

北海道土層凍結地帯の畑圃場における土壤水分移動の把握

Field Observation of Water Movement at Upland Field in Frozen Soil Region

岩田幸良，広田知良，奥野林太郎

Yukiyoshi Iwata, Tomoyoshi Hirota, Rintaro Okuno

1. はじめに

北海道東部地域（道東）の農地は、少雪・低温のため、冬期間は表層数十cmの土壤が常時凍結する環境にある。このような状況では土壤水自体が水と氷の二相になることから、土壤水分の挙動を押さえるのは難しい。積雪・土壤凍結下における融雪水の挙動の把握がカナダのプレーリー地帯について行われた例があるが¹⁾、道東のように地形が複雑で、最大積雪深が1 mに近い土壤凍結地帯における冬期間の水移動に関しては、圃場での観測例が少ない。そこで今回は、凍結土壤下層土の水ポテンシャル等を測定し、道東の積雪・土壤凍結環境におけるの水移動を把握するための基礎的知見を得た。

2. 試験地の概要

試験地は、北海道農業研究センター畑作研究部内の圃場である。日本を代表する大規模畑作地帯である十勝平野のほぼ中央に位置し、冬季は土壤凍結が数十cm入る。試験した圃場は淡色黒ボク土であり、水はけの良い土壤である。日最低気温は-30 になることもあり、非常に寒冷な気候である。

3. 方法

(1) 観測方法 テンシオメータにより水ポテンシャルの測定を行った。メチレンブルー凍結深度計を埋設し、土壤凍結深の観測を行った。また、TDRによる土壤の体積含水率の測定を行った。TDRは土壤凍結深の観測にも使われている²⁾。さらに、気温・積雪深の観測をおこなった。

(2) テンシオメータ 冬期間の水分ポテンシャルを観測するには、例えば圧力媒体として

エチレングリコールを用いる方法があるが³⁾、非常に寒冷なために凍結の恐れがあること、圧力媒体の供給が頻繁にできないこと等から本試験地では適さないと判断した。そこで、地上部と土壤凍結部を断熱し、さらに熱源(5Wの電球)を入れることでテンシオメータ内の水の凍結を防止することで、凍結土壤下層(50・60・70 cm深)の水ポテンシャルを測定した(図1)。

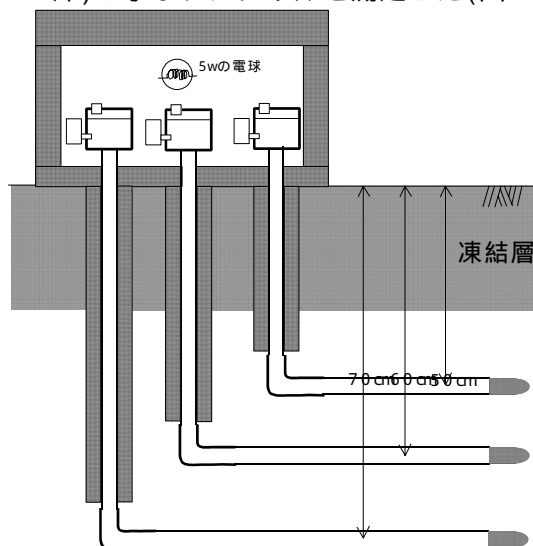


図1 土壤水分ポテンシャルの測定

4. 結果と考察

(1) 凍結土層の下層の水ポテンシャル

2001年から2002年にかけて計測された凍結土壤下層の水ポテンシャルの推移を図2に示す。凍結が始まる11月中旬から3月13日までの凍結層下層(50~70 cm深)の水ポテンシャルはpF2.0~2.8の範囲にあり、観測された深度の中で凍結層に最も近い150 cm深ではテンシオメータの測定限界に近い、乾燥した水分状態にあったことがわかる。

(2) 凍結イベントと水移動(図2) メチレンブルー凍結深度計は、積雪深が20cmを越える1月上旬まで凍結が進んだことを示している。TDRによる5cm深の含水率は12月上旬に値が大きく減少し、この深度で実際に土壤凍結したことがわかる。凍結が進むにつれてどの深度のpF値もゆっくりと上昇し、最大凍結深を示す1月上旬から5日から10日遅れて乾燥のピークをむかえ

