しかしながら、地下水位の低下は依然として続いており、さらなる地下水節水対策が必要な状況である。

そこで、地下水節水意識を高める事を目的とした地下水見える化システムの紹介を行う。

## 2. 地下水の見える化システム

現在公開されている地下水の見える化システムについて、長岡市の事例を示す。

長岡市は地盤沈下監視地域であり冬季地下水位低下と地盤沈下の進行が問題となっており、市民や事業者の地下水節水意識を高める事が重要な課題であった。そこで、平成30年度に自治体と企業の公募型マッチングシステムである「Startup XAct」<sup>1)</sup>を利用し、地下水の節水呼び掛けるために、地下水位を視覚的に訴える地下水の「見える化」システムの共同開発を行った。

開発導入した地下水の見える化システムの概要を図 2-1 に示す。地下水位データを記録するロガーと専用サーバーを携帯電話回線で接続し、1 時間ごとの地下水位を取得して、地下水位変動グラフと「見える化」画像を WEB で公開するシステムである。

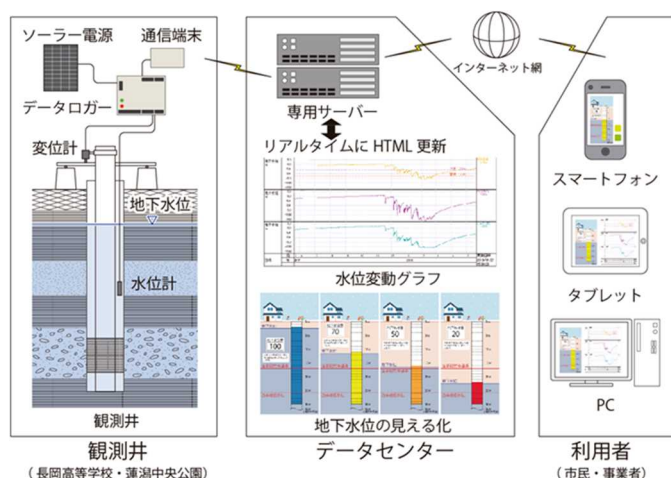


図 2-1 地下水の見える化システム

WEB 上の地下水位表示を図 2-2 に示す。専門的な資料等において地下水位を表現する場合、地下水位変動グラフで表示することが多いが、今回の対象は一般市民へ広くみせるため、初めて目にする人、普段地下水に関心のない人にも理解しやすいように、「地下水指数」を定義し、「地下水指数」と地下水位模式図を組み合わせることで地下水位表示を行った。

地下水位模式図は、井戸の地下水位を地下断面図で示すもので、地下水位のスケール感が分かりやすいように、家屋と子供のイラストを入れ一般市民にも親んでもらえるように工夫した。地下水指数は、消雪パイプ稼働前の水位を 100、過去に記録された消雪パイプ稼働による最低水位を 0 とし、地下水位が低いほど値が小さくなるものである。井戸内の地下水の色には、地下水指数と連動した 4 段階の色を使い、地下水状況をわかりやすくした。余裕のある地下水位の際は、地下水指数 80 以上で、井戸内の地下水は青色で示される。地下水指数 80 を切ると黄色に、地下水指数 60 を切ると橙色に変わり、渇水の危険性が高い地下水指数 30 以下では赤色となる。この地下水指数と地下水位変動グラフは、長岡市のホームページから図 3-3 の形で 2019 年 12 月より公開されている。

