

無線通信を用いた水ミチの常時監視

(株)数理設計研究所 ○菅正信
自然地下水調査研究所 竹内篤雄
群馬大学 松本健作、笠原祐太郎

1. はじめに

斜面崩壊や地盤沈下、堤防の基盤漏水等、災害現象の多くは地下水が関係している。かつて、地下水は地中のある層に一様に分布していると考えられていたが、実際には、時間的・空間的に複雑な分布をしている。そのように複雑な経路を持つ地下水（水ミチ）の存在を、ボーリング調査や塩水による調査で正確に突き止めるのは難しい。

そこで、水ミチの分布と地中の温度との相関を利用した探査法（1m 深地温探査法）が有効となる。この手法は、地下水の周囲の地温が他の領域の地温とは異なることを利用しており、地下水の複雑な分布を従来手法よりも正確に把握できる。

しかし、現状の 1m 深地温探査では、ボーリング調査と同様に、調査地域にセンサーを持ち込んでその都度測定している。調査地域にセンサーを常設して地温をモニターすれば、地温の時間変化がわかるようになり、水ミチの発生・消失や分布の変化がリアルタイムに把握できるようになる。

そこで、1m 深地温探査で使われている地温センサーと無線送信機を組み合わせ、水ミチの常時観測ができるシステムの開発および実地試験に着手した。ここでは、その現状について紹介する。

2. システム構成



センサー

本システムは、地下の温度を測定する地温センサーと、センサーの測定結果を無線で送信する送信部、および、送信機からのデータを受信して PC に記録する受信部からなる。

センサー部と送信部は電池駆動、受信部は

AC 電源駆動となっている。センサーと送信部は、電池駆動のうえに無線通信でデータを送るため、電線の敷設が不要となり、受信部に電波が届く限り、設置場所を選ばない。



受信部

3. 無線通信方式

本システムでは、スペクトル拡散方式の無線通信を採用している。弊社の特許である「スペクトラム拡散方式の通信装置、およびその高速同期法」（特許第 3639839 号）を使うことで、スペクトル拡散方式の実用性が高まり、省電力にて長距離無線通信が可能となり、センサーと送信部を電池駆動できるようになっている。周波数は 150.88MHz で、アマチュア無線のバンドを使っている。

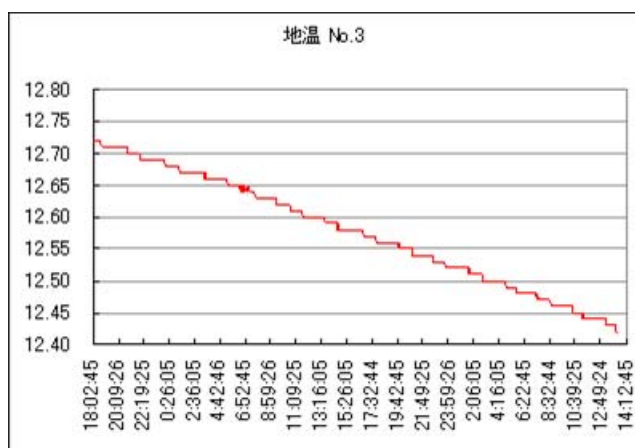
送信部諸元

送信出力	3 μ W
周波数	150.88MHz
アンテナ	ダイポールアンテナ
設置数	5箇所
送信間隔	2分40秒～4分(送信機ごとに個別設定)
電源	アルカリ単一乾電池×6本直列
伝送距離	2km以上

無線通信の利点は、信号伝送用のケーブル敷設の必要がないこともあるが、なんといっても最大の利点は、インフラが要らないことにある。ひとたび大災害が発生すれば、とたんに電話回線網は使えなくなる。そんなときでも、インフラに頼らない無線通信ならば確実に情報伝達できる。本システム（水ミチの常時観測システム）は、大震災のような突発事象を対象にしたものではないが、野外測定システムにおいては、堅牢さというのは不足することはあっても決して過大ということはないだろう。

4. 測定結果

昨年の暮れにシステムを野外（堤防の堤外地）に設置して、現在も常時観測を続けている。既に、常時観測でしか得られない情報がいくつか得られている。例えば、地下 1m の地温は 1 日の変化が無いが、長期間にわたる地温の変化が認められた。



12 月 27 日から 29 日の地温の変化。縦軸は温度 (°C)、横軸が時間。

送信部から送られてきたデータは受信部にある PC に自動的に記録されている。観測者は、受信部の PC から定期的に測定データを回収すればよく、手間が非常に少ない。今後、受信部の PC からさらにネットワーク経由で外部にデータ伝送できるようになれば、当初の目論見どおり、リアルタイムに地温を監視できるようになる。つまりそれは、リアルタイムに水ミチを監視できるようになることを意味する。

5. 今後の展望

測定精度をさらに高めると同時に、センサーの設置台数も増やす必要がある。また、受信部を AC 電源ではなくバッテリー駆動にするなど、まだ解決すべき課題は多いが、水ミチの常時観測システムが実用化されれば、堤防決壊や斜面崩壊の兆候を捉えて警報を出したり、平常時でも堤防の補強に役立てたりと、応用の可能性は広い。また、システムの構成をほとんど変えずに、センサーを別のもの（例えば潮位センサーや傾斜計）に変えるだけで、別の常時観測システムができるので、その意味でも、本システムの果たす役割は大きい。

6. 参考文献

- ・ 竹内篤雄，温度測定による流動地下水調査法，古今書院
- ・ 数理設計研究所 スペクトラム拡散通信の解説
<http://www.madlabo.com/mad/product/ss/>
日本特許「スペクトラム拡散方式の通信装置、及び、その高速同期確立法」