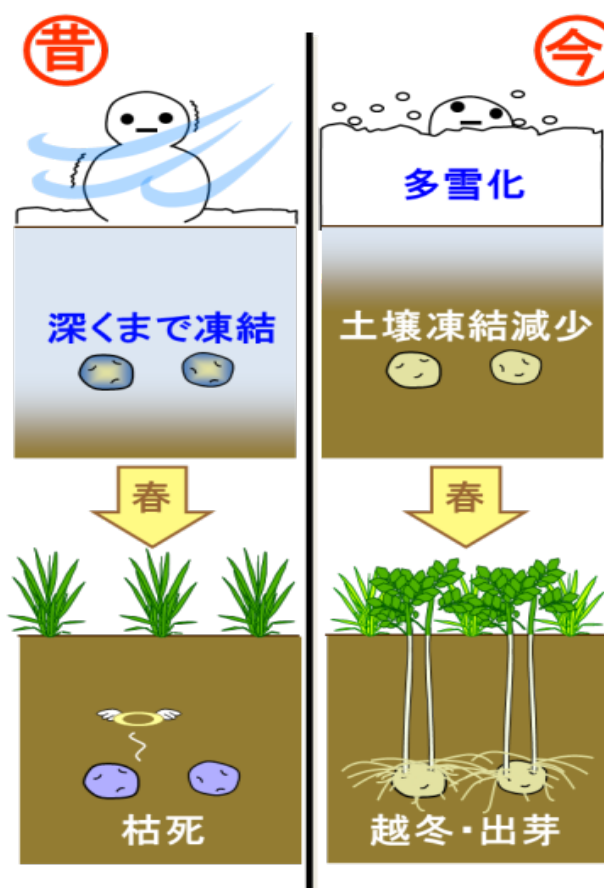


土壤凍結深制御技術 標準作業手順書



公開版

目次

はじめに	I
免責事項	II
I 土壌凍結深制御技術の特徴	1
1. 土壌凍結深制御技術開発の経緯	1
2. 土壌凍結がもたらす効果	3
(1)野良イモの駆除	3
(2)土壌理化学性の改善	3
(3)窒素溶脱の抑制	3
II 技術の概要	4
1. 作業の目安	4
2. 雪割り	4
3. 雪踏み	5
III 技術の利用方法	6
1. 作業の選択	6
【コラム：土壌凍結深さの推定】	
2. 雪割りの手順	9
3. 雪踏みの手順	9
4. 凍結深の確認と再作業	11
5. 土壌凍結深制御のための情報システム	12
IV 技術の利用メリット	15

1.	野良イモの抑制	1 5
2.	土壌物理性の改善効果	1 5
3.	硝酸態窒素の流亡抑制定	1 6
V	適用地域	1 6
	参考資料	1 8
	担当窓口、連絡先	1 8

はじめに

土壌凍結は道東地方などの寒冷かつ積雪が少ない地域において、土壌が低温に曝され間隙水が凍結する現象である。畑地では収穫時に取りこぼしたバレイショ塊茎が雑草化する「野良イモ」の駆除や、土壌の碎土性・透水性の向上および窒素溶脱の抑制等の効果が確認されている。土壌凍結深制御技術は、「雪割り」や「雪踏み」といった作業で土壌凍結を促進してこれらの効果を得るとともに、春先の融凍の遅延などのデメリットを避ける最適な土壌凍結深に制御するものである。そのためのツールとしてユーザー（農家）が自分の圃場の凍結深を容易に推定できる作業計画支援システムが開発され、十勝地方やオホーツク地方の農協では運用が始まっている。

本手順書では土壌凍結深制御について、その利用方法、利用のメリットについて事例を交えて示すとともに、普及活動での参考となる資料も紹介する。

● 免責事項

- 農研機構は、利用者が本手順書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手順書に示した効果は、あくまでも実証試験等での実測値を基に測定・試算した概算値です。地域、気候条件、圃場規模、作物、取引や流通状況、その他の条件により変動することにご留意ください。本手順書に記載の技術の利用により、この通りの効果が得られることを保証したものではありません。

● 著作権等に関する事項

- 本手順書の記載内容は、「私的使用」または「引用」など著作権法上認められた場合を除き、無断で転載、複製、販売などの利用はできません。

I. 土壌凍結深制御技術の特徴

1. 土壌凍結深制御技術開発の経緯

十勝地方の年最大土壌凍結深はかつて 30cm 程度だったが、1980 年台終わりより減少傾向となっており、この原因は初冬期の積雪量の増加だと考えられている（図 I - 1）。積雪は多くの空気を含んだ多孔質で断熱効果が高いため、厳冬期を迎える前に積雪が地表面を覆ってしまうと凍結が入りにくくなる。一般的に 15cm～20cm 程度の積雪があれば、土壌凍結の進行が阻害されることがわかっている（参考資料 1 参照）。

