

# 可搬型の自噴高測定用パッカーシステムの開発

宮下雄次\*

Development of a balloon packing system for portable water head  
for flowing well measurement

by

Yuji MIYASHITA

## 1. はじめに

地盤沈下対策のためのモニタリングや地下水流動調査などにおいて、地下水位の測定は基本的な測定項目の一つとして挙げられる。しかし被圧により自噴している井戸の場合、そのままでは水位の測定が出来ないことから、自噴井を対象とした地下水調査において水位を測定した例は少ない。香川ら（2002）は、千葉県において1960-70年代の高度成長期の大量の地下水揚水によって枯渇した自噴井においてフロート式水位計で実施していた地下水位観測が、各種の地下水揚水規制の成果によって1980年代中頃以降自噴が復活したことにより、フロート式による観測が不能となり他の方式に測定方法を変更した事例を紹介している。

この中では、井戸管の高さをかさ上げして水面を出現させて測定する方法、井戸管を密封し地上部にブルトン管式圧力計を設置して水位に変換する方法、そして、井戸を半密栓化した上で圧力式の水位計を年間の最低水位より深部に設置する方式が紹介され、半密栓化し圧力式水位計を設置する方法が、最も簡単な改造で自噴が停止する期間においても観測が継続できるとしている。

また、鈴木ら（2005）は、会津盆地中央部における自噴井において、チューブの先端に栓をはめ込んだものを自噴井の湧出口に押し当てて自噴水をチューブ内に導水し、自噴高を測定する方法を紹介している。

神奈川県西部に位置し、富士山、丹沢山地及び箱根外輪山を源流部に持つ酒匂川の沖積低地である足柄平野には、平野中部から下部にかけて数多くの自噴井が分布する、神奈川県最大の自噴域が形成されている（横山ほか、1999）。足柄平野自噴域は、事業所による地下水揚水量の増加や水田灌漑面積の減少による地下水涵養量の減少などの原因により（横山ほか（1999）、宮下（2006））、1963年から1977年までの14年間に自噴域面積がおよ

そ25%減少し（内田、1978）、自噴高の低下（横山ほか、1999）が報告されている。

現在の足柄平野自噴井においては、自噴圧だけで湧水を家屋内に給水し蛇口から利用することができないため、自噴井を持つ多くの家庭では自噴井の孔管内に塩ビ管を挿入し、揚水ポンプに接続して利用している（図1a）。このため、足柄平野自噴井において自噴高を測定する場合、香川ら（2002）で示された方法で自噴井戸の構造を改造する方法や、鈴木ら（2005）の方法で湧出口にチューブを接続する方法を用いることができない。そこで今回、細長いチューブ状のペンシルバルーンと自転車用空気ポンプを用いて、短時間で設置と測定が可能な自噴高測定用のパッカーシステムを開発及び製作したので紹介する。

本報告は2008年度日本水文科学会学術大会において発表した内容の一部を元にしたものである。

## 2. 構造及び測定原理

足柄平野自噴井の一般的な井戸構造は、井戸管に内径 $\phi$ 50mmの塩ビ管を使用し、井戸管上部に直径約45cm長さ40~90cm程度の土管を縦に何段か積み上げ、土管上端もしくは土管の側面に開けた吐出口からあふれ出た湧水を、二段もしくは一段の水槽を経て排水するものである（図1a、写真1）。また湧出した地下水を家屋内外に給水するため、自噴井には家庭用揚水ポンプを設置し、揚水管として外径 $\phi$ 26mm長さ4m程度の塩ビ管が井戸管の孔口から挿入されており、揚水管の先端から地下水が揚水されている。また、揚水管の先端には外径 $\phi$ 40mm程度の塩ビ管用のストレーナーキャップがかぶせてある自噴井も多く見られる。

上記のような構造の自噴井においては、香川ら（2002）及び鈴木ら（2005）の方法を用いて、湧出口を井戸管の

\* 神奈川県温泉地学研究所 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田586  
報告, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第41巻, 69-72, 2009.

