

# 砂丘における地下水調査

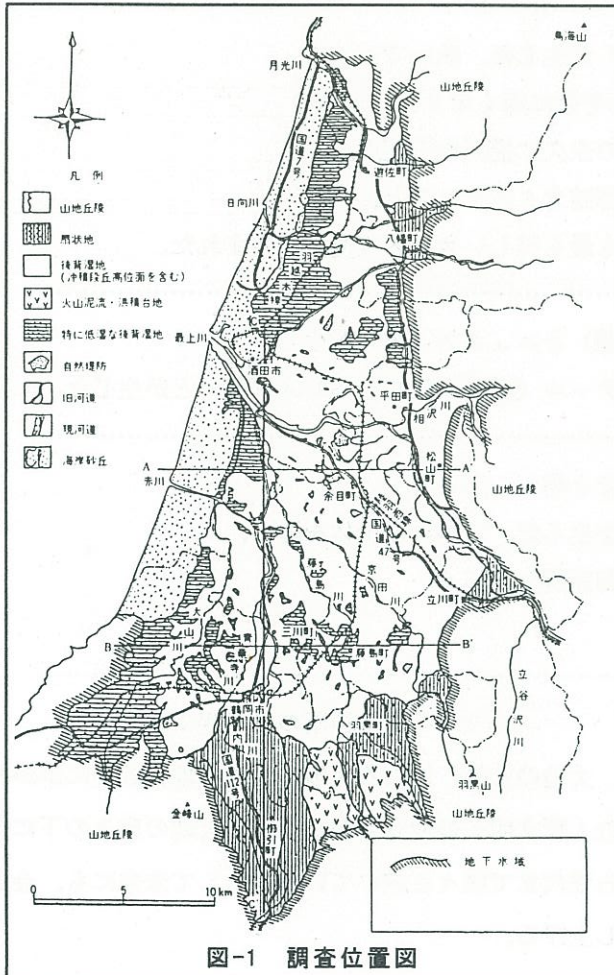
株式会社 星野雅代

## 1. はじめに

近年、トンネルや切土等の施工に伴う周辺地下水への影響を把握するために、長期にわたって地下水位等を観測することが多い。この場合、自動観測によってデータを集録することで、省力化を図ることができる。

ここでは、庄内砂丘地域において地下水位を自動観測によって長期観測し、タンクモデルを使用して地下水位の変動を再現、砂丘地域における地下水位変動の特徴について考察を行った。

## 2. 調査地域の概要 <sup>1), 2)</sup>



庄内砂丘は山形県北西部、鶴岡市から酒田市の海岸部に南北方向に分布している(図-1)。

地形的には標高 50m 程度の丘陵地形を呈し、南北方向に尾根線が延びる。主要な河川として庄内砂丘のほぼ中央部を赤川が東西方向に流れ、日本海へと流出している。

庄内砂丘の構成砂は、いわゆる庄内層群の上位に不整合に重なっている。その基底面は東部で標高 0m、西部で-20m 以下を示し、東から西へ緩く傾斜している(図-2)。同層群上面には、