一方、土壌凍結深の減少と並行して、秋の収穫時に取り残したバレイショ塊茎が雑草化する、いわゆる野良イモ（図 I - 2）が問題となってきた。降雪の早期化が土壌凍結深の減少と野良イモの顕在化を招いていると考えた十勝地方の一部の農家が、排土板を取り付けたトラクタで雪の積もった畑を縞状に除雪する「雪割り」を始め、これに着目した農研機構北海道農業研究センターの研究者が土壌凍結の観測やモデリングなどの研究を開始したのが土壌凍結深制御技術開発の発端である。

その後、以下のようなプロジェクト研究で土壌凍結深制御の効果や制御法、凍結深推定モデルの精緻化などを行い、現在の技術開発に至っている。

- ・環境省地球環境保全試験研究費「温暖化条件下の積雪・土壌凍結地帯の長期変動傾向の予測と農業に及ぼす影響評価」（2005～2007）
- ・環境省地球環境総合研究推進費「気候変動に対する寒地農業環境の脆弱性評価と積雪・土壌凍結制御による適応策の開発」（2008～2010）
- ・農林水産省実用開発事業「土壌凍結深制御手法による野良イモ対策技術の確立（2010-2012）」
- ・道総研重点研究「土壌凍結深制御技術による畑地の生産性向上」（2015-2017）

・イノベーション創出事業「土壌凍結深制御手法の高度化・理化学性改善技術への拡張と情報システムの社会実装」（2017～2019）（参考資料 1 参照）

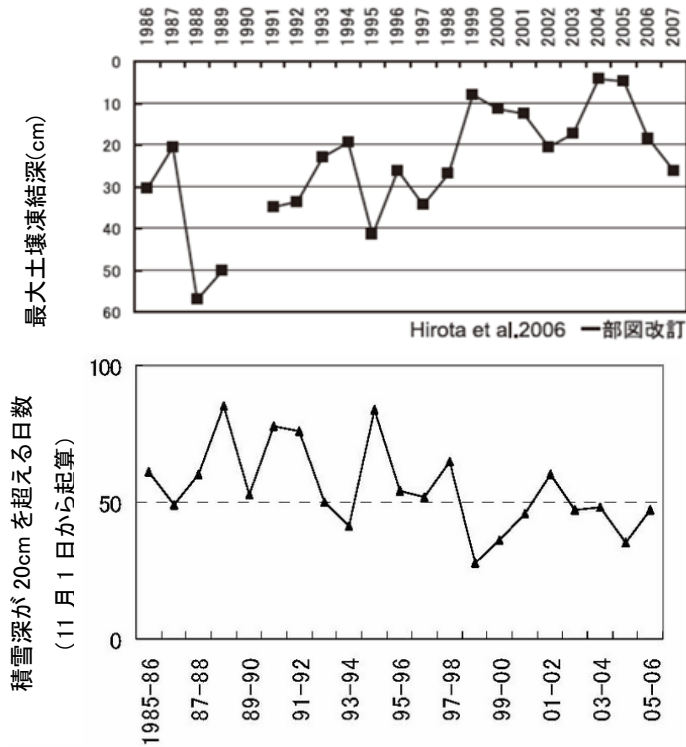


図 I - 1 北農研芽室研究拠点における年最大土壌凍結深（上）および初冬の積雪深の多寡（下）の推移



図 I - 2 バレイショ後作の小麦での野良イモ

2. 土壌凍結がもたらす効果

(1) 野良イモの駆除

地中のバレイショ塊茎は、塊茎位置の日平均地温が -3°C を下回ると生存できない。一方、取り残した塊茎の96%以上が地表下15cm以内に分布する。雪割り・雪踏みにより土壌凍結深を30cmにすると、深さ15cmの日平均気温が -3°C に達し、野良イモのほぼ100%を駆除できる。(参考資料2参照)。

(2) 土壌理化学性の改善

土壌凍結のもう一つの大きな特徴は土壌物理性の改善効果である。土壌が凍結すると、土壌中の大小さまざまな間隙を埋める間隙水が凍結し体積が増大するため、土壌の間隙が拡大し土壌構造が変化する。融雪後もその影響が残ることから碎土性や透排水性の向上効果が期待できる。

土壌の種類を問わず、凍結深が20数cm以上で効果が得られ、播種床造成において3回以上の碎土・整地を行う必要がある場合に回数削減の可能性はある。また、低地土や泥炭土においては、凍結深が30cm程度で透水性が向上する可能性が示唆された(参考資料3参照)。

(3) 窒素溶脱の抑制

土壌中の無機態窒素のうち硝酸態窒素は雨水や融雪水の移動に伴い流亡する(窒素溶脱)。融雪水の浸透量と消雪後の深さ30cmまでの土層に残存する硝酸態窒素の量の間には有意な負の相関関係がある。一方、年最大土壌凍結深が20cm程度であれば融雪水の表面流出はほぼ発生しない(参考資料4、5参照)。