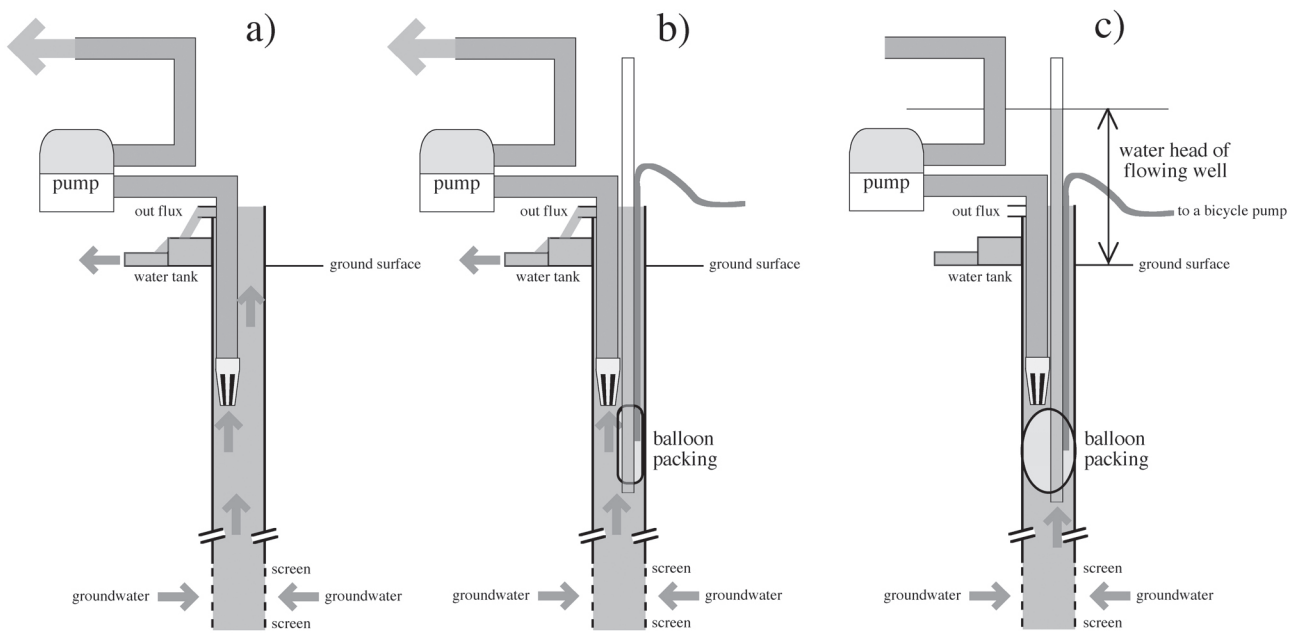


図1 自噴井模式図及び自噴高測定方法模式図

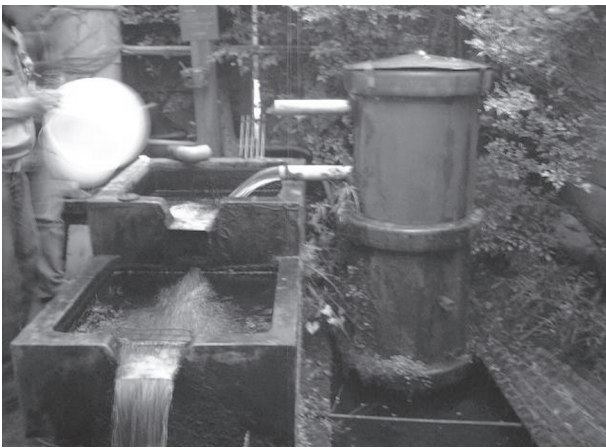


写真1 自噴井外観

孔口から出ている揚水管用塩ビ管ごと覆う形で密封もしくはチューブを接続し、水圧もしくはチューブ内を上昇した水面を測定することは困難である。そこで著者は、井戸管と揚水管の10～20mm程度の隙間からパッカーのついたチューブを挿入し(図1b)、揚水管の下部で水止め用のパッカーをふくらませる(図1c)ことで、パッカーの下部からチューブ内のみを通して上昇した自噴井地下水の高さを測定することを可能とした。この方法により製作したパッカーの構造図を図2に示した。