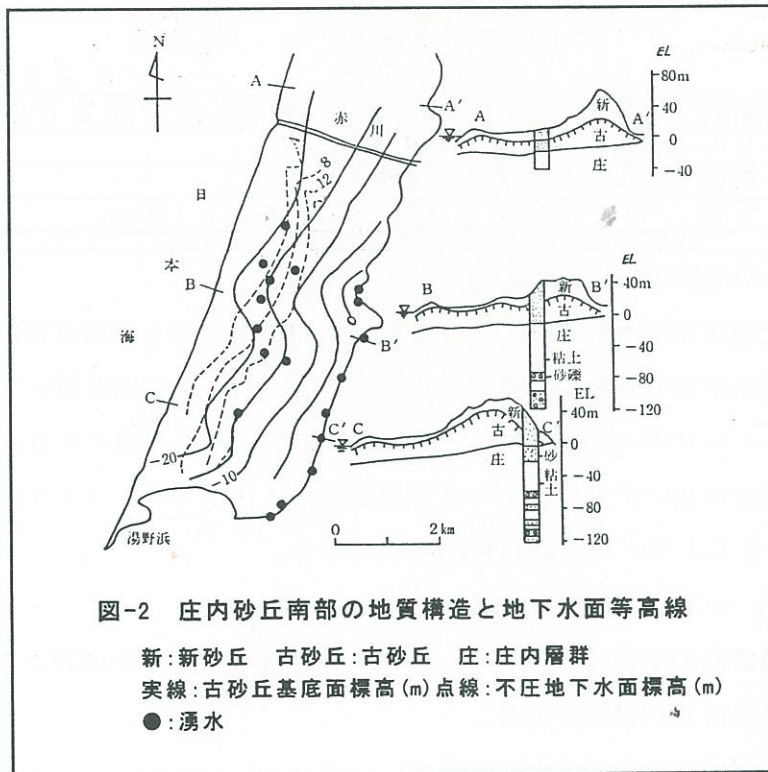
東西に走る2本の小谷が認められる。

砂丘砂中に挟在する粘土層中の炭質物の年代測定結果から、庄内砂丘は新古2つの砂丘に区分され、古砂丘は少なくとも約3,500年B.C.までに、新砂丘はその後形成されたと考えられている。

古砂丘は庄内砂丘の骨格をなし、東部と西部に高まりを有してほぼ南北に連なっている。新砂丘は古砂丘の作る地形を修飾するように重なる。

地下水は両砂丘砂中に不圧地下水として含まれる。砂丘砂に挟まれる粘土層は薄く、かつ連続性が必ずしもよくないために、両砂丘砂中の地下水は連続しているとみられる。しかし、局地的には上述の粘土層が一定の広がりを示し、新砂丘砂中の不圧地下水は宙水を形成することがある。

砂丘砂中の地下水は、直径5~7.5cm、深さ数mの塩ビ管や鉄管からなる管井によって揚水されている。井戸は庄内砂丘中央の凹地部と東端部に密集し、1975年には赤川以南で249本を数えた。地下水は主に砂丘地農業に供されている。



### 3. 調査方法

地下水位の観測は、自動観測で行った。これは、観測孔(ボーリング孔)の底部に水圧センサーを設置し、水位の変化を水圧の変化としてとらえ、これを地上に設置したデータロガーで集録するものである。したがって、記録されるデータは水深形式で保存される。

水位の測定は1時間毎とし、測定されたデータはI・Cカードに自動的に記録される。このカードを1ヶ月毎に交換した。

I・Cカードに記憶されたデータは室内に持ち帰り、カードリーダーにて読み込みフロッピーディスクに保存した。

使用したデータロガーの仕様を表-1に示す。当ロガーの特徴としては、使用するセンサーに応じたインターフェースボードを装着することにより、1台のロガーで複数の種類のデータを集録することができる点にある。

接続できるセンサー	地盤傾斜計 土圧計 変位計 雨量計	地下水位計 伸縮計 温度計 パイプヒズミ計
測定間隔時間	5分以上時間単位で設定可能	
メモリーカードの容量	1Mバイト	
電源電圧	12V	
外形寸法	295mm×210mm×120mm	

また、自動観測の長所としては

- (1) 観測不可能な積雪地帯等の地域・期間においても観測が可能である。
- (2) 電話回線等を使用してデータ転送を行えば、遠隔地においてもリアルタイムでデータを集録し、警報等を出すことが可能である。
- (3) 精度の良いデジタルデータを集録することができ、パソコン等を利用することでデータ処理が迅速に行える。