Ⅱ. 技術の概要

1. 作業の目安

バレイショ塊茎は -3°C 以下になると凍結して枯死するが、積雪があるとその空気層の断熱作用から凍結が抑制される。一般に積雪深が15-20cm以上になると凍結が進まなくなるので、以下の要領で雪割りもしくは雪踏みを行って凍結を促進する。

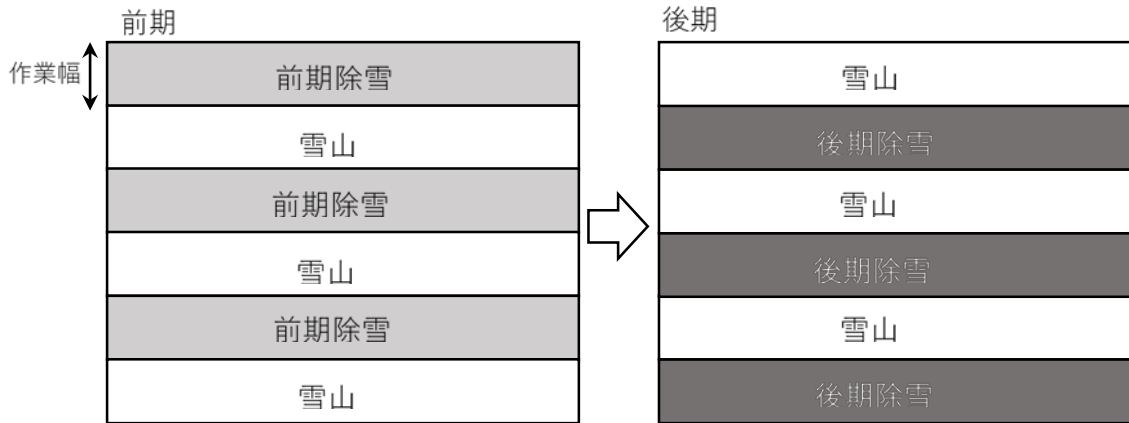
Ⅲで述べたように土壌凍結の効果は凍結深20~30cmで発現するが、一方で過剰に凍結を促進すると春先の地温上昇の遅れや温室効果ガスである一酸化二窒素放出のリスクが増すため、一般的には30cm程度が推奨される（参考資料4参照）。

2. 雪割り

トラクタやホイールローダ、タイヤショベル等に除雪用アタッチメント（V羽根）を装着して除雪する（図Ⅱ-1）。除雪は列状に2回行なう。1回目の除雪で十分に寒気に暴露し、凍結を促進した後、2回目の除雪では列状に残った雪を1回目の除雪部分に移動し、圃場を均一に凍結させる。作業の後に15cm程度の積雪があった場合には、再作業の必要がある（図Ⅱ-2）。



図Ⅱ-1 ホイールローダによる雪割り作業



図Ⅱ-2 雪割りの前期後期作業の模式図

3. 雪踏み

トラクタに装着したタイヤローラを用いて圃場全面を圧雪する（図Ⅱ-3）。作業は積雪深の浅い初冬から開始し、積雪があった場合には繰り返し作業を行う。

なお、雪割り、雪踏みいずれにおいても目的凍結深に達し、新たな積雪がない場合には過剰な土壌凍結を避けるために作業を行わない。



図Ⅱ-3 雪踏み作業

Ⅲ. 技術の利用法

1. 作業の選択

雪割りと雪踏みのいずれの作業を選択するかは、作業性や作付け作物、積雪深、作業機の価格等により判断する（表Ⅲ-1）。

雪割りの主な長所は、適応できる積雪深の範囲が雪踏みよりも広く対応できる点である。また、1回の処理時間は好条件なら雪踏みの半分程度で、過剰な凍結が予想される場合に除雪した雪山を割り戻すことによりある程度の凍結深制御ができる。短所としては以下の事柄がある。まず、秋播き小麦圃場では麦を痛めてしまうことから利用できない。また、前期と後期の雪割り箇所では積雪水量が異なるため、効果に差が出ることもある。融雪剤の散布に際し、雪山が障害となって均一に散布できないことや、融雪が雪踏みに比べてやや遅くなる。

雪踏みの主な長所は、作業時に土壌との接触がないため、ジャガイモシストセンチュウ拡大の原因となる土壌の移動リスクがほぼなく、表土が動かないため越冬中の秋まき小麦圃場でも麦を傷つけずに施工できることである。また、タイヤローラは麦踏にも利用できる。欠点としては、最大 30 cmの積雪量までが適用範囲で、深くなると作業性や効果が低くなる。また、凍結深を均一にできるが、積雪が少ない地域、年次では過剰凍結を制御できないことがある。

作業時間は積雪深や雪質で変動するが、雪割りで 15-60 分/ha、雪踏みで 30-60 分/ha、作業機の価格はそれぞれ 60-80 万円、50 万円以下である（価格は年により変動）。作業器具の導入コストは雪割りに用いる V 羽根よりも雪踏みに用いるタイヤローラの方が安価である。