自噴高測定用パッカーには、地下水を導入するためのチューブに外径6mmのナイロンチューブ(以後、「導水チューブ」と称す。)を用い、細い隙間に挿入しやすくするためと錘のために先端の1mはφ6mmの真鍮パイプを用いて、全体の長さを10m程度とした。また、パッカーを膨らませるためのチューブ(以後、「加圧チュ

ーブ」と称す。)には外径4mmのナイロンチューブを用い、長さを5m程度とした。地上部においては加圧チューブを圧力ケージと開閉コックを経て自転車用空気ポンプに接続した。パッカーには市販のペンシルバルーン(直径10mm長さ280mm)を半分に切断して用いた。

### 3. 製作及び使用方法

自噴高測定用パッカーを製作するにあたっては、バルーンの根元側の2本のチューブの隙間から空気漏れが起きないようにするため、エポキシパテを用いてナイロンチューブの隙間を埋めてなめらかな形状に仕上げた。またバルーン内部に固定する加圧チューブは、先端を斜めに加工することにより、より塩ビ管の隙間に入りやすく、バルーンが孔壁や揚水管の先端等に引っかかって破損しにくくした。

上記の方法により製作した自噴高測定用パッカーと現地における使用状況写真を写真2に示した。

自噴高の測定では、まずパッカーを井戸管と揚水管の隙間に沿って4～5m程度挿入し、パッカー部分を揚水管の先端より下方の位置に配置する。自噴井の地上部において、導水チューブの後端を上向きに適当な高さまで伸長しておく。加圧チューブを自転車用空気ポンプに接続し、徐々に空気圧を上げることでパッカーが膨張し、揚水管より下方において井戸管の孔壁に密着すると自噴が停止し、導水チューブ内を地下水が上昇するので、安定後に基準点からの高さを計測する。測定後は加圧チューブ内の空気を解放することで、パッカーが速やかに収縮し回収することが可能となる。

