

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



令和2年 3月

監修
地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
農業研究本部 北見農業試験場・十勝農業試験場
農研機構北海道農業研究センター
きたみらい農業協同組合
十勝農業協同組合連合会

このマニュアルは、イノベーション創出強化研究推進事業
平成29年～令和元年度

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

において、本プロジェクトを含めこれまでの成果を取りまとめて作成したものです。

共同執筆

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
農業研究本部 北見農業試験場・十勝農業試験場
農研機構北海道農業研究センター
きたみらい農業協同組合
十勝農業協同組合連合会

目次

I 土壤凍結深制御とは何か	1
1. 土壤凍結深制御とは	1
2. 土壤凍結深制御に必要な機材	2
II 土壤凍結深制御の効果	4
1. 野良イモ死滅効果	4
III 土壤凍結深制御のポイント	6
1. 積雪深と土壤凍結	6
2. 雪割り	7
3. 雪踏み	8
4. 両手法の長所・短所	9
5. 土壤凍結深の測定と推定法	11
1) メチレンブルー凍結深計による推定法	11
2) 採土による測定法	16
3) 温度計による推定法	17
IV 土壤凍結深制御情報システムの活用方法	19
1. JA きたみらい土壤凍結深推定計算システム	21
2. 十勝農協連 土壤凍結深推定計算システム	34
3. 農研機構北海道農業センター 土壤凍結深推定計算システム	40
V 土壤凍結深制御の留意点	53
1. 適用地域	53
2. 早期播種の作物への適用の留意事項	54
3. 秋まき小麦への適用	55
4. 土壤凍結促進によるデメリット	62
5. 過剰凍結への対処	62
VI 野良イモ対策の実践に向けて	63
1. 野良イモ防除の必要性と課題	63
2. 野良イモ防除に必要な温度	64
3. 野良イモ防除効果を得るための目標土壤凍結深	64
4. 目標土壤凍結深を得るための雪割り、雪踏みの上手なやり方	65
5. 雪踏みによる野良イモ対策の効果	66
VII 物理性改善の実践に向けて	67

1. 土壌の種類と物理性	67
2. 土壌凍結で物理性改善効果が期待できる条件.....	69
VIII 生産性向上の実践に向けて	70
1) たまねぎ	71
2) てんさい	72
(1)移植栽培	72
(2)直播栽培	73
3) スイートコーン.....	74
4) 飼料用とうもろこし	75
5) 馬鈴しょ	76
6) 大豆	77
7) にんじん	78
IX 現地優良事例.....	79
1. 野良イモ防除の現地実証.....	79
2. 野良イモ以外の雑草に対する除雪の効果事例.....	79
3. 物理性改善の現地実証	81
4. 生産性向上の現地実証	83
X その他資料	84
1. 普及面積の推移	84
2. 作業時間	85
3. 経費.....	85
XI 野良イモ防除・土壌理化学性改善による生産性向上のための雪割り・雪 踏み技術指針.....	87
謝辞.....	88

1 土壤凍結深制御とは何か

1. 土壤凍結深制御とは

土壤凍結深制御とは、断熱作用のある雪の除雪、積み上げ（割り戻し）、圧雪、によって、土壤凍結深を最適な深さに制御する技術である。

土壤凍結深を最適に制御することにより、野良イモの防除、土壤の物理性改善、土壤水分の制御およびこれに伴う肥料成分などの物質移動の制御等、様々な農地管理対策が可能となる。

土壤凍結深制御を実施するポイント

- 1) 畑の土壤凍結を簡便に促進させて制御する方法は、雪割り（圃場内機械除雪）、雪踏み（圃場内機械圧雪）を気象状況に応じて適切に選択して活用する。
- 2) 土壤凍結のメリットを最大限発揮しデメリットを最小化する最適な土壤凍結深を明らかにして、この最適値を目標に土壤凍結深を制御する（図1-1）。
- 3) 最適な土壤凍結深を確保するために、土壤凍結深を確認する。

なお、土壤凍結深の確認方法として、適切な雪割りや雪踏みの作業タイミングの計画を支援するため、気象データから土壤凍結深を計算・予測する情報システムが用意されている。あるいは、メチレンブルー凍結深計や地温観測、または直接採土などにより土壤凍結深を観測する。

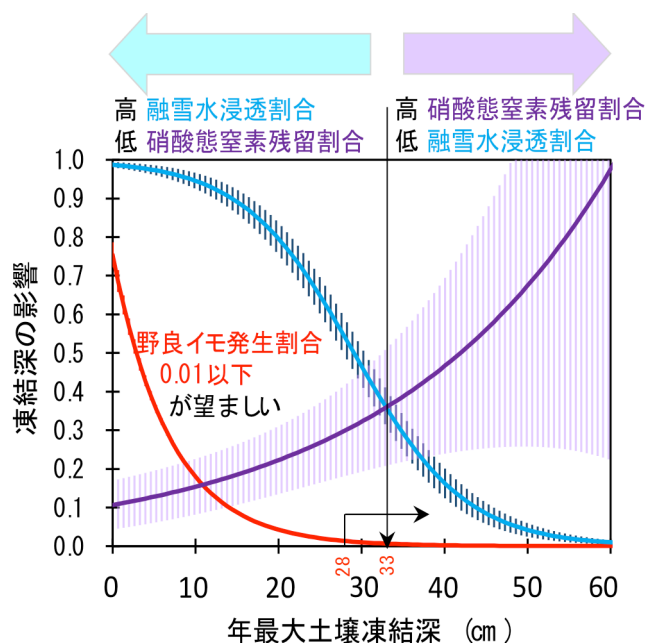


図1-1 野良イモ発生を抑えつつ融雪水の浸透を妨げず、かつ硝酸態窒素を土に残す土壤凍結深 (Yanai et al.2017 Scientific Reports)

2. 土壤凍結深制御に必要な機材

土壤凍結深制御を行うためには、断熱作用のある雪をコントロールして、土壤凍結を促進または抑制する必要がある。雪の断熱作用は、雪に含まれる空気層による。したがって、雪を除雪または圧雪して空気を追い出すことにより熱伝導率を高めて凍結を促進させることができる。逆に、雪を積み上げる（再堆積あるいは割り戻し）ことによって、凍結を抑制し最適な土壤凍結深に制御することもできる。