表Ⅲ-1. 雪割り・雪踏みの比較（H29 年度道成績会議資料を改変）

項目		雪割り（V羽根）	雪踏み（タイヤローラ）
作業性	開始の目安	予想平均気温-5℃以下が連続し、積雪深15cm以上（12月下旬頃～）	根雪以降、積雪深15cm以上（12月上旬頃～）
	回数	前期・後期の2回+降雪後の追加除雪数回	最低2～3回+凍結・積雪状況に応じて数回
	土壌への影響	土壌が凍結していない場合は、繰り返しのリスクがある 事前に雪踏みを行うと回避できる	左記のリスクは雪割りより小さい
	積雪深に対する適応性	1回に作業できる積雪深が雪踏みより厚い	1回に作業できる積雪深が雪割りより薄い（最大30cm程度）
	圃場適応性	越冬中秋まき小麦圃場では作業できない	野良イモ対策として行う場合、越冬中秋まき小麦圃場でも作業できる作業できる 傾斜地ではやや難がある
機種特性	価格	V羽根 > タイヤローラ	
	作業幅	専用機：2～3.5m	～4m強
	汎用性	フロント3点リンク式の場合は汎用性が高いが、これを使えるトラクタの所有が少ない フロントローダー式は、接続部がローダー別に対応しているため共同利用ができない 比較的高馬力のトラクタが必要	けん引式、直装式とも汎用性は高い 共同利用する事例多い 麦踏みにも活用できる
	作業上の留意点	V羽根の角度により作業性が劣る場合がある 雪割り専用機種が望ましい	積雪深が深い場合は、トラクタの馬力とタイヤローラの作業幅が影響し、作業性が劣る場合がある
凍結深制御	凍結深制御性	前期と後期で深さに差が出る場合がある 凍結深を深く（40cm以上）入れやすい 過剰凍結は割り戻しで防げる	凍結深の深さを均一にできる 積雪が少ない地域、年次では過剰凍結を制御できない
	土壌物理性改善効果	基本的に凍結深が同じであれば同等 両手法とも地温の上昇が遅れるため、土壌の乾きがやや遅くなる	
	窒素溶脱低減効果	前期と後期の雪割り箇所積雪水量が異なるため、効果に差が出ることがある	積雪水量が多くなりやすいことが影響し、やや劣る場面がある
	作物生産性向上効果	基本的に凍結深が同じであれば同様の効果が得られる	
その他	融雪材散布	雪山が障害となり均一に散布できない場合がある	圧雪されている層があるため、融雪材散布機が走行しやすい
	融雪	雪踏みに比べて同等からやや遅い	雪割りに比べて同等からやや早い
	導入の容易さ	機種の汎用性が低いため、共同利用がしにくい ため、小中規模の農家は導入しにくい	汎用性が高く、共同利用しやすいので、導入しやすい

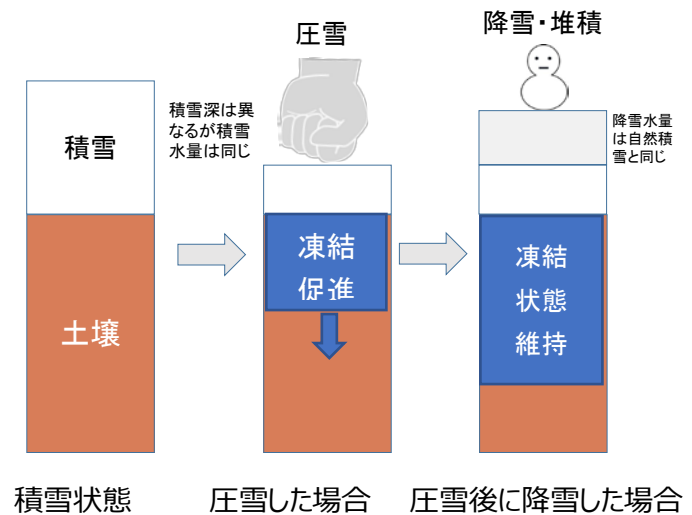
【コラム：雪踏み処理後の積雪深推定と土壤凍結促進の原理】

土壤は 0℃以下の条件になると凍結するが、雪は空気層を多く含むため断熱作用を有する。したがって、積雪が深いほど土壤凍結の発達が抑制される。一般に積雪深が 15cm～20cm 以上になると土壤凍結の発達が抑制される。

土壤凍結を促進させるためには、断熱作用を有する積雪を制御する必要がある。その方法として、雪割りと雪踏みがある。雪割りは断熱作用のある雪を除くことで土壤凍結を促進させる手法である。圃場内除雪であるため、堆積した雪を再び除雪部（土壤露出面）に戻せば、凍結深の発達を抑制することができる。そのため、雪割りは土壤凍結深制御が可能な手法である。

一方、雪踏みによって断熱効果のある空気層が大幅に減少し、熱伝導が自然積雪の 3～4 倍程度大きくなるため、冷気が土壤に伝わりやすく凍結が促進される。また、この熱伝導率は火山性土の熱伝導率の値に近くなり、雪が土壤の熱物性に置き換えられたことになる。これが雪踏みによる土壤凍結促進の原理である（図Ⅲ-1）。