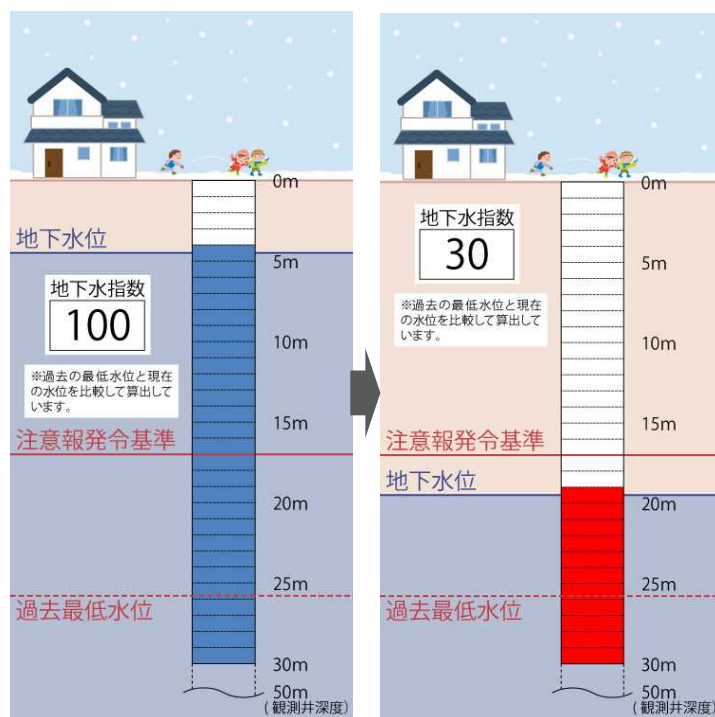


図 2-2 地下水指数表示

\*1 株式会社 興和 水工部 (025-281-8816)

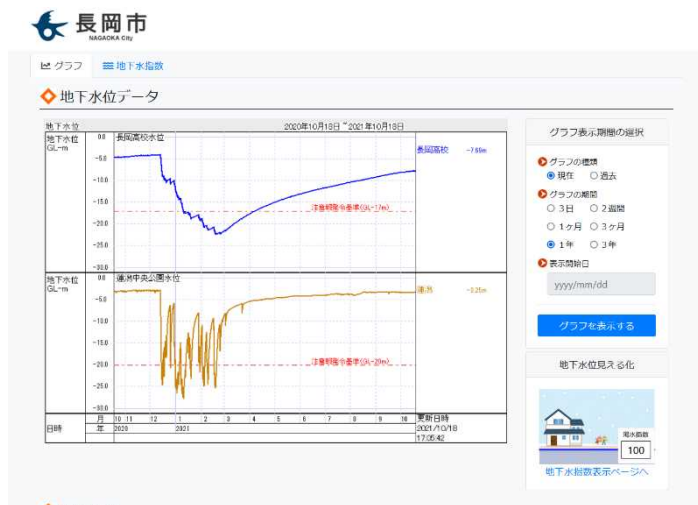
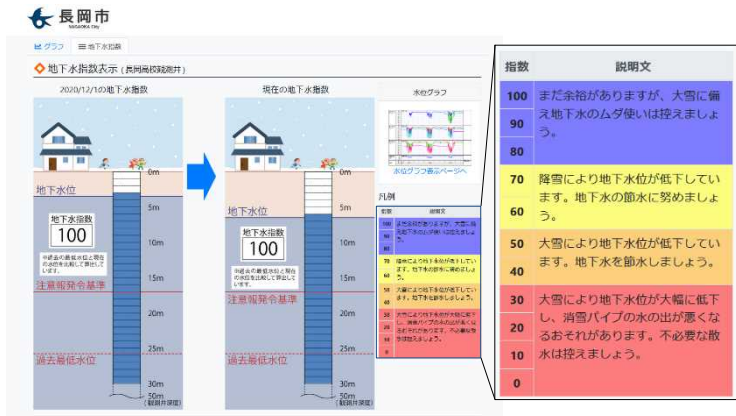


図 2-3 公開されている地下水位データと地下水指数<sup>2)</sup>

### 3. 節水意識向上を目的とした地下水の見える化

地下水指数を用いた表現により、過去最低水位に対してどこまで余裕あるかを数値化する事で地下水位の低下状況を分かりやすくする事ができた。しかし、冬の初めの地下水位が高い時期や小雪の年は、地下水指数は余裕のある数値となるため、節水意識が弱くなってしまう恐れがある。また、地下水位が低く地下水指数に余裕がない時期においても、節水効果が分かりにくくなり、達成感が感じづらい。そこで、これらの課題の解決方法として、地下水指数とは別の方法で節水効果を表現する事を考えた。

まず、地下水位低下量を降雪量（もしくは降雪時間や積雪深）で標準化した地下水消費効率が考えられる。図 3-1 に地下水消費効率の概念を示す。横軸が降雪量、縦軸が地下水位低下量である。図のように、降雪量が増加するに従い、地下水位低下量も増加するが、節水を行った場合は傾きが緩やかになる。この傾きが地下水消費効率である。自動車での燃費（走行距離に対する燃料消費量）のような考え方で、降雪量（走行距離に相当）の割に地下水位低下量（燃料消費量に相当）が大きいときは、指数が小さくなる（低燃費