圃場内の除雪は、V羽根と呼ばれる排土板をトラクタやタイヤショベルに装着して実施する雪割りと呼ばれる方法（写真1-1）で行う。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。V羽根の価格帯は60～80万円である。

一方、圧雪はタイヤローラ（写真1-2、写真1-3）で実施する方法が広く用いられている。タイヤローラの仕様は、写真1-2のように9本から14本の大型タイヤを横一列に配列しているタイプが多い。この方式なら麦踏みにも兼用できるからである。さらに、タイヤローラを持ち上げ可能な直装式タイプの方も取扱いやすい（写真1-3）。その理由は、一度に多量の降雪があった場合、作業機械とタイヤローラの間で雪が溜まり走行しにくくなることがあり、



写真1-1 V羽根による雪割り



写真1-2 圧雪タイヤローラ（けん引式）



写真1-3 圧雪タイヤローラ（直装式）

けん引式よりも直装式タイプの方がこのような状況時の対処に優れるからである。なお、けん引式と直装式兼用タイプもある。購入メーカーは地元農機具会社が複数社あり仕様は様々である。タイヤローラの価格は、廃タイヤを利用すると50万円前後である。ただし、近年は廃タイヤの入手が容易でないこ

とも多い。タイヤローラの所有方法では共同利用も多い。

機材の購入先の問い合わせ先はこちら
オホーツク農業協同組合連合会

TEL:0157-23-9005、FAX:0157-23-6959

十勝農業協同組合連合会

TEL:0155-24-2134、FAX:0155-21-2944

II 土壤凍結深制御の効果

1. 野良イモ死滅効果

近年、気候の温暖化により初冬の降雪が多く、農地の土壤凍結が浅くなり、前作の馬鈴しょの塊茎が生存して雑草化する野良イモが問題となっている。この**野良イモを退治**する方法として土壤凍結促進がある。

2. 畑地の土壤理化学性に与える効果

土壤凍結は、大小さまざまな間隙を埋める間隙水が凍結する現象である。水が凍ると体積が増加するため、土壤の間隙が拡大し土壤構造が変化する。氷が融解した後もその影響は維持される。このため土壤凍結は、土壤の三相分布に影響を与え、その結果、**砕土性向上**や**透水性向上**など物理性に深く関与する。

また、土壤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容易に流亡し、この現象は窒素溶脱と呼ばれている。土壤凍結は、形成された凍結層が融雪水の下方への浸透を妨げることから、**窒素溶脱を抑制**する効果を有する。

3. 生産性向上

土壤凍結は、土壤理化学性を改善することにより、作物の生産性にも影響する。北見農試および十勝農試において、土壤凍結深制御の実証試験を冬期間の土壤凍結深 30cm を目標として検討した結果、複数の作物で**増収**し生産性向上効果が確認された。これらの効果を表 II- 1 に、模式図として図 II- 1 で取りまとめた

表 II- 1 効果が得られる土壤凍結深とその項目

項目	十分な効果が得られる凍結深	備考
野良イモ防除	30 cm 以上	
砕土性向上	20 数 cm 以上	粘質畑など砕土・整地回数が多くなりがちな圃場では種床造成時の耕耘回数の削減が期待できる
透水性向上	30cm 以上	透水性が不良な低地土・台地土で効果が期待できる
窒素溶脱抑制	30~40cm	非黒ボク土では、積雪量が多い年に効果が小さくなることもある
増収	30~40cm	たまねぎ、移植てん菜、大豆、馬鈴しょ、スイートコーン、にんじん、飼料用とうもろこしで効果確認

土壤凍結深の影響と効果、最適土壤凍結深

生産性向上と環境負荷低減も両立

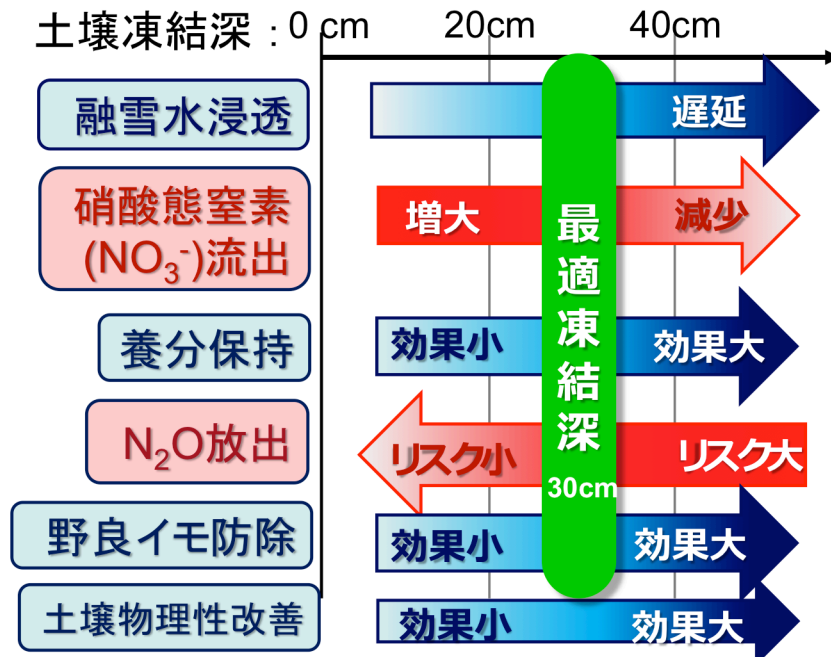


図 II- 1 土壤凍結深の影響と効果、最適土壤凍結深

III 土壤凍結深制御のポイント

1. 積雪深と土壤凍結

土壤は 0°C以下の条件になると凍結する。しかし、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 15~20cm 以上になると土壤凍結の発達が抑制される。すなわち、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いて、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もできる。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（圧雪）は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。これが雪踏みによる土壤凍結促進の原理である。雪踏み作業自体は雪割りよりさらに簡便である。しかし、制御の観点から、雪踏み（圧雪）では、雪を再集積する作業は容易ではなく、土壤凍結深は雪踏み後の気温や降雪など気象条件に左右される。