雪踏みは雪割りより作業が簡便であるが、雪の除去・戻しがないため、土壤凍結深の制御の観点では雪踏み後の気温や降雪などの気象条件に左右される。



図Ⅲ-1 雪踏みと積雪深 積雪水量の関係

2. 雪割りの手順

雪割りは、断熱作用のある雪を除雪、あるいは逆に積み上げ（再堆積あるいは割り戻しともいう）によって、最適な土壌凍結深に制御する方法である。圃場内の除雪は、V羽根（図Ⅲ-2）と呼ばれる排土板をトラクタやタイヤシャベルに装着して実施する方法が広く用いられている。



図Ⅲ-2 雪割り用V羽根

（トラクターの前面に装着した雪を押しているV字の部品が通称“V羽根”と呼ばれる）

圃場全面を一度に除雪することは現実的でないため、除雪機の作業幅に合わせて圃場を列状に細分する。除雪作業は、交互に配置したエリアに対して必要な外気暴露期間を設けるため、前期・後期（1回目、2回目）に分けて実施する。

圃場内除雪は他にも様々な方法が考えられるが、現時点ではV羽根を用いた方法が最も効率的に作業ができる。

3. 雪踏みの手順

雪踏みは、一般にトラクタに装着したタイヤローラを用いて圃場全面を一度の作業で圧雪する（図Ⅲ-3）。雪踏み作業は、積雪深の浅い初冬から開始する。雪踏み後、土壌凍結深が目標に到達する前に新たな降雪があった場合は、雪踏みを繰り返し行う。