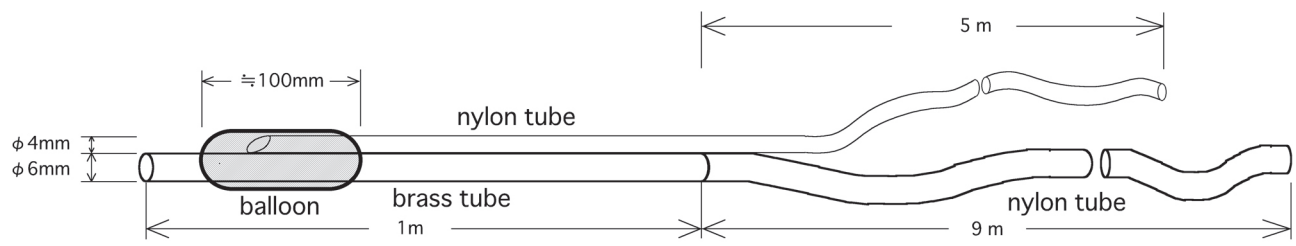


図2 バルーンパッカー模式図

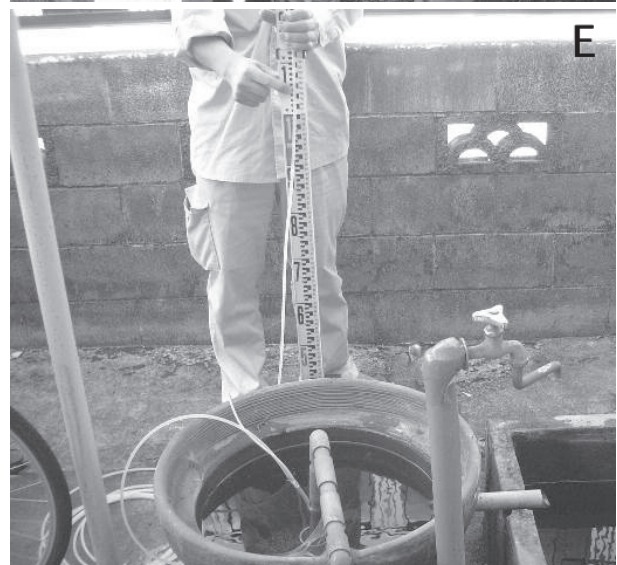
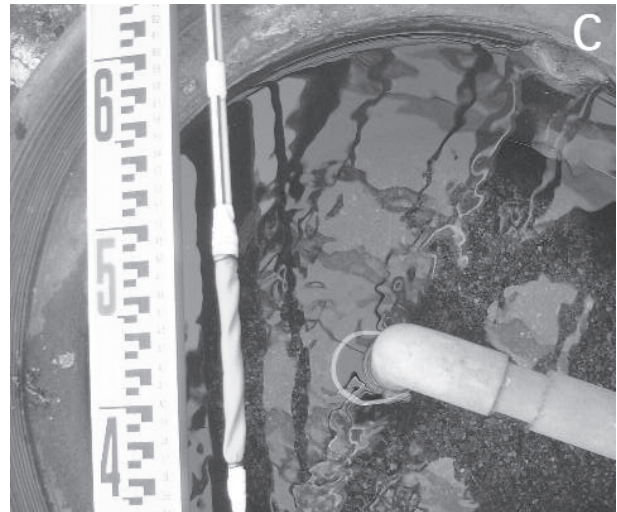
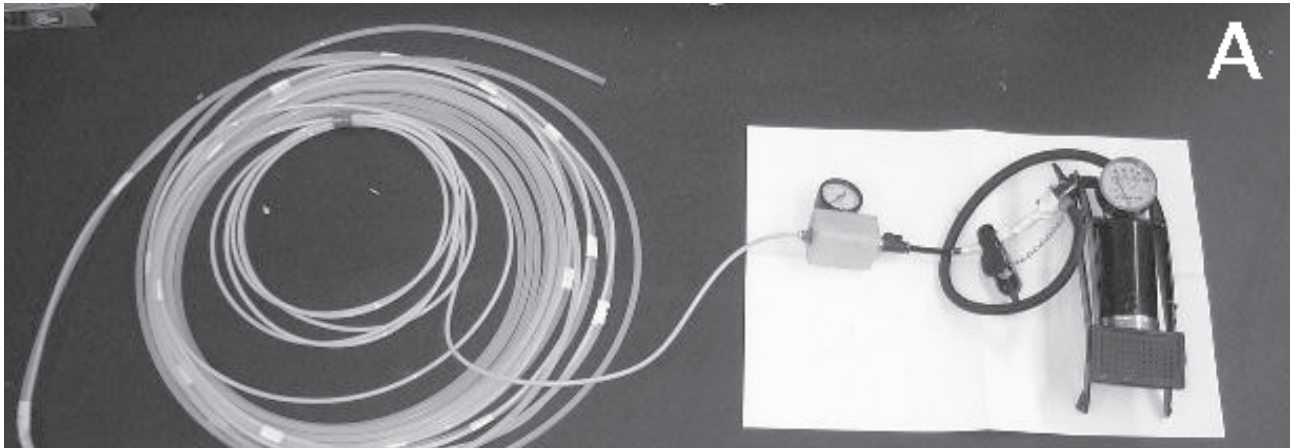


写真2 バルーンパッカー外観 (a)、及び測定風景 (b ~ e)