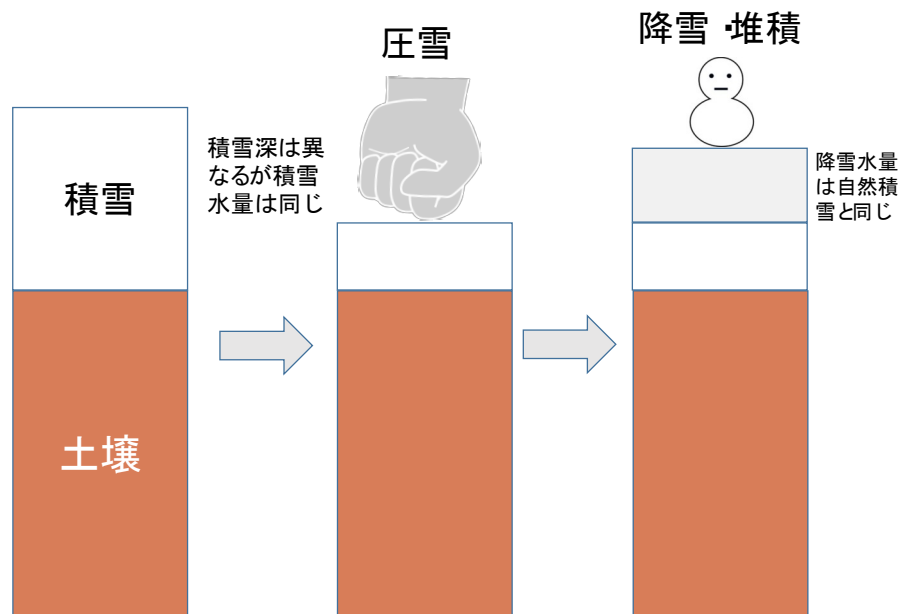


図 III - 1 雪踏みと積雪深 積雪水量の関係

2. 雪割り

雪割り作業は、トラクタやタイヤショベルに装着したV羽根（写真 III- 1）を用いて除雪により行う。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除雪する（図 III- 2）。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（写真 III-2）。ただし、除雪を実施した後、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、凍結促進を維持するために除雪エリアを追加除雪する必要がある。そのため、前期・後期除雪の他に追加除雪数回の実施が必要となる。なお、雪割り作業は、気温の低下する厳寒期（日平均気温 -5°C 以下が連続する期間）を中心に実施する。

過剰凍結を防ぐ対策としては、後期雪割り時に形成した雪山を切り崩して圃場全体を積雪で覆う割り戻しを行う。



写真 III- 1 雪割り用V羽根



写真 III- 2 雪割り用V羽根

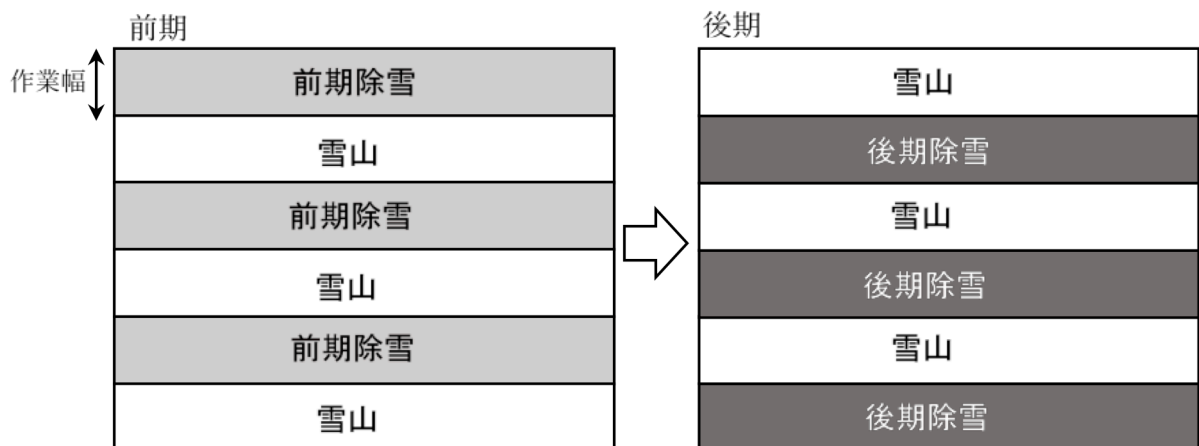


図 III- 2 雪割り作業の概念

3. 雪踏み

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（写真 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。逆に、目標凍結深に到達した後に新たな降雪がない場合は、過剰凍結を招く恐れがあるため、降雪予報がない場合は過度に雪踏みを繰り返さないことが重要となる。



写真 III-3 タイヤローラを用いた雪踏み実施状況



写真 III-4 けん引式（左）および直装式（右）のタイヤローラ

現在、タイヤローラはけん引式と直装式（写真 III-4）の2つのタイプがある。直装式は、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



写真 III-5 トラクタのタイヤのみで行った雪踏み実施状況

のタイヤやクローラのみで踏む方法もある。特に積雪が30cm以上とやや厚い時にタイヤローラを装着では走行困難な時に用いるやり方でもある。しかし、一度に踏める面積が狭いため効率は劣る。写真 III-5 にトラクタの後輪をダブルタイヤにして雪踏みを行っている事例を示す。

4. 両手法の長所・短所

雪踏みと雪割りの長所・短所を作業性、機種特性、凍結深制御性について表 III-1 に整理した。

表 III-1 雪踏みと雪割りの長所・短所

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+降雪後の追加除雪回数	最低 2~3 回+凍結・積雪状況に応じて回数
	時間	処理面積が雪踏みの半分	走行スピードは速い
	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	越冬中秋まき小麦圃場(野良イモ対策として行う場合)でも作業できる 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ーが必要	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
凍結深制御性	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、効果に差が出る可能性がある	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	上記の悪影響が反映されなければ、基本的に凍結深が同じであれば同様	
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
	導入の容易さ	機種の汎用性が低いいため、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

雪割りの主な長所は、①適応できる積雪深が広く（積雪が 50cm 以上でも作業は可能）、②立地条件の制約が少ないことである。雪割りの作業開始の目安は、積雪深が 15cm 以上で、かつ平均気温 -5°C 以下の日が連続する場合である。また、除雪した雪が圃場内に列状に堆積されているため、雪割りに後積雪が少なく、過剰な凍結が進むと予想される場合には、雪を割り戻すことで凍結を制御できる。

