

センサネットを用いた畑表層の面的土壌水分観測

Spatial soil moisture monitoring in agricultural field using sensor network

○山下彩香¹, 溝口勝², 三石正一³, 伊藤哲⁴

YAMASHITA Ayaka, MIZOGUCHI Masaru, MITSUISHI Shoichi, ITO Tetsu

1. はじめに

現在、衛星を利用して地球規模の土壌水分変動を推定する研究が進められている。しかしながら、衛星の領域分解能は数十 km スケールであり、土壌物理測定で対象としてきた数十 cm スケールの領域とは1万倍の開きがある¹⁾。この開きを埋めるためには、メソスケール領域における土壌水分観測法の開発が不可欠である。そこで本研究では、センサネット技術による Field Network System(以下、FNS)を用いて畑表層の面的な土壌水分観測を行い、その可能性について考察した。

2. 方法

(1) Field Network System (FNS)

本研究室で開発した遠隔地の気象・画像・土壌水分データを研究室で準リアルタイムに取得できるシステムである。遠隔農地土壌モニタリングに必要な最低限の機能は、設置して現地から戻った後で、(1)データが取れているかどうかを確認できること、(2)仮にデータが取れていないときでもその原因を推測できることである。従来、土壌水分センサとデータロガーを用いた測定では、機器設置後、定期的にユーザが現地に赴き、土壌水分センサ→データロガー→PC という流れでデータを取得していた。それに対して、FNS は、データロガーに通信機能を付加し、インターネットに接続し、データをサーバに転送し、ユーザがそのサーバから自分の PC にデータを取り出す。このシステムで重要な技術は、ネットワークアダプタ (NA) とフィールドルータ (FR) である。

NA: Network Adapter は、シリアル通信ポートを持つデータロガーに Bluetooth を用いて通信機能を付加するための機器である。Bluetooth

Serial 変換アダプタ、小型バッテリー (容量 240 mAh)、太陽パネル (1 W) で構成される。

FR: Field Router は、現地からデータをインターネット経由でサーバに転送するための機器である。Micro-PC(Linux)、USB モデム、USB Bluetooth ドングル、小型バッテリー (容量 2.6 Ah)、チャージコントローラー、太陽パネル (6 W)、タイマー、ステータスランプ(LED)、Web カメラで構成される。



Fig. 1 現地の観測機器の配置図

(Camera の矢印は画像の撮影方向を示す)

(2) 観測対象地と方法

2009 年 12 月 4 日に群馬県嬭恋村のキャベツ畑 (N36° 30' 49.42" , E138° 27' 36.71" ; 257m × 55m) に土壌水分センサ 40 本 (EC-5; Decagon 社製 37 本, 簡易土壌抵抗計; 自作 3 本) とデータロガー (Em5b; Decagon 社製) 10 台を設置した。この畑はキャベツの収穫後、11 月に耕起後整地され、南方向に緩く傾斜し、北西側長辺は道路に接し、その他の辺は切土された法面になっている。この畑中央に FR を設置し、そこを中心に長辺方

¹ 東京大学農学部 Faculty of Agriculture, The Univ. of Tokyo, ² 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, ³ 株式会社アイネクス AINEX Inc., ⁴ 株式会社クロスアビリティ X-ability Inc.,

キーワード: 土壌水分, センサネット, Field Network System, 空間変動性, 土壌凍結

向 (x 方向) に 50m 間隔で 6 台、短辺方向 (y 方向) に 10m 間隔で 4 台の Em5b と NA を設置した。各 Em5b から 4m 離れた、x 方向から 0, 90, 180, 270 度の位置に 4 本の土壤水分センサを地表面 4-9cm の深さに鉛直方向に挿入した。土壤水分は 1 時間間隔でデータロガーに記録される。畑には、気象計と Web カメラを設置し、気象条件と現場の状況を記録した。これらのデータは FR により 1 日 1 回自動回収される。

3. 結果と考察

(1) 現地土壤水分の変化 (Fig.2)