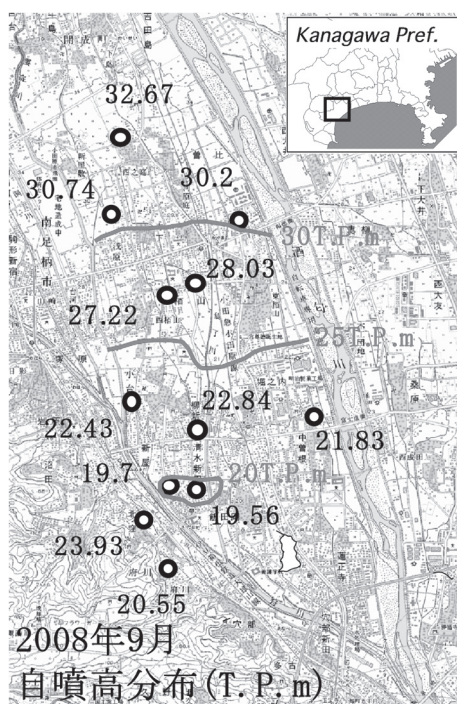


図3 酒匂川右岸域における自噴高分布図 (2008年9月)

なお、自噴高が安定するまでに要する時間は、自噴高や自噴量、パッカーの密着度等により多少の差が生じるものの、概ね数分程度で安定し測定することが出来る。これにより、自噴井戸に設置されている揚水ポンプの電源を切る必要がなく、間欠的に運転される休止時間中に測定することが可能となった。更には、揚水管および揚水ポンプに特別な仕掛けや操作をすることが不要となったため、自噴井所有者の理解が得やすくなり、測定時間の短縮とあわせて、作業効率を大幅に上昇させることが出来た。

#### 4. 測定事例

本章においては、本パッカーシステムを用いた自噴高の測定事例について紹介する。

著者は、本システムを用いて酒匂川右岸地域における自噴高の測定を2008年9月3～11日に行った。足柄平野における地下水位は、水田への灌漑が終了するこの時期に、最も高くなるのが宮下(1999)などにより報告されている。

自噴高の測定は、足柄平野を流下する酒匂川と狩川に挟まれた地域を中心とした12地点において実施し、レーザー水準器を用いた簡易な方法による地盤標高の測定もあわせて実施した。同システムによる測定した自噴高分布を図3に示した。この結果、調査地域においては、酒匂川と狩川の間を流下し、狩川に合流する仙了川や要

定川に沿う方向で、狩川に向かって自噴高標高が低下する一方、狩川を挟んで対岸側となる箱根火山側では、反対に上昇する傾向が明らかとなった。

今後、より調査地点の密度を増やし、スクリーン位置をあわせて測定することで、3次元的な地下水ポテンシャルの把握を進める予定である。

#### 5. まとめ

井戸孔口に配管等があり、孔管に直接パイプ接続して延長させることが出来ない構造の自噴井戸において自噴高を測定するため、井戸孔口より数メートル下部でパッカーにより井戸管を密閉し、パッカーを貫通するチューブ内に自噴井湧水を導入することで自噴高を測定する自噴高測定用パッカーの開発と製作をおこなった。

本パッカーを利用することにより、揚水管を切断するなど既存の自噴井戸の構造物に変更を加えることなく、短時間で自噴高を測定することが可能となった。今後、本システムをマルチパッカーに改良することにより、マルチスクリーン井戸における帯水層別水頭の測定や採水等への応用が可能となると考えられる。

#### 参考文献

- 内田幸男 (1978) 神奈川県足柄平野の地下水－その1－、小田原城内高等学校図書館紀要、2, 67-92.
- 香川淳・遠間康容・福田弘・楠田隆 (2002) 自噴井による地下水観測－京葉臨海南部地域の例－、環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集、12, 143-148
- 鈴木裕一・安原正也・稲村明彦・渡辺珠実・牧野雅彦・佐藤芳徳 (2005) 自噴井の自噴高と湧出量の関係について、日本水文科学会学術大会発表要旨集、20, 53-54
- 宮下雄次 (1999) 足柄平野及び大磯丘陵における過去30年間の地下水位観測結果、31 (1), 57-73.
- 宮下雄次 (2006) 足柄平野の地下水の現状と今後、酒匂川、41, 26-31
- 横山尚秀・板寺一洋・日比野英俊 (1999) 足柄平野の地下水賦存特性と自噴帯、日本水文科学会誌、29 (2), 81-92.