一方、雪踏みの主な長所は、①作業時に土壌との接触がないため、土壌を練り返すなどの悪影響が少なく、土壌汚染拡大の原因となる土壌の移動リスクもほぼない。②越冬中の秋まき小麦圃場でも施工できる。③タイヤローラは価格が安く、トラクタとの接続に制約が少なく、共同利用しやすい。④融雪材散布時に圧雪されている層があるため、散布機が走行しやすい。⑤風が強く吹雪が舞いやすい場合でも、畑の全面を圧雪しているため、圃場内では吹雪による再堆積は雪割りよりも生じにくく、凍結促進効果を維持しやすい。などのメリットがある。なお、積雪深が深い条件では、油圧でタイヤローラを持ち上げ可能な直装式の方が雪の抱え込みを少なくでき、作業性に優れる。

このように、両手法には一長一短があり、立地条件や作付体系等を考慮した凍結深制御手法の選択がポイントとなる。なお、十勝では雪割りが普及しており、一方、オホーツクでは雪踏みを中心に普及している。その理由として、十勝では、1) 大規模化により作業機械も大型化している。2) 野良イモ対策が主な目的である。3) 気象条件としては極端なドカ雪がある年や、積雪がほとんどない年と極端な気象が生じやすい。このため十勝では、ドカ雪でも作業ができ、かつ土壌凍結深の制御性が優れ、土壌を露出することで確実に野良イモ防除に必要な凍結層の地温を確保できる雪割りが広がったのではないかと考えられる。一方、オホーツクは、1) 冬季間の降雪頻度が十勝に比べると多く、雪踏み後に凍結が極端に過大になるリスクが十勝よりも低い。さらに、2) シストセンチュウ発生地域では病害虫抑制の立場から土壌の移動リスクがないことが優先される。3) 沿岸部では吹雪が多い。以上のことから、導入コストが低く、トラクタ接続に制約が少ない雪踏みが普及したと考えられる。

5. 土壤凍結深の測定と推定法

土壤凍結深の測定は、一般的にはメチレンブルー凍結深計、直接採土、温度計を用いる。以下ではそれぞれの測定法の特徴および使用に当たっての留意点などについて述べる。

1) メチレンブルー凍結深計による推定法

メチレンブルー凍結深計は、メチレンブルー溶液が 0°C以下になると、青色から透明に変わることを利用した測定方法である。観測はメチレンブルー凍結深計の読み取りのみであり、定期的な観測が可能である。この凍結深計の制作方法は様々な方法が公開されている。石狩農業改良普及センターが作成したマニュアルを次のページ以降に示した。

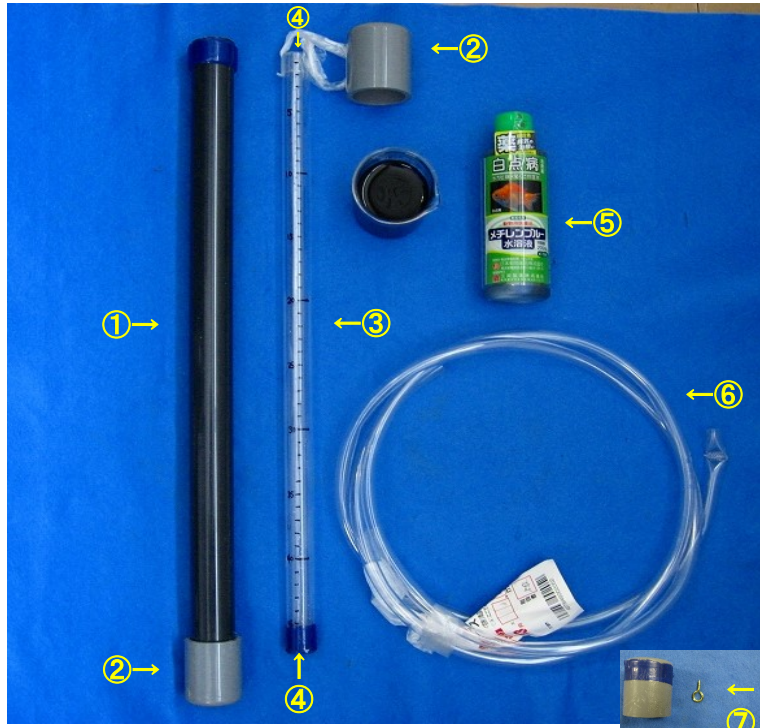
なお、メチレンブルー凍結深計は市販もされているが、芽室町や訓子府町のようには生産者や関係機関が自作した例もある。ひもや鎖で凍結深計とつなぐ構造で地上部に突きだして、この部分に目盛りを予め記しておくことで、積雪深も同時に簡易計測できる。ただし、雪割りや雪踏みの実施個所で測定する場合は、機器の破損に留意して設置する。具体的には、測定部分を地表下に設置するか、地上に突き出す方式の場合は、雪割りや雪踏みを実施しない箇所を機器を設置して、雪割りや雪踏みの実施後に機器の周りを除雪や足や機材を用いて圧雪して、雪割りや雪踏みを実施した箇所と同じような積雪状態にする。

積雪がない期間が長く続いた場合、地上に突き出した方式では、塩ビ管を通して熱が伝わりやすいので凍結深を過大に測定することもあり、注意が必要である。

土壌凍結管の作り方

土壌凍結管（正式名称：メチレンブルー土壌凍結深度計）は、冬期間畑の土に埋めておくことで、リアルタイムに土壌凍結の深さを測定できる道具です。雪踏み（野良いも対策）を行う時に、野良いもを完全に撲滅できる目標凍結深30cmに達したかどうかを確認することで、過度な土壌凍結を防ぐことができます。

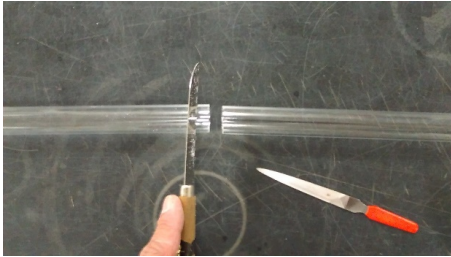
使用する材料(ホームセンター等で購入)



