

## 農土壌内含水率計測用近赤外線水分センサー

原 田 雅 樹

### Near-Infrared Moisture Content Sensor for Measuring Water Content in Farm Soil

Masaki HARADA

Long-term fixed-point data on the water content of farm soil is important for obtaining information on the growth of farm products. A conventional optical water-content sensor using near-infrared radiation features non-contact, high-accuracy measurements independent of salt concentration and pH level. However, their large size and high price have made them difficult to use in this application. Against this background, we have developed an optical water-content sensor with a simplified configuration that achieves a small size and low price applicable for measuring water content of farm soil. We have placed several of these prototype water-content sensors in a lettuce field and evaluated their operation over a 2-month growing period.

**Key words:** near-infrared radiation, water-content sensor, farm soil

近赤外光を利用した光学式計測手法は農業分野でも幅広く応用されている<sup>1,2)</sup>。光学式水分計は、対象物に非接触測定が可能、塩分濃度や pH の影響を受けない、精度が高いなどのすぐれた特長をもっている。

土壌含水率の長期間の定点情報は、農生産物の生育に関する情報を得るうえで重要である。農土壌の長期連続測定を行う場合、土壌のひび割れの発生など、回避の難しい誤差要因が多いため、多数点の測定を同時に行い統計的処理で誤差を軽減することが望ましい。土壌含水率の測定機としては、TDR (time domain refractometry) 方式やテシオメーター方式等の測定機が市販されているが、価格帯が 10 万円以上ということもあり、多数点の定点情報を継続的に測定する用途に使うことは難しい。市販の光学式水分センサーも、上記用途に用いるには高価格かつ大型である。

今回、簡易的な構成をとることにより上記用途に適した近赤外線水分センサーユニットを試作した。このセンサーは家電機器に組み込みも可能なレベルの小型・低コストを実現できている<sup>3)</sup>。本稿では本センサーの紹介と農場における実測実験の結果について述べる。

#### 1. 本土壌水分センサーの構成

センサーの構成を簡単に説明する。図 1 はセンサー構成の概略図である。

センサーの光学部品は、発光素子として白熱光源 (発光波長帯  $0.6\sim 2.5\ \mu\text{m}$ )、受光素子として近赤外領域以遠に感度のある受光素子 1 ( $1\sim 20\ \mu\text{m}$ ) と可視光領域に感度のある受光素子 2 ( $0.6\sim 1.0\ \mu\text{m}$ ) を用いる。(受光素子 1 は焦電素子やサーモパイルなどの安価な熱型素子を、受光素子 2 は Si フォトダイオードなどを用いる。) 図 2 は水の分光透過特性である。水は  $1\ \mu\text{m}$  以上の近赤外領域の光を吸収しやすいが、 $1\ \mu\text{m}$  以下の波長帯の光はほとんど吸収しない。測定対象物に対し白熱光源 ( $0.6\sim 2.5\ \mu\text{m}$ ) を照射し、 $1\ \mu\text{m}$  以上の波長に感度をもつ受光素子 1 で受光することにより、 $1\sim 2.5\ \mu\text{m}$  の水分量に影響を受ける広帯域な波長領域での反射率  $R_1$  を測定する。一方、同じ反射光を可視光領域に感度をもつ受光素子 2 で受光することにより、水分量に影響されない波長領域 ( $0.6\sim 1.0\ \mu\text{m}$ ) の反射率  $R_2$  を測定する。対象物の水分量は  $R_1$  の情報でアバウトに求めることができるが、水分量以外の要因 (色、粒径等) を補正するために  $R_2$  の情報を利用する。

三洋電機株式会社エコ・エネシステム研究所 (〒573-8534 枚方市走谷 1-18-13) E-mail: masaki.harada@rd.sanyo.co.jp

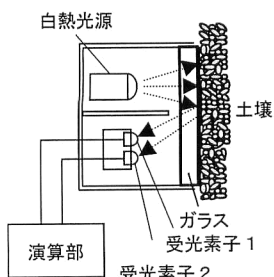


図1 近赤外光式土壌水分センサーの概略図。

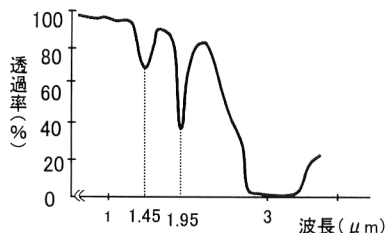


図2 水の分光透過特性。

本センサーは分光のための機構やフィルターを使用せず、安価な光学部品のみで構成することにより低コスト化を実現した。精度は土壌の種類によるがおおむね重量含水率で±3%以内である。