状態に相当）ようにする。また、冬季シーズンが終わってから指数を出すのでは、「次の降雪では節水してみよう」等の節水意識には繋がりにくいと考えられるので、1回の降雪毎の指数（瞬時）も合わせて見せると、より節水意識の向上に繋がると思われる。

節水指数を地下水位指数とあわせて見せる事で、地下水指数に余裕があっても節水指数に余裕がない場合、節水への取り組みが弱い事を示せるので、節水意識の向上に繋がると考えられる。

以上を整理し、地下水位状況を示す指標として、表 2-1 に示す地下水消費指数、節水指数に加え、自動車では残油計に当たる地下水指数を加えた、3つの指数で、地下水位状況を表す事とした。

また、表現方法の一例として次項の図 3-2 に自動車のメーターを参考にした場合の地下水位見える化のイメージを示す。自動車の場合、走行距離と燃料消費量を測定しドライバーに燃費計と残油計の情報を分かりやすく表示している。この考えと同様に、地下水位の場合でも、降雪量と地下水位を測定し、メーターで表示する。地下水消費指数や節水指数は自動車の燃費計に相当するため、図のように 3時方向に針が傾いた場合、節水効率が悪い事を表し、9時方向に針が傾いた場合、節水効果が表れている事を示す事とした。地下水指数については、車の残油計に相当するため、地下水の低下に応じて、残油計を模した目盛りを減少させる事とした。

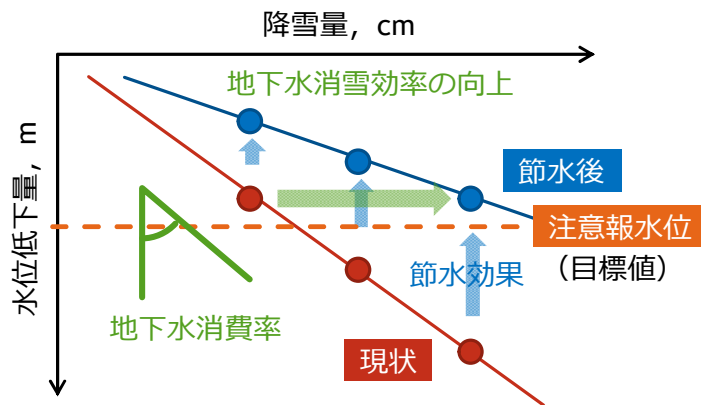
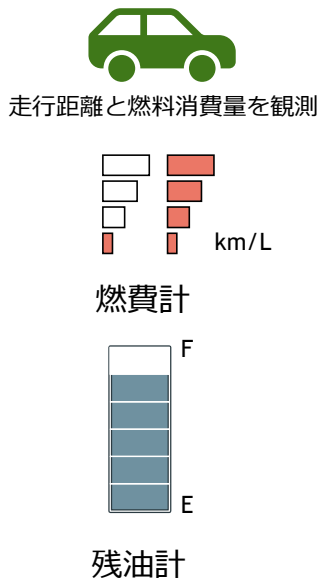


図 3-1 地下水消費効率

表 2-1 地下水位の表現方法

測定値 (観測値)	指数	自動車なら
地下水位 (低下量)	地下水指数	残油量 (計)
地下水位低下量-降雪量 (累積)	地下水消費指数	平均燃費 (計)
地下水位低下量-降雪量 (降雪日)	節水指数	瞬時燃費 (計)