- ① 塩ビ給水管(VP-25 1m) 400円/本程度 ※写真は50cmですが、実際は1mの物を使用
 - ② 塩ビ管キャップ(TS-C25) 2個 70円/個程度×2
 - ③ アクリル透明管(21×18[°]×1000mm、塩ビ管に収まるサイズ) 600円程度
 - ④ ゴム板等(1×100×100、③の穴をふさいで水を入れられるようにする) 80円程度
 - ⑤ メチレンブルー水溶液(金魚の消毒用) 800円/200ml程度((株)日本動物薬品)
※実際には3滴(0.5ml)程度しか使用しません
 - ⑥ シリコンチューブ(5×7、50cm分、透明アクリル管に収まるサイズ) 130円/50cm程度
※③内部に挿入し、凍結膨張による③の割れ防止(クッションとなる)
 - ⑦ フック(ねじ式) 1個 ※塩ビ管キャップ内部に装着できる小さな物
- その他: 瞬間接着剤(ゴム接着可能のもの)、塩ビ管用接着剤、ひも、ビニールテープ
マジックペン、工具類

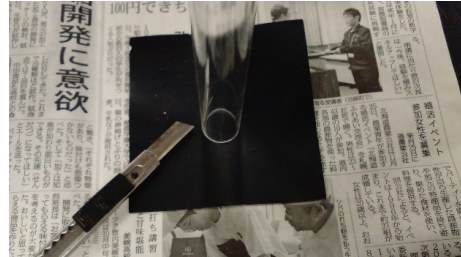
作り方

- ① アクリル透明管を、50cm長に切断する(市販品が1mの場合)



注1) 1m品を丸ごと使用すれば、コストはかかるが切断の手間は省くことができる
(又は ホームセンター店舗でカットしてもらおうとよい)

- ② ゴム板をアクリル透明管のサイズに切り、接着剤で付けて穴をふさぐ



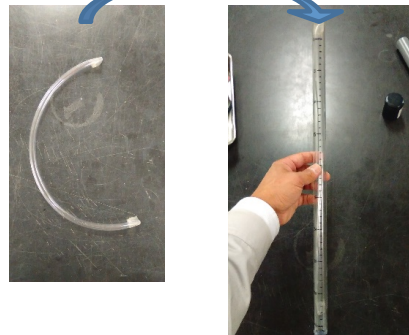
注1) とりあえず、片側の穴のみふさぐ
注2) 水漏れしないようにしっかりふさぐ
(接着剤が乾いたら、水漏れチェックを)

- ③ アクリル透明管に、マジックペンで1cm単位の目盛を付ける

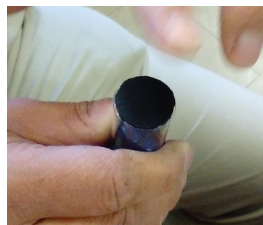


- ④ 50cm程度のシリコンチューブの両端を折り曲げてテープ止めしたもの、アクリル透明管の中に挿入する

(内部でクッションとなり、凍結膨張によるアクリル管の割れを防止)



- ⑥ メチレンブルー0.03%液をアクリル透明管に注入する。その後、上の穴をゴム板でふさぐ。(接着剤使用)

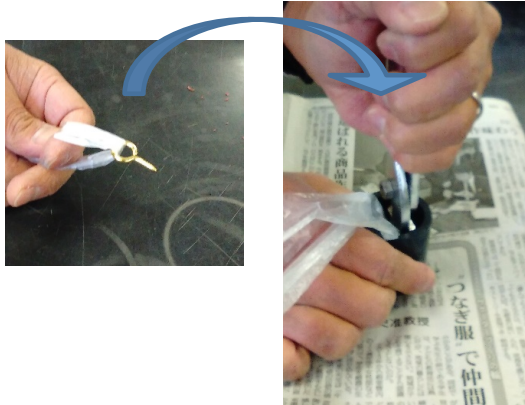


- ⑤ メチレンブルー水溶液を濃度0.03%になるように希釈する(100ml程度作成)



(株)日本動物薬品社製(Mb0.82g/水100ml)の場合
水100ml+メチレンブルー水溶液3滴(0.5ml)程度
※色がつく程度のごく少量でO.K.

- ⑦ フックにひもを掛け、それを塩ビ管キャップ内部にねじ込む



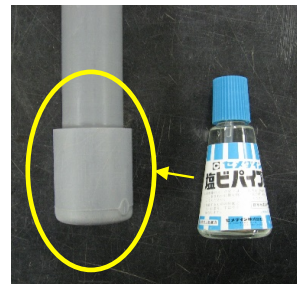
- ⑧ 塩ビ管の外側中央(上端から50cm)に、地表面ラインをマジックで書き込む



- ⑨ キャップを閉じてアクリル管を塩ビ管内にぶら下げたとき、塩ビ管の地表面ラインとアクリル管の0cmラインが一致するようにひもの長さを調整してから、ひもの片端をアクリル管上端に取り付け、塩ビ管内に挿入する。