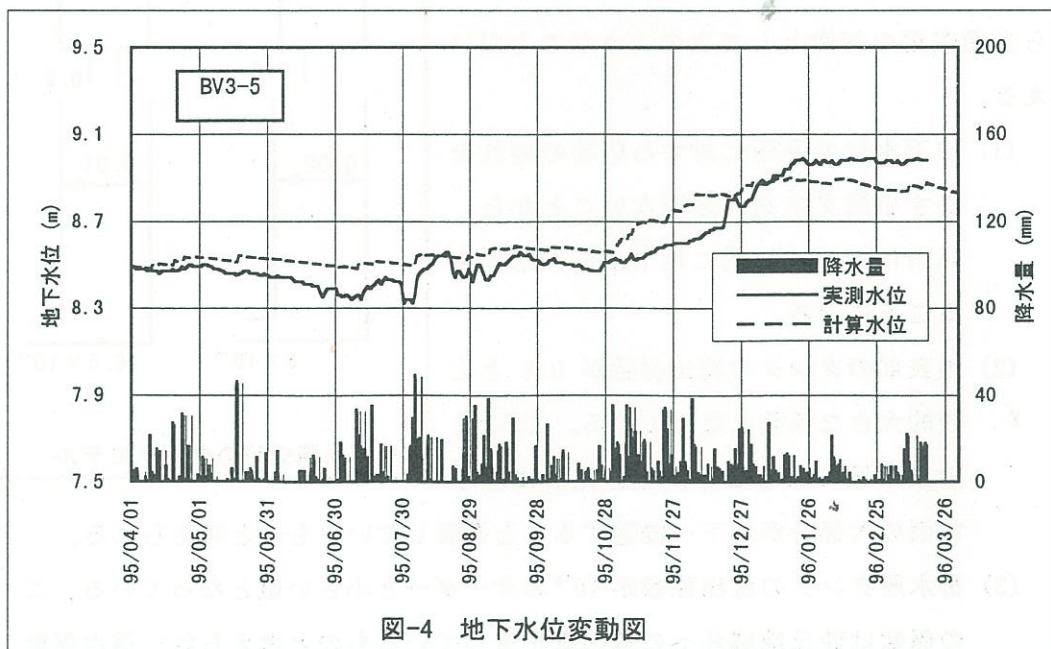
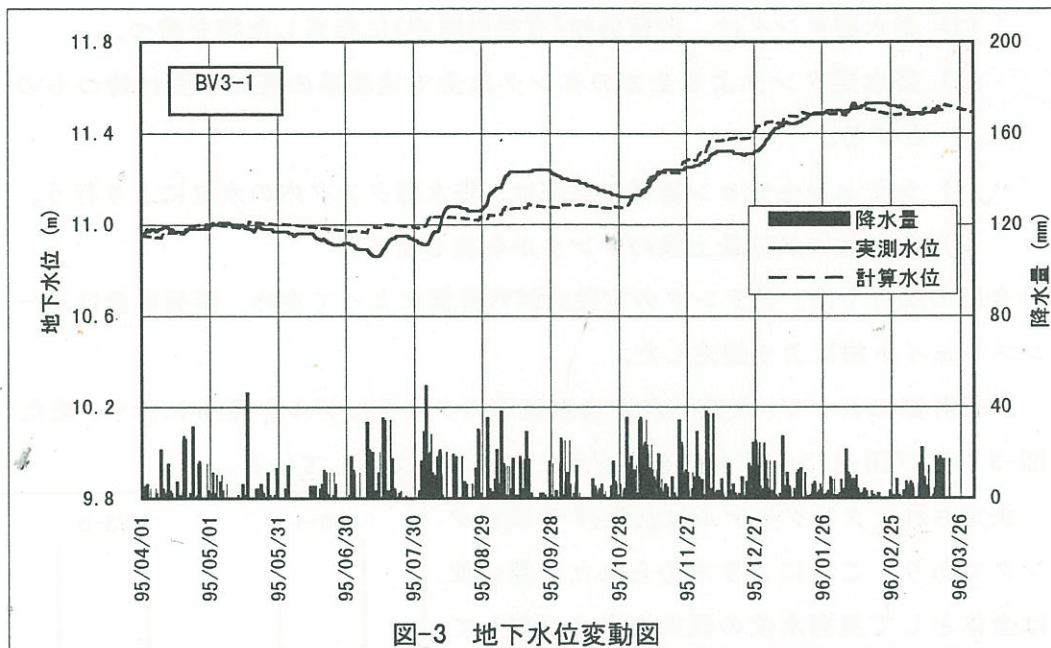
などがある。一方、欠点としては

- (1) 通信回線を使用する場合、電柱・電話線等の布設が必要となる。
- (2) 落雷対策が必要である。
- (3) 定期的な点検が必要である。

などがある。

#### 4. 調査結果および考察

平成7年4月から平成8年3月までの1年間の地下水位変動図を図-3、図-4に示す。これより、4月から7月中旬までは水位が横ばいから低下する傾向を示し、その後、8月および10月から11月にかけて水位が上昇する傾向を示している。この傾向は、比較的降水量と良く対応している。