現在、タイヤローラはけん引式と直装式（図Ⅲ-4）の2つのタイプがある。直装式は、作業機の上げ下げが容易で雪の抱え込みなどに対する対処に優れる。このため、今

後の普及は直装式が主となると予想される。また、タイヤローラ以外の雪踏み方法としては、トラクタのタイヤやクローラのみで踏む方法もある。



図Ⅲ-3 タイヤローラを用いた雪踏み実施状況



図Ⅲ-4 けん引式（左）および直装式（右）のタイヤローラを用いた雪踏み実施状況

1) 作業での注意点（主に越冬中の秋まき小麦上で雪踏みを行う場合）

作業のポイントは以下の通り。

- ・積雪深 15cm 以上を確認して作業する。

小麦が露出していると作業により小麦を痛めてしまい、莖数が減少し収量が低下する可能性がある。

- ・土壌に数 cm 凍結が入ってから行う。

凍結が入っていないとタイヤによって土を練り返し、小麦を傷つける可能性がある。

- ・5 km/h 未満の低速で作業し、大回りで旋回する。

高速・急旋回も小麦を傷つける可能性がある。

- ・雪腐病防除は根雪前に慣行通り行う。

薬液が葉全体にしっかり付着していないと雪踏み作業で小麦を傷つけた場合に、病気の蔓延を招く恐れがある。

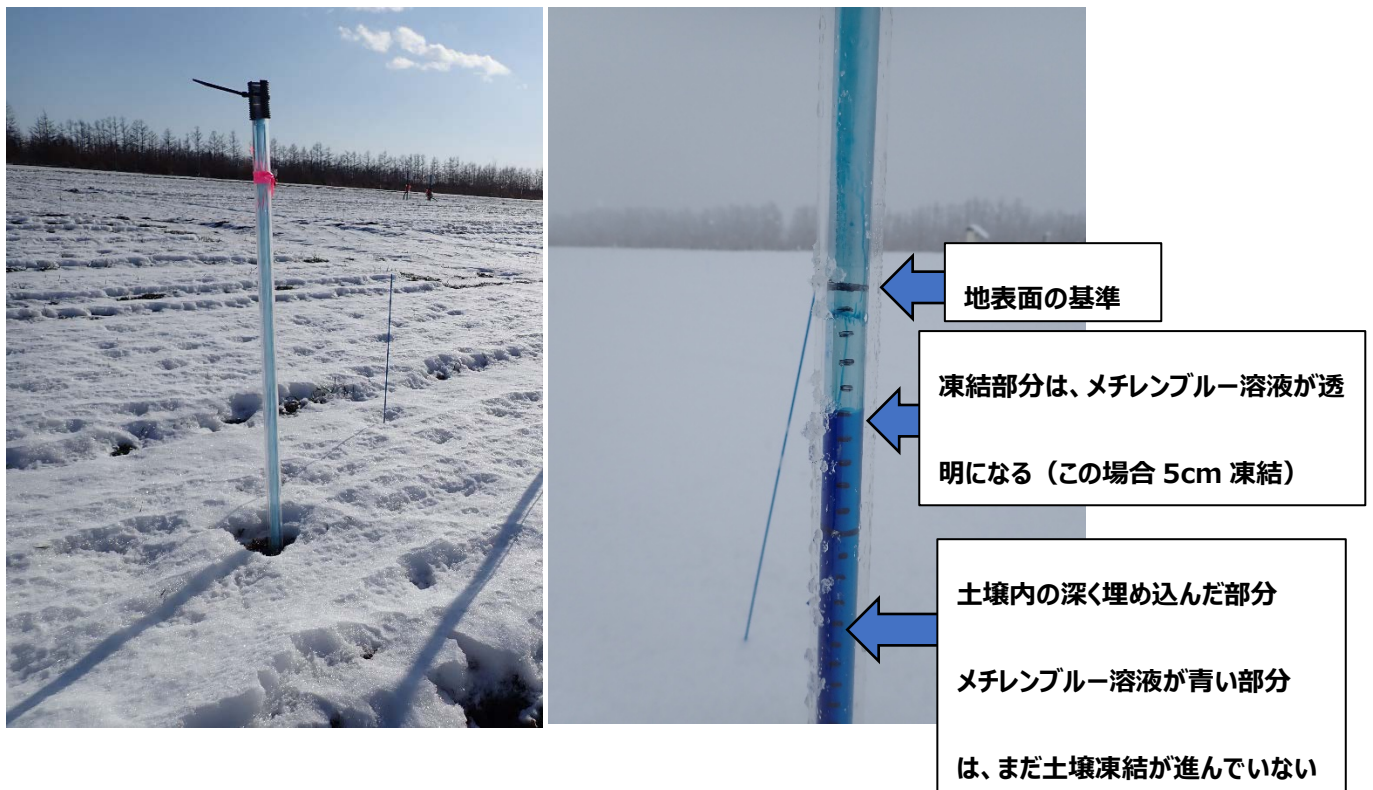
4. 凍結深の確認と再作業

一般的には①メチレンブルー凍結深計、②直接採土、③温度計を用いる。概要は次の通りである。

①は、塩ビまたはアクリルの管に、メチレンブルー凍結深計を挿入し、圃場に設置する。測定時は、凍結深計を引き上げて読み取る（図Ⅲ-5）。1万円程度で市販もされているが、作製方法のマニュアルもある（参考資料1参照）。

②は、確実に凍結深を把握できるが、凍結が深い場合には土を掘る作業は大変な重労働になる。

③については、市販品の屋外に設置可能な温度計は、3千円前後で購入可能である。雪踏みを行う圃場に温度計を固定することが難しい点、特定の深さの温度しか把握できない点がデメリットである。



図Ⅲ-5 市販の凍結深計の設置様子（左）および凍結深の読み取り方（右）

5. 土壌凍結深制御のための情報システム

現在の土壌の凍結深を確認し、指定の作業日における土壌凍結の進み方を予測して、最適な作業日を計算するソフトウェアが JA 等によって組合員向けに運用されている（図Ⅲ-6、図Ⅲ-7）。ユーザーインターフェイスはシステムによって異なるが、基本的には以下の手順となる。

- 1) 圃場の座標を登録（地図上から選択する）
- 2) 処理を選択（雪割りまたは雪踏み）
- 3) 処理日を入力
- 4) 推定結果図を参照、または数値をダウンロード

その他、推定積雪深に誤差がある場合の補正機能等もある。

参考情報（JA きたみらいシステムのマニュアル）

https://www.agw.jp/kitamirai/mesh/pdf/manual.pdf



TNR(野良いもP)さん マイページ

MYページTOP | 一般気象情報 | アメメDB | 生育・病害虫予察 | 生育・病害虫予察(個人用) | TNR営農情報 | お知らせ | リンク集 | プロフィール | 管理者ツール | プライバシー

TNR(野良いもP)さんマイページ > 生育・病害虫予察 > 雪踏み実績確認

馬鈴薯 野良いも対策

雪踏み実績確認

雪踏みの実施日を登録し計算を実行することで、凍結深の進行状況を確認出来ます。
雪踏み実施日を登録後、計算実行ボタンを押してください。現状の凍結深が計算されます。

目標土壌凍結深
 標準(30-40cm)
 任意 cm
 計算日

 気温推移(平年比)
 °C
 緯度
 42度53分30秒
 経度
 142度59分15秒
 地点変更

■雪踏み日

日付	積雪深	備考	
12/07	6.0cm	雪踏み1回目	<input type="button" value="変更"/> <input type="button" value="削除"/>
12/11	14.0cm	雪踏み2回目	<input type="button" value="変更"/> <input type="button" value="削除"/>
12/24	15.0cm	雪踏み3回目	<input type="button" value="変更"/> <input type="button" value="削除"/>
01/16	28.0cm	雪踏み4回目	<input type="button" value="変更"/> <input type="button" value="削除"/>
01/20	28.0cm	雪踏み5回目	<input type="button" value="変更"/> <input type="button" value="削除"/>
01/27	31.0cm	雪踏み6回目	<input type="button" value="変更"/> <input type="button" value="削除"/>
01/31	31.333cm		<input type="button" value="変更"/> <input type="button" value="削除"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/>	<input type="button" value="追加"/>