- ⑩ 塩ビ管の下端にキャップを固定して完成(塩ビ管用接着剤使用)。塩ビ管地表面ラインより上にも目盛りを付けると、積雪深を測定することができる。

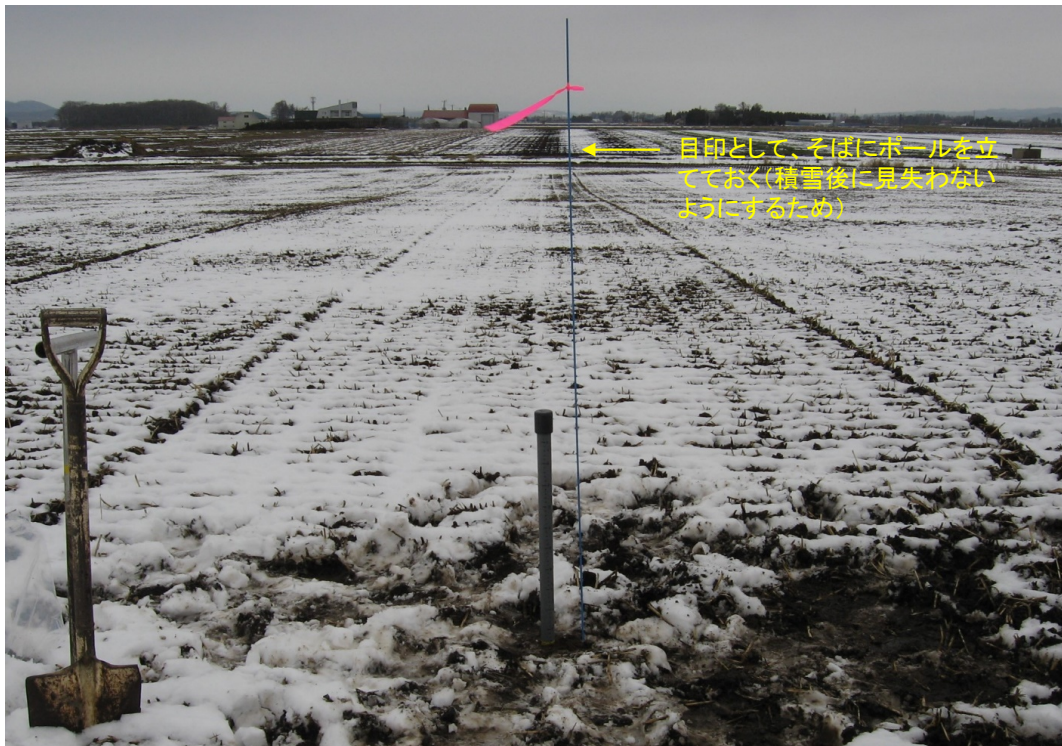


《完成図》

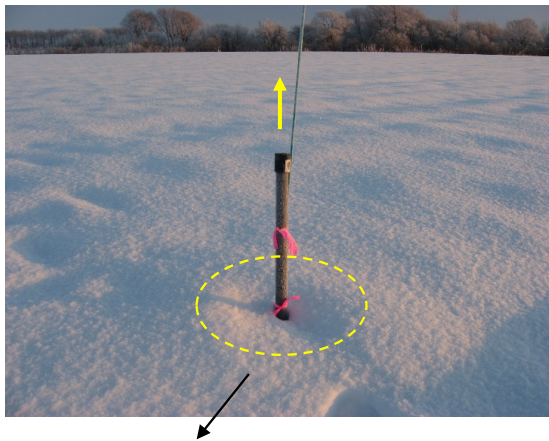


使用方法

11月上中旬頃、土壌が凍結する前に畑に埋設する(真っすぐに埋める)

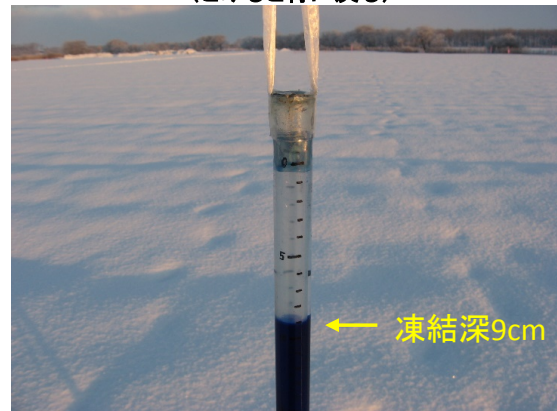


上端キャップを引っ張り上げて
凍結深を確認



タイヤローラーで雪踏みをする場合は、凍結管の
周囲はローラーで踏めないで、足で踏み固める

メチレンブルー水溶液が
凍結した深さまで透明になる
(とけると青に戻る)



2) 採土による測定法

採土によって目視による土壌凍結の調査方法は、打撃に強いルートオーガー（たとえば、DAIKI-102A）を用いて行う方法が優れている（Iwata et al. 2012）。つるはしや削岩機での作業に比べて大幅に労力が削減され、調査が簡便化される（写真 III-6）。

また、ルートオーガーの径が 20～40 mm 程度の大きさに済み、採土箇所の土壌かく乱面積を小さくとどめることができる。採土時間は 1 か所あたり、土壌凍結深 30cm 程度で、通常、数分～十数分以内で済む。結果的に調査時間が短縮できるため多点観測も容易となる。観測機器を設置していない畑でも、測定の必要性があるときに、人手による作業であるが実施可能な方法である。



写真 III-6 左 ルートオーガーによる凍結土壌の採土の様子

右 測定の様子（凍結土と未凍結土で土壌の硬さが大きな違いがあることから土を触って判定できる。また土の中に氷粒の存在で確認できる。

3) 温度計による推定法

野良イモ凍死を確実に実施するためには、日平均地温 -3°C 以下を確保する必要がある。地温の情報を確実に得られれば営農上メリットは大きい。そこで、異なる深度別（凍結しない深さまで含めて）に複数の温度計を設置して、地温の垂直分布を測定することで、凍結深の推定もできる。温度計は、小型でかなり簡便に測定できる方式も製品化されている。電池式のロガーでセンサーをつなぐタイプ（たとえば、おんどとり）やケーブルのないボタン式タイプ（たとえば、サーモクロン）がある。温度計あるいはセンサーは誤差を含むことに注意が必要である。特に、地温の値から凍結深（ 0°C 以下の深さ）を推定する場合、温度計を設置する前に基準温度計を用いて温度計を検定することが必要不可欠である。具体的には、検定された基準温度計を用意し、圃場温度を測定する温度計の値との検量線を作成するのが確実である。必要最小限としてチェックする方法として温度定点の中で最も簡単にかつ精密に実現できるのが氷点の 0°C である。氷点は魔法瓶の中に氷と水を入れて長い時間開放して置くか、下方に排水される容器に細粉した氷を多量に入れることで作るができる。この時に用いる温度計の温度がきちんと 0°C を示すか、誤差がどれくらいあるかを確認する。誤差があれば、補正して用いる。データロガー（記録計）とセンサーがケーブルでつながっている温度計で地温を測定する場合は土壌断面に水平に埋設する（図 III-7）。センサーを垂直に埋設するとケーブルに余計な熱が伝わるためである。冬季の凍結土壌では特に積雪がない場合はその影響が大きい。これはメチレンブルー凍結深計でも前述の通り同様なことが生じる。

