

農研機構メッシュ農業気象データを用いた土壌凍結深制御技術

A decision-making system for soil frost control by using the Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO

小南 靖弘, 廣田 知良, 下田 星児

Yasuhiro Kominami, Tomoyoshi Hirota, Seiji Shimoda

Corresponding author: comy@affrc.go.jp (Y. Kominami)

収穫時に取り残したジャガイモが雑草化する「野良イモ」対策として広く普及している圃場内除雪（雪割り）に加え、近年は圧雪（雪踏み）による土壌凍結深制御手法も広がっている。これは、積雪を圧縮して熱伝導率を高めることにより土壌凍結を促進するもので、低コストや土壌病害虫拡散リスクの低減などのメリットがある反面、実用的な精度で凍結深を管理するためには、その圃場の高品質な積雪データが必要である。そこで発表者らは農研機構メッシュ農業気象データを用いた土壌凍結深推定システムを構築した。

1. はじめに

道東地方では、1980年代後半から積雪開始期などのパターンが変化して土壌凍結深が減少傾向となり、以前は問題とならなかった野良イモが多発するようになった。この対策として圃場内除雪（雪割り）による土壌凍結促進技術が確立され、広く普及している¹⁾。これは大気と土壌との間の熱抵抗（断熱材）である積雪を取り除いて土壌を凍結させる技術だが、最近では積雪を圧縮して熱伝導率を高める「雪踏み」も作業面積が増加しつつある。農家による雪割り作業は主に、トラクタ前部に取り付けた専用の排雪板（V羽根）によって、雪踏み作業は専用のタイヤローラーをトラクタで牽引することによって行うが、導入コストは後者の方が低めである。また、雪割りは雪を削って地面を露出させるため、輪作体系の中でジャガイモの後作となることが多い秋まき小麦では使用できないが、雪踏みなら可能となる。これについては、凍結促進による小麦へのストレスの増加と野良イモ駆除効果とが両立する最適な土壌凍結深に制御する技術として、研究が進められている²⁾。また、ジャガイモの重大な害虫であるシストセンチュウは、シストと呼ばれる休眠状態となって土壌中で越冬するため、作業機械に付着した土によって圃場外に持ち出される。雪の上から作業をする雪踏みは、蔓延防止という点でも安全性が高い。

一方、凍結深の推定・制御という点では雪割りの方が有利である。雪割り作業はV羽根で積雪

を左右に割りながら行い、畑内に縞状の裸地を作成する。この裸地部分の土壌が凍結したら、今度は現在雪が堆積している部分を裸地にする。裸地について凍結計算を行うので、正確な凍結深推定が可能である。これに対して雪踏みは、作業を行う時点での積雪量によって出来上がりの圧雪深が異なり、したがって大気と土壌との間の熱抵抗値も異なる。このため、精度を確保するためには、積雪の熱抵抗を正確に知ることが必要となる。そこで、農研機構メッシュ農業気象データシステムに搭載された積雪データを用いてシステムを構築した。

2. メッシュ農業気象データシステムの概要

農研機構メッシュ農業気象データシステムは、気象庁の観測値や数値予報GPVなどを元に国土数値情報3次メッシュ（約1km²）ごとの日単位の気象データを9日後までの予報値も含めて提供するものである³⁾。ここに搭載された積雪関係の情報は積雪深、積雪相当水量、日降雪水量で、小南らの1層積雪水量推定モデル⁴⁾を用いて計算された積雪水量を遠藤らの方法⁵⁾で積雪深に変換し、アメダス積雪深で補正するものである。ただし、ここで用いる積雪水量推定モデル自体には若干の改良が加えられている。積雪深分布推定のパフォーマンスを図1に示す。