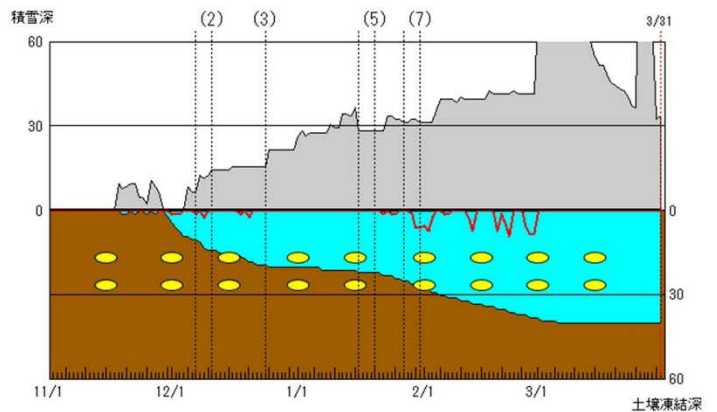
対象データを隠す

凍上している: 2017/12/01

日付	気温 (°C)	積雪深 (cm)	雪踏み後積雪深 (cm)	凍結深 (cm)	野良いも凍結深 (cm)
01/13	-14.1	43.0	34.0	21.0	0.0
01/14	-12.9	41.0	38.0	21.0	0.0
01/15	-8.1	46.0	36.0	21.0	0.0
01/16	-3.5	43.0	28.0	22.0	0.0
01/17	-4.5	41.0	28.0	22.0	0.0
01/18	-3.4	41.0	28.0	22.0	0.0
01/19	-4.0	40.0	28.0	22.0	0.0
01/20	-9.4	42.0	28.0	22.0	0.0
01/21	-5.8	40.0	28.0	22.0	0.0
01/22	-9.4	40.0	28.0	23.0	1.0
01/23	-7.2	56.0	33.0	23.0	0.0
01/24	-9.5	52.0	33.0	23.0	1.0
01/25	-9.3	49.0	32.0	24.0	1.0
01/26	-4.9	46.0	32.0	24.0	0.0
01/27	-5.4	46.0	31.0	25.0	0.0
01/28	-7.0	46.0	31.0	25.0	0.0
01/29	-9.1	49.0	32.0	26.0	1.0
01/30	-12.8	48.0	32.0	26.0	6.0
01/31	-11.7	48.0	31.0	27.0	6.0
02/01	-9.9	47.0	31.0	27.0	5.0

セルの色について

- 白色: 実況データ
- 灰色: 予測データ
- 黄色: 雪踏み



計算日 : 2018/08/18
 緯度 : 42度53分30秒
 経度 : 142度59分15秒
 気温推移(平年比) : 0度
 目標土壌凍結深到達日 : 2018/02/19
 全期間最大土壌凍結深 : 40.0cm (03/06)
 実況期間最大土壌凍結深 : 40.0cm (03/06)
 全期間最大野良いも凍結深 : 9.0cm (02/22)
 実況期間最大野良いも凍結深 : 9.0cm (02/22)

- 積雪深
- 土壌凍結深
- 野良いも防除深

営農WEB Ver 1.33 Copyright(C)2005-2018 Japan Weather Association

図Ⅲ-6 十勝農協連に実装された土壌凍結深の情報システム

きたみらい 気象情報モニタリングシステム



- TOP
- 気象観測情報
- 防災関連情報 (河川水位他リンク情報)
- ライブカメラ情報
- 土壌凍結深推定システム
- 融雪促進速期予測情報
- 馬鈴薯疫病発生予察情報
- 気象観測システムについて

MENU

- 圃場管理
 - 新規圃場登録
 - 登録圃場一覧・編集
 - 雪割り・雪踏み作業を行わない場合の推定
 - 最大土壌凍結深度等推定一覧
 - 土壌凍結深と気象経過図
 - 積雪深実測値入力
- 雪割り・雪踏み作業に於ける推定

- 雪割り計算
- 雪踏み計算**
- ライブカメラ情報
- 現在の雪の状況
- ログアウト

○ [北見地方]雪踏み計算

▶ 改善効果が期待できる項目と目標凍結深

圃場選択

圃場名をクリックしてください。
以前に設定した計算条件がある場合は、内容が表示されます。

- [1]北見農試圃場
- [2]坂本2019
- [3]刈ヶ117A-M2019
- [4]訓子府大畑
- [5]端野・西川
- [6]訓子府_水留_バレイショ
- [7]端野・小川
- [8]訓子府_水井_肥料用とうもろこし
- [9]美橋_石川_小麦

手順 1 : 雪踏み日の選択

カレンダーの日付をクリックして雪踏み日を選択してください。

前の月 次の月

2019年12月						
日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

手順 2 : 積雪深の選択

雪踏み後の積雪深を選択し「積雪深選択」ボタンをクリックしてください。

雪踏み後の積雪深が不明の場合は、?cmを選択して下さい。

選択日: 12/06

- ?cm
- 0cm
- 1cm
- 2cm
- 3cm
- 4cm
- 5cm
- 6cm
- 7cm
- 8cm
- 9cm
- 10cm
- 11cm
- 12cm