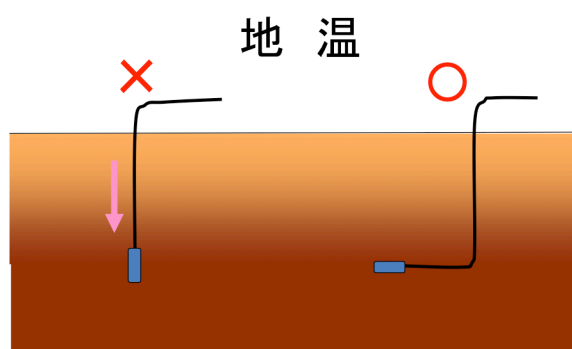


図 III-7 地温計の埋め方の例

これらのメチレンブルー凍結深計、直接採土、温度計による凍結深の測定を比較した結果（Iwata et al.2012）、測定値の差の範囲は5 cm以内であった。なお、凍結深の平方二乗誤差（RMSE）は3~4cm 程度であるので、10cm 程度は測定

方式により相違することはある。これは測定方式の違いによる誤差もあるが、測定箇所によるばらつきも含んだ数値であることに留意する。したがって、測定値の誤差は、数 cm 程度はありと見込まれる。そのため、できればメチレンブルー凍結深計、直接採土、温度計の設置を併用して実施すると複数の方法で値の妥当性のクロスチェックができ、値の信頼性が高まる。

引用文献

Y. Iwata, T. Hirota, T. Suzuki, and K. Kuwao, Comparison of soil frost and thaw depths measured using frost tubes and other methods. *Cold Regions Science and Technology*, **71**, 111-117(2012)

IV 土壌凍結深制御情報システムの活用方法

土壌凍結深を気象データ（日平均気温と日積雪深）から 1km²単位で計算できる方法が開発された（Hirota et al.2002; Hirota et al.2011, Yazaki et al.2013; 小南ら 2015）。このシステムの特徴は、自然状態の土壌凍結深、雪割りや雪踏みをした場合の土壌凍結深を計算できるだけでなく、気象予測データを使って1週間から最大2週間程度先まで予測できることである。このため、土壌凍結深の把握が測定なしで把握できるだけでなく、数日から最大2週間先まで予測できる。

このシステムにより、最適土壌凍結深の達成を迅速に把握できることから、雪割りや雪踏みの作業立案計画に活用できる。観測値の推定誤差(RMSE)は、最大土壌凍結深で、5~7cm 程度である。予測値は気温や降雪の予測精度に左右される。現時点では、本システムは春先の融凍融雪時期は対象としていないので留意する。システムの適用時期は、12月~2月末頃まで、最大土壌凍結深に達する時期までが予測の対象となる。

現在、このシステムは十勝地方では十勝農協連のてん蔵、オホーツク地方ではJA きたみらいにより運用されている。さらに、オホーツク農協連によりオホーツク地方のJA 管内でも順次運用が拡大される計画となっている。なお、それ以外の地域では農研機構北海道農業センターの研究開発用試作システムが当面の間継続運用される計画である。活用にあたっては問い合わせをお願いします*。なお、これらのシステムはパソコンだけでなくスマートフォンにも対応している。北農研版のシステムの対象地域は、現在、全道一円まで拡大している。これらの、システムの概要やマニュアルの例をJA きたみらい、十勝農協連、農研機構北海道農業センターの例を次ページ以降で示す。

* 問い合わせ先 農研機構北海道農業研究センター版については以下のサイトから問い合わせ先にアクセスする。

https://www.agw.jp/site_2015/hokuno_mesh/index.php (PC版)

https://www.agw.jp/site_2015/hokuno_mesh/sp/ (スマートフォン版)

2020年2月時点の情報

引用文献

T. Hirota, J.W. Pomeroy, R. J. Granger, and C. P. Maule, An extension of the force-restore method to estimating soil temperature at depth and evaluation for frozen soils under snow. J. Geophys. Res., 107, D24, ACL 11-1 to 10, (4767, 10.1029/2001JD001280) (2002)

M. Nemoto, T. Hirota, and Y. Iwata, Application of the extended force-restore model

- to estimating soil-frost depth in the Tokachi district of Hokkaido, Japan. *J. Agric. Meteorol.*, 64, 177-183(2008)
- T. Hirota, K. Usuki, M. Hayashi, M. Nemoto, Y. Iwata, Y. Yanai, T. Yazaki, and S. Inoue, Soil frost control: agricultural adaptation to climate variability in a cold region of Japan. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change*, 16, 791-802(2011)
- T. Yazaki, T. Hirota, Y. Iwata, S. Inoue, K. Usuki, T. Suzuki, M. Shirahata, A. Iwasaki, T. Kajiyama, K. Araki, Y. Takamiya, and K. Maezuka, Effective killing of volunteer potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers by soil frost control using agrometeorological information –An adaptive countermeasure to climate change in a cold region. *Agricultural and Forest Meteorology*, 182-183, 91-100(2013)
- 小南靖弘, 広田知良, 井上聡, 大野宏之, 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(2015)

1.JA きたみらい土壤凍結深推定計算システム

JAきたみらいWebサイト 土壤凍結深推定計算システム 操作マニュアル

本マニュアルは、
JAきたみらいWebサイト土壤凍結深推定計算システム
をお使いになる方のために、使い方を、画面を中心にまとめたものです。

Contents

■ 初めて利用する方へ	
起動方法	P1
新規ユーザ登録	P2
■ ユーザ登録が完了した方へ	
ユーザーログイン	P3
新規圃場登録	P3
登録圃場一覧・編集	P4
■ 雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定	
最大土壤凍結深度等推定一覧	P5
土壤凍結深と気象経過図	P6
積雪深実測値入力	P7
■ 雪割り・雪踏み作業に於ける推定	
雪割り計算	P8
雪踏み計算	P10
■ ライブカメラ情報	
現在の雪の状況	P12