3. 土壌凍結深推定システム

土壌凍結深の推定は廣田らのExtended force-

¹⁾ 農業・食品産業技術総合機構 北海道農業研究センター
Hokkaido Agricultural Research Center, NARO

restore method¹⁾によって行われる。これは土壌内の熱移動を表現する多層モデルで下端の境界条件を工夫することによって計算量を抑えるものである。大気と土壌との間の積雪の熱抵抗値の見積もりには、雪踏み（圧雪）作業を行った後の積雪密度が必要であるが、既往の観測結果よりタイヤローラーによる圧雪後の積雪密度は、トラクタやローラーのサイズ、作業前の密度・積雪深等に関係なく、おおむね一定値 ($410 \pm 116 \text{ kg m}^{-3}$) となることがわかった。また、その後の降雪・融雪に伴う積雪深の変化は、無処理区と雪踏み区の積雪水量が等しいという条件下でいくつかの過程を用いる推定式を作成した。

これらを用いて推定された、圃場の積雪深および土壌凍結深の推定結果を図2に示す。積雪深、土壌凍結深のいずれについても良好に推定されていることがわかる。ユーザー（農家）は、自身の圃場の座標と雪踏みを行った日をシステムに入力して現在の土壌凍結深を確認し、凍結深が目標に達したか（追加の雪踏みが必要か）を判断する。

なお、年次や場所によっては、メッシュの積雪深や気温の誤差、あるいは火山灰土や粘土といった土壌タイプによる熱伝導度の違い等が凍結深

の推定精度に影響を及ぼすことがあり、現在さまざまな方法で改良を行っているところである。

【謝辞】

本研究はイノベーション創出強化研究推進事業（旧農食事業）（29017C（開発研究ステージ 現場ニーズ対応型））により実施した。

【参考文献】

- 1) Hirota, T. et al., 2011: Soil frost control: agricultural adaptation to climate variability in a cold region of Japan. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change*, **16**, 791-802.
- 2) Shimoda, S. et al., 2015: Possible soil frost control by snow compaction on winter wheat fields. *J. Agric. Meteorol.*, **71**, 276-281.
- 3) 農研機構メッシュ農業気象データシステム
URL: <https://amu.rd.naro.go.jp/>（2019年6月14日閲覧）
- 4) 小南靖弘ほか, 2015: メッシュ農業気象データのための積雪水量推定モデル, 雪氷, **77**, 233-246.
- 5) 遠藤八十一ほか, 2004: 降水量データから積雪深と密度を推定する方法, 雪氷, **66**, 17-25.

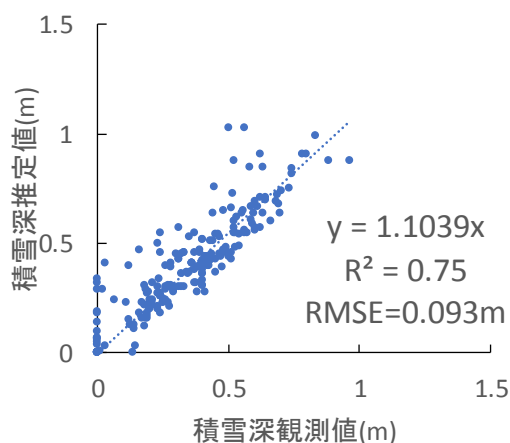


図1 積雪深現況値の検証拠

2017-18 寒候期に、十勝地方とオホーツク地方合計 21 ヶ所の農家圃場で手動観測された積雪深と、同じ地点のメッシュ推定値との比較。各地点の観測回数は 5~22 回で $n=188$ 。

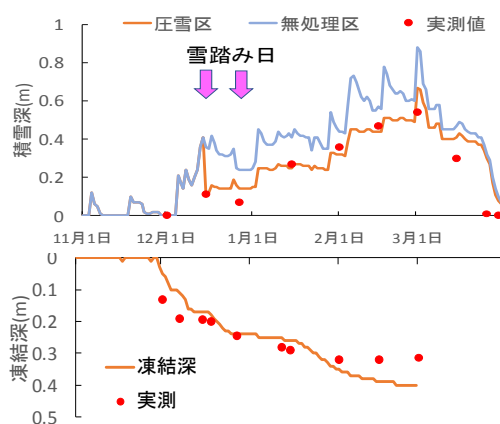


図2 積雪深（上）および土壌凍結深（下）の推移

2017-18 寒候期、訓子府の農家圃場の例。12/15と12/18に雪踏み（圧雪）作業を行った。実線はシステムの出力値。赤丸の実測値は上下いずれも雪踏みを行った区で測定されたもの。