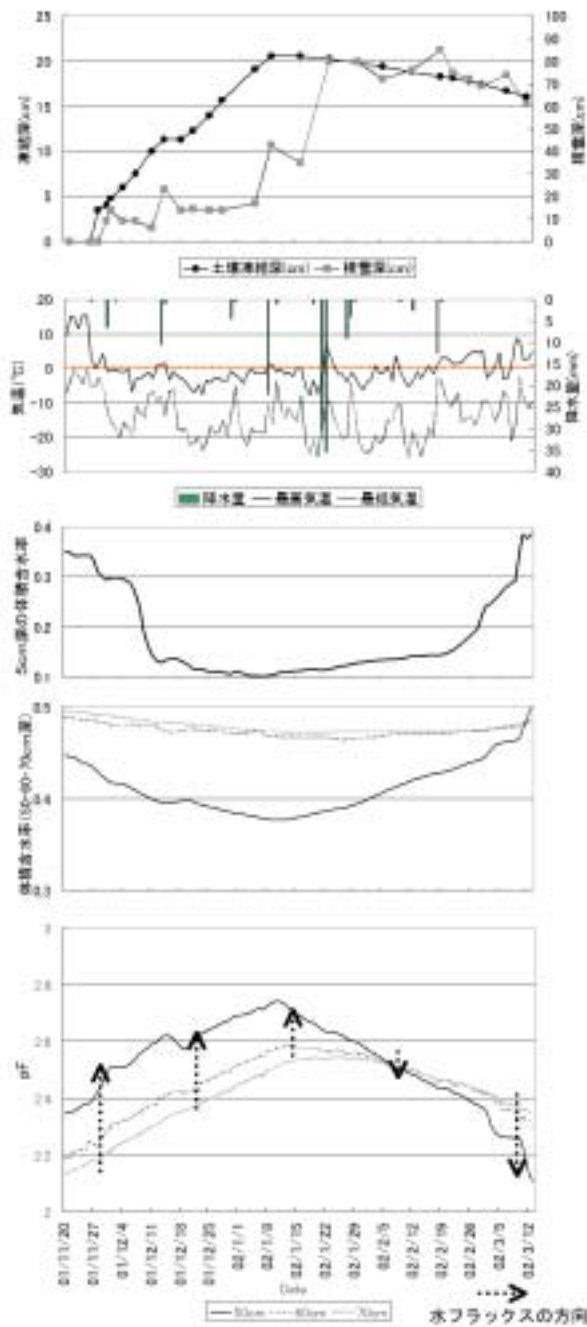


図2 観測結果(2001~2002年 冬)

た。また、この時期はつねに浅層の水ポテンシャルが深層よりも大きな値を示しており、水が下から上に動いていることがわかる。非凍結層から凍結土層へ水が集まる現象を実験室で捕らえた例が報告されているが³⁾、今回のこの結果はこの現象を圃場レベルで捕らえたものといえる。

(3) 融解イベントと水移動(図2) 1月上旬にピークを迎えた土壤凍結は、その後徐々に後退した。それに応じて5 cm深のTDRの値はわずかずつ上昇しはじめ、また、pF値も低下している。pFの低下割合は浅い層ほど高く、2月上旬にはついに3深度(50・60・70 cm深)の水ポテンシャルがほぼ同じになり、この時期に上から下への水移動に変わったことがわかる。さらに、2月下旬から3月上旬にかけて5 cm深のTDR値が大幅に増大しており、この時期に土壤が大きく融解したことがわかる。これとリンクして、特に50 cm深のpF値が大きく低下し、この時期に凍結層が大きく後退し、融雪水が下層に侵入したものと判断される。このことは、テンシオメータと同じ深度に埋設されたTDR土壤水分計の変化からも確認できる。一方、この時期のメチレンブルーによる土壤凍結深はこのイベントの間でも緩やかな減少で推移している。今回、TDRとテンシオメータを用いることでメチレンブルー凍結深度計では捕らえられなかった凍結土層の融解の現象が把握された。

5. おわりに

テンシオメータの観測法について北海道大学長谷川周一教授にアドバイスをいただきました。ここに記して感謝いたします。

引用文献

- 1) D.M.Grayほか: HYDROL PROCESS15, pp. 3095-3111(2001)
- 2) 陳曉飛ほか: 水文・水資源学会誌9, pp. 128-135(1996)
- 3) 吉田正則: 土壤の物理性77, pp. 41-50(1998)
- 4) 武藤由子ほか: H12農業土木学会大会要旨集, pp. 686-687(2000)