土壤水分データは、10 地点中 9 地点からほぼ毎日観測結果を得ることができた。一例として、A 地点における土壤水分の変化を示す。図中には気象データと画像データを合わせて示した。12 月 6 日から 12 日は土壤水分の変動が激しかった。6 日、9 日、12 日の画像 (12:00 撮影) から畑では積雪と融雪を繰り返していたことがわかる。したがって、この期間の土壤水分の変動は融雪水の浸入や土壤の凍結・融解によるものと思われる。12 月 12 日から 18 日には土壤水分が急激に減少した。日平均気温が 12 月 13 日から -0.1°C となり、12 月 18 日には -6.4°C まで低下していたことから、この土壤水分の急激な減少は土壤が凍結したことによるものと考えられる。こうした傾向は他の地点でも同様にみられた。

(2) 畑表層の面的土壤水分

Fig. 3 は、市販のコンタ作成ソフト (Surfer ; クリッピング法) 用いて作成した畑表層の土壤水分分布図である。それぞれ 12:00 の観測データである。色が濃くなるほど土壤水分が多いことを示している。図中左が道路側である。また、図の下には道路側から東方向にみた畑の 12:00 の画像を並べて表示した。

土壤水分分布図をみると、12 月 6 日の時点では右側 (道路と反対側) の土壤水分が多いが、1 月 11 日には逆に右側の土壤水分が減少している。これは 12 月 15 日以前には畑の緩やかな傾斜により土壤水分が右側に集まっているが、12 月 15 日頃から右側の方から凍結が進行したためと思われる。このように畑一面でも偏った凍結パターンを示した理由として、畑の右側の法面は積雪して白

いままでであるに対し、左側の道路では一時的に消雪し黒色の路面を出して太陽熱を吸収しやすく、道路側の畑の平均地温が高めになっていたことが考えられる。残念ながら、今回の実験では地温の面的な分布は測定しなかったが、データロガーに温度センサを追加すれば、FNS によって土壤水分と地温を同時に測定することが可能である。

4. おわりに

FNS を用いて畑表層の面的な土壤水分観測を行った。その結果、(1)FNS は面的な土壤水分観測畑の土壤水分測定に有用であること、(2) 面的にみた場合、冬期の畑土壤の凍結の仕方に偏りがあることがわかった。観測は 4 月下旬まで継続予定である。凍結土壤の融解過程でも畑中における面的な偏りが観測されることが期待できる。

参考文献

- 1) 溝口勝: 土壤センサーの現状と未来, 土壤の物理性, (2010)

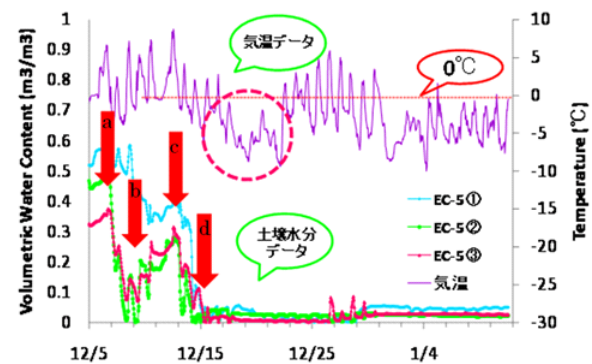
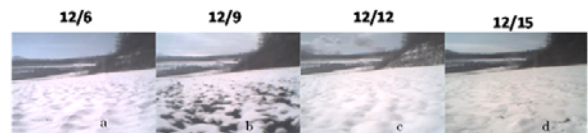


Fig. 2 A 地点における土壤水分と気温の変化

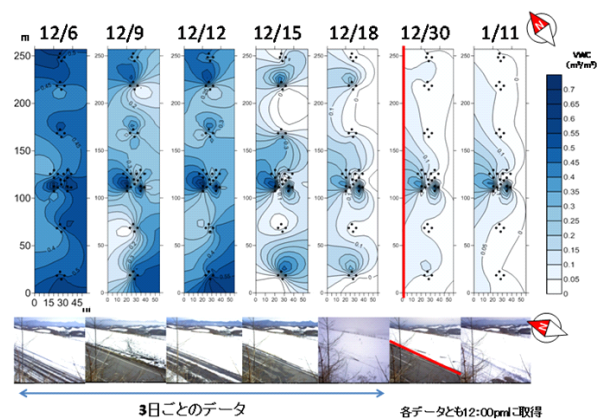


Fig. 3 畑表層の土壤水分分布図 (2009. 12-2010. 1)