## 自動車の場合



## 消雪施設の場合

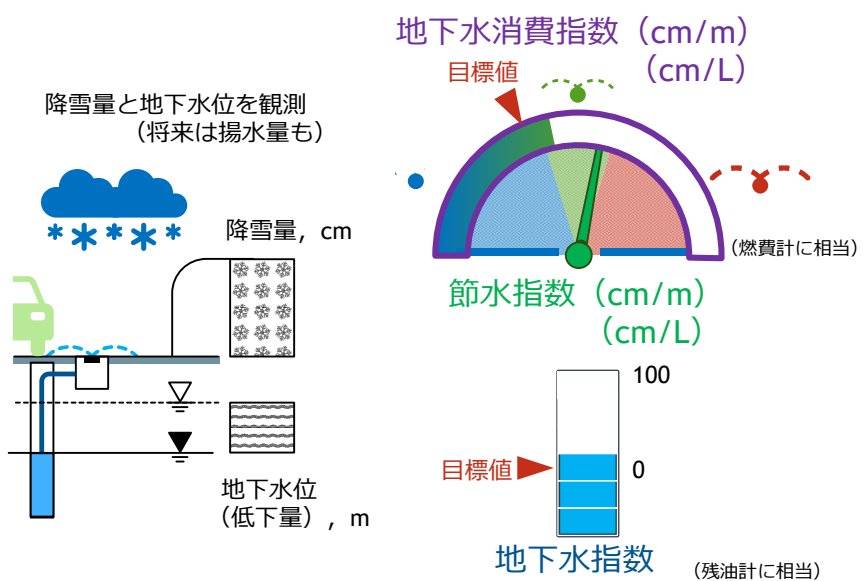


図 3-2 自動車を参考にした地下水の見える化

### 4. 今後の課題

地下水消費指数や節水指数で地下水位を表現する事は有用であると考えられるが、算出には地下水位と降雪量の観測が必要である。地下水位については、各地の観測井戸等で既に観測しており、システムに取り込む事は簡易である。しかし降雪量については、新たに観測用の降雪検知器等の購入を行わなければならない、費用面で高額になるため、既設設備のデータ等を活用するシステムを構築している所である。

節水意識を高めたり、節水の達成感を感じられるようにするには、各指数に目標値を定める事が望ましい。しかし、井戸枯れや地盤沈下を防ぐための目標値は今のところない。また、地域の事情によっても目標値は変わると考えられる。すぐに目標値を定める事は難しいが、観測データを使って目標値を検討する事は可能である。一例として、図 4-1 に新潟県内中越地方での地下水位観測結果をもとにした、目標値設定の概念図を示す。

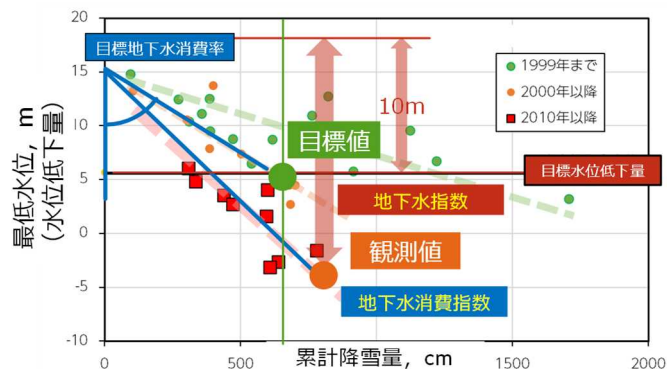


図 4-1 各指数の目標値設定

横軸が累積降雪量、縦軸が水位低下量を示し、傾きが地下水消費効率である。毎年の累計降雪量と地下水低下量をプロットすると、年代が進むにつれ、傾きが急になり、地下水消費効率が悪くなっている事がわかる。

このような統計データが存在する地域では、地下水節水の指針を定めれば、地下水消費効率の目標値を決定する事が可能である。

「2000年～2009年と同じくらいの地下水低下に抑えたい」という節水の方針にする場合、降雪深が600cmのときにおおよそ5mまでの地下水低下に抑えるという目標が定まる。

このような基準を出発点として、高すぎる目標とならないように、より実情に合った目標値を定める事が必要だと考えられる。

### 5. まとめ

地下水の節水を目的として、地下水指数を利用した地下水水位の見える化システムを開発し、一般市民や初めて目にする人にも分かりやすい工夫したWEB表示が行われている。しかし、節水意識をさらに高めるためには、地下水指数とは別の表現方法も組み合わせ、表現を行う事が必要だと考え、地下水消費指数や節水指数という、節水効果が見える数値、節水できたという満足度が見える数値を考えた。

より改善・改良を進め、地下水の見える化を通して、今後も地下水保全に貢献していきたい。

参考文献

1) 総務省 報道資料 平成 29 年度

[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01tsushin01\\_02000231.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000231.html) 、  
2021 年 10 月閲覧

2) 長岡市ホームページ

<http://www.nagaoka-tikasuii.jp/nagaoka-graph.php>  
2021 年 10 月閲覧