手順 3 : 土壌の選択

計算の初期設定は、クロボク土 (火山性土) 及び台地土 (水田転換畑) が対象です。それ以外の土壌 (初期設定以外) ,例えば褐色森林土等の場合は、下の□の中をクリックして☑を付けて下さい。

初期設定以外 (褐色森林土等)

計算する内容セット

手順 4 : 計算する内容の確認

選択した計算内容の表示。

・雪踏み日と積雪深

12/06:?cm:雪踏み日:初期設定 ✕
計算内容を設定してください

リセット

図Ⅲ-7 JA きたみらいに実装された土壌凍結深の情報システム

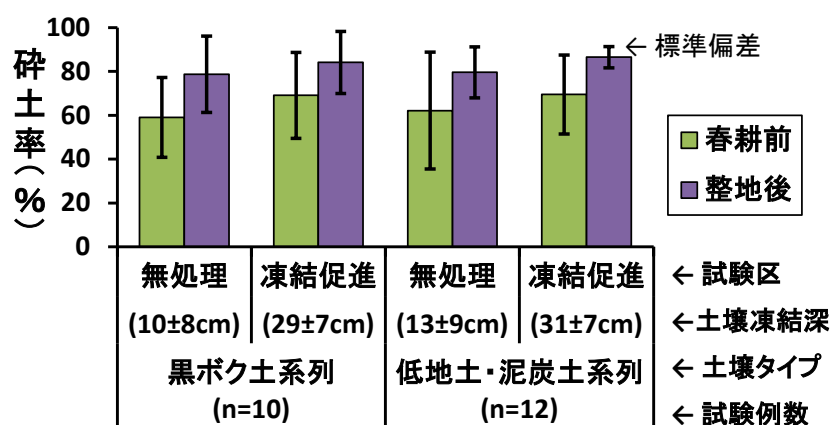
IV. 技術の利用メリット

1. 野良イモの抑制

2010-11 に十勝管内 4 か所で実施された現地試験結果では、無処理区での野良イモの残存率が 0~23.1%であったのに対して、雪割り作業区での残存率は 0.5%以下であった（参考資料 2 参照）。このことから、翌年度の野良イモの抜き取り作業が必要なくなる。

2. 土壌物理性の改善効果

作物の出芽等に適する砕土率（大きさ 20mm 以下の土塊の割合）は 70%以上で高いほど好ましいとされている。黒ボク土において、無処理区（最大壤凍結深 $10\pm 8\text{cm}$ ）と雪踏み区（同 $29\text{cm}\pm 7\text{cm}$ ）で春の整地前の砕土率を比較した結果、59%、69%となり、雪踏み区では好ましいとされるレベルにほぼ達していた。整地後の砕土率は各々 79%と 84%まで増加し、雪踏みによる土壌物理性の改善効果が確認された。この傾向は、低地土・泥炭土、台地土においても同様である（図IV-1）。



図IV-1 土壌凍結促進による砕土性向上効果

3. 硝酸態窒素の流亡抑制

土壌凍結深 30cm 程度で、肥料成分の流亡が抑制される。ただしさらに深い凍結深では融雪水の浸透が抑制されることで春作業の遅れが生じる可能性がある（参考資料 4 参照）。

V. 適用地域

土壌凍結深の設定目標を 30cm にした場合、12～2 月の平均気温でみると-5℃以下の地域では適用が可能である。道東地方および道北、日本海側内陸部、羊蹄山麓などが該当するが、多雪地帯では雪割りや雪踏みの実施が容易でないこと、融雪水が多量なため窒素溶脱低減効果が小さく生産性向上効果が期待できない可能性がある。

参考資料

1. 土壌凍結深制御による野良イモ防除・土壌理化学性改善技術体系化マニュアル
(イノベーション創出強化研究推進事業 29017C「土壌凍結深制御手法の高度化・理化学性改善技術への拡張と情報システムの社会実装」成果、地方独立行政法人北海道立総合研究機構北見農業試験場生産環境グループ、2020年3月)
2. 農研機構 2012年普及成果情報「土壌凍結深の制御による野良イモ対策技術」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/harc/2012/210a3_01_44.html
3. 2017年度北海道・指導参考「土壌凍結深制御技術による畑地の生産性向上」
<https://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/30/f2/12.pdf>
4. 農研機構 2017年普及成果情報「野良イモ防除と環境負荷低減を両立する最適な土壌凍結深」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/harc/2017/17_010.html
5. 農研機構 2018年普及成果情報「圧雪による凍土の発達を融雪水の表面流出を促し硝酸態窒素の溶脱を抑制する」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/harc/2018/18_008.html

担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構 北海道農業研究センター 事業化推進室 011-957-9212

「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。