## 2. 農場での測定性能の評価

本センサーの土中での動作耐久性と測定値の妥当性を確認するため、長野県野菜花き試験場のレタス試験圃場において2001年8月末より2か月間の測定実験を実施した。圃場の2か所 (A. 異常生育, B. 正常生育) を選定し、1か所当たり、位置と深さ (50, 150, 250 mm) を変えて5点、計10点のセンサーを設置した。

水分過多で生育異常 (正常生育の6~7割の地上重で推移) のA点、および同一圃場であるが水分過多に陥らなかったB点の土壌含水率の平均値と降雨量の変化を図3に示す。概して、異常生育群で2~3%水分が高く推移しており、水分過多による異常生育状況と対応している。図4は設置深さ別のポイントの土壌含水率の平均値と降雨量の変化を示す。深さ250 mmでの含水率は高いレベルで推移している。降雨の影響は深さ150 mmおよび250 mmでよく現れていた。センサーは約2か月にわたる観測期間中良好に動作した。

## 3. 今後の展開

本稿で紹介したセンサーは基本的に安価な構成であることから、量産により農土壌含水率の測定ポイントを飛躍的に増加できる可能性がある。このため実験用途だけでなく農場における灌水制御に応用されるなど、IT (information technology) 農業への展開も考えられる。今回の実験によ

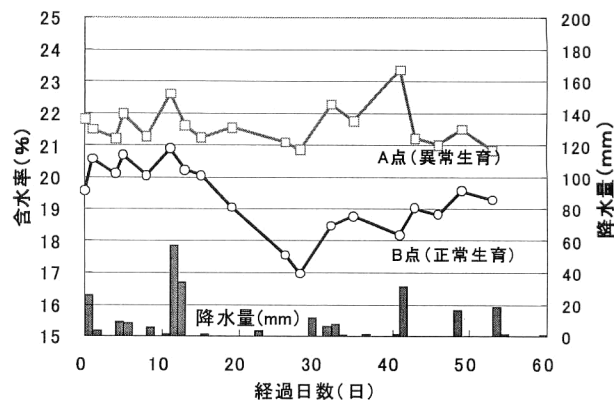


図3 生育状況と土壌含水率変化。

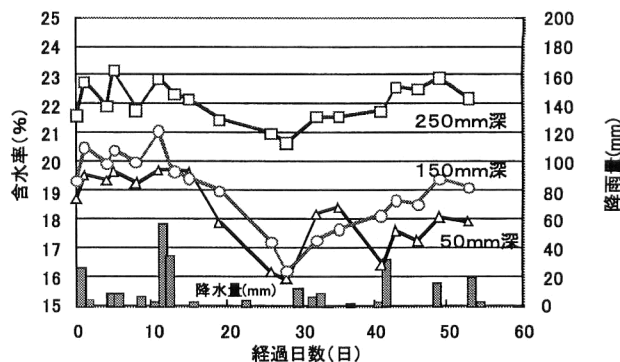


図4 測定深度と土壌含水率変化。

り、本センサーの土中における耐久性とデータの妥当性がおおむね確認できたが、今後は測定データの通信手段、電源の供給手段などの検討を行い完成度を上げていきたい。

農場での実験にあたり多大なる協力をいただきました。信州大学繊維学部石澤広明助教授 (当時長野県農村工業研究) と長野県野菜花き試験場小松和彦技師に心より感謝いたします。

## 文 献

- 1) H. Ishizawa, M. Takeuchi, T. Nishimatsu and E. Toba: "Diffuse reflectance near-infrared spectral image measurement for the field monitoring of agricultural products," *19th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference* (2002) pp. 3-6.
- 2) H. Ishizawa, T. Nishimatsu and E. Toba: "Measurement of pesticide residues in food based on diffuse reflectance IR spectroscopy," *18th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference* (2001) pp. 884-887.
- 3) M. Harada, O. Nakano, Y. Fujiwara and M. Yasuda: "Automatic control of compost-type garbage disposer with near-infrared moisture content sensor," *2002 Japan-USA Symposium on Flexible Automation* (2002) pp. 661-664.

(2002年6月11日受理)