このように、不圧地下水位変動の降雨に対する応答関係を表すモデルとして、菅原の直列タンクモデル<sup>3),4)</sup>が良く知られている。当調査地においても、観測結果より得られた水位の変動をタンクモデルを使用して再現することを試みた。

タンクモデルを適用するために、下記のような前提を設けた。

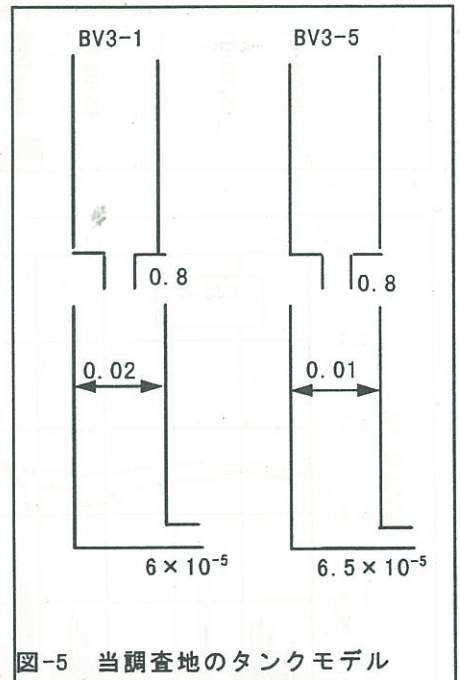
- (1) 最下段のタンクを帯水層と見なす。
- (2) 帯水層タンクは、貯留係数(有効間隙率)に相当した幅を持つ。
- (3) 帯水層タンクより上方のタンクは全て地表系の流出を受け持つものとする。
- (4) シミュレーション結果の検証は、帯水層タンク内の水位により行う。
- (5) 蒸発散ロスは最上段のタンクから差し引く。

今回の解析では、各タンクの定数は試行計算によって定め、蒸発散量はソースウェイト法により推定した。

試行計算によって、決定された当調査地のタンクモデルを図-5に示す。また、図-3および図-4に計算水位を実測水位とあわせて示している。

決定されたタンクモデルは、直列2段のタンクであり、これにより求められた計算水位は全体として実測水位の傾向を良く再現しているものと考えられる。このタンクモデルから当調査地の特徴として次のようなことがいえる。

- (1) 地下水位の降雨に対する応答の遅れを表す中間タンクが必要ないことから、降雨に対して敏感に地下水位が応答することになる。
- (2) 地表部のタンクの流出係数が0.8と比較的大きな係数となっている。これは、砂丘地域であることから、地表に降った雨の大部分が地下へ浸透することを表しているものと考えられる。
- (3) 帯水層タンクの流出係数が $10^{-5}$ のオーダーと小さい値となっている。この係数は砂丘地域外への流出量を表しているものと考えられ、透水係数



と動水勾配に関連付けて考えられる。当調査地は海に近く、地下水位との標高差は10m程度であることから動水勾配が小さく、流出量もそれほど多くはないものと推定される。

## 5. あとがき

砂丘地域において、自動観測によって地下水位を長期間観測している。自動観測により、観測の省力化・データ処理の簡便化・データ精度の向上等を図ることができた。

また、タンクモデルを使用して地下水位の変動を再現した。その結果、砂丘地域では直列2段の単純なタンクモデルでほぼ地下水位の変動を再現できている。これは、砂丘地域ということから、地下水の涵養・流出機構が比較的単純なことを表しているものと考えられる。

今後さらに長期間の観測データを用いてシミュレーションを行い、地下水位変動の年次変化等を捉えていきたいと考えている。

## 《 参考文献 》

- 1) 地下水要覧編集委員会：「地下水要覧」（山海堂） pp.272-286
- 2) 農業用地下水研究グループ：「日本の地下水」（地球社） pp.145-150
- 3) 吉川満：不圧の地下水流出のタンクモデルシミュレーション、新潟大学地鋳教室研究報告、第4号
- 4) 吉川満：貯留モデルによる不圧の地下水の涵養と流出の構造解析、応用地質 23巻1号