2019年11月
有限会社 アグリウエザー
<https://www.agw.jp/>

本システムは“農研機構生研支援センター イノベーション創出強化研究推進事業(旧農食事業)(29017C)”により実施致しました。

■ 初めて利用する方へ 起動方法

1 JAきたみらい 気象情報モニタリングシステムにアクセスする。 <http://www.agw.jp/kitamirai/>

2 「土壤凍結深推定システム」をクリックする



「土壌凍結深推定システム」のTOP画面

ユーザーIDをお持ちの方はこちらからログインしてください。

ID

パスワード

ユーザーログイン

新規のユーザー登録はこちら。

新規ユーザー登録

ID、パスワードをお忘れの方は「お問い合わせ」をクリックし、メールにてお問い合わせください。

お問い合わせ

注) 本システムを利用するには事前にユーザ登録が必要となります。
Web画面からユーザ登録を行い、認証されなければログインできません。
認証には24時間～48時間必要となります。

[操作マニュアルダウンロード](#)

情報更新時間に関して

最新の情報更新時刻は、05月31日 17時17分でした。
次回の情報更新時刻は、05月31日 21時16分頃の予定です。

(注1) 情報の更新は1日6回、以下の時刻に行われます。
そのうち、メッシュ気象データの更新は2回目です。
1回目：05時18分頃 2回目：07時16分頃 3回目：09時40分頃
4回目：13時17分頃 5回目：17時17分頃 6回目：21時16分頃

(注2) 情報更新により、以下の内容が更新されます。
○新規登録した圃場の土壌凍結深情報
○積雪深実測値入力(自然積雪)が反映された土壌凍結深情報

■ 初めて利用する方へ 新規ユーザー登録

1 新規ユーザー登録 をクリックする

本システムを利用するにはIDとパスワードが必要になります。
ユーザー登録を行ってください。

2 ユーザー登録フォームを記入する

記入例を参考にしてユーザー登録してください。

3 記入後 確認 ボタンをクリックする

4 確認後、登録 ボタンをクリックし登録を確定させる

ユーザー登録フォーム	
ユーザーID	noraimo
パスワード	dojyou
メールアドレス	XXX@XXX.XX
お名前	ノライモ タロウ
ご住所	常呂郡訓子府町

入力内容を確認し
登録 ボタンをクリック

認証メールが届きましたら、登録したIDとパスワードが使えます。
ログイン時に必要になりますので書き留めておいてください。

■ ユーザー登録が完了した方へ ユーザーログイン

1 IDとパスワードを入力して **ユーザーログイン** をクリックする

ユーザーIDをお持ちの方はこちらからログインしてください。

ID

パスワード

ユーザーログイン

新規のユーザー登録はこちら。

新規ユーザー登録

ID/パスワードをお忘れの方は「お問い合わせ」をクリックし、メールにてお問い合わせください。

お問い合わせ

注) 本システムを利用するには事前にユーザー登録が必要となります。
Web画面からユーザー登録を行い、認証されなければログインできません。
認証には24時間～48時間必要となります。

※ 操作マニュアルダウンロード

情報更新時間について

最新の情報更新時刻は、05月31日 17時17分でした。
次回の情報更新時刻は、05月31日 21時16分頃の予定です。

(注1) 情報の更新は1日6回、以下の時刻に行われます。
そのうち、メッシュ気象データの更新は2回です。
1回目：05時15分頃 2回目：07時16分頃 3回目：09時40分頃
4回目：13時17分頃 5回目：17時17分頃 6回目：21時16分頃

(注2) 情報更新により、以下の内容が更新されます。
○ 新規登録した圃場の土壤凍結深推定
○ 積雪深実測値入力（自然積雪）が反映された土壤凍結深推定

IDとパスワードを忘れた場合は「お問い合わせ」をクリックし、メールを送信ください。24時間以内にメールにてお知らせさせていただきます。

ログイン後は新規圃場登録画面が開きます。圃場登録を行ってください。

■ ユーザー登録が完了した方へ 新規圃場登録

1 地図をドラッグし、登録したい位置を中心に移動する

MENU欄のオレンジ色になっている項目 → 現在セレクトされている項目です。

MENU

- 圃場管理
- 新規圃場登録**
- 登録圃場一覧・編集
- 雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定
- 最大土壤凍結深度等推定一覧
- 土壤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]新規圃場登録

注) 登録した圃場が反映されるまで24時間要します。ご了承ください。

圃場名: 緯度: 43.745398 経度: 143.76919299999997 **登録**

地図をドラッグし、登録したい位置を中心に移動します。緯度経度が表示されるので、名前を付けて登録してください。

マークは登録済みの圃場の位置です。

■ ユーザー登録が完了した方へ 新規圃場登録

2 登録圃場確定後、圃場名をつける

圃場名称を入力します。

○ [北見地方]新規圃場登録

注) 登録した圃場が反映されるまで24時間要します。ご了承ください。

圃場名: 緯度: 43.77465756579375 経度: 143.7334874335937

地図をドラッグし、登録したい位置を中心に移動します。
緯度経度が表示されるので、名前を付けて登録してください。

 マークは登録済みの圃場の位置です。



登録後は地図に雪ダルママークが表示されます。



3 登録ボタンをクリックする

■ ユーザー登録が完了した方へ 登録圃場一覧・編集

1 登録した圃場の一覧が表示される

MENU

- 圃場管理
 - 新規圃場登録
 - 登録圃場一覧・編集
 - 雪割り・雪踏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]登録圃場一覧・編集

注) 登録した圃場を削除・編集した場合、他のメニューに反映されるまで24時間要します。ご了承ください。

番号	圃場名	緯度	経度	編集	削除
1	上ところ	43°44'19"	143°48'37"	<input type="button" value="編集"/>	<input type="button" value="削除"/>
2	上七頃	43°53'5"	143°49'50"	<input type="button" value="編集"/>	<input type="button" value="削除"/>
3	端野	43°52'16"	143°56'52"	<input type="button" value="編集"/>	<input type="button" value="削除"/>
4	北見	43°46'48"	143°50'11"	<input type="button" value="編集"/>	<input type="button" value="削除"/>
5	留辺蘂	43°47'7"	143°34'43"	<input type="button" value="編集"/>	<input type="button" value="削除"/>

圃場編集

注) 編集した圃場が反映されるまで24時間要します。ご了承ください。

圃場名: 緯度: 43.745398 経度: 143.76919299999997



登録した圃場は「登録圃場一覧表」に表示され地図にアイコンが表示されます。

2 圃場の編集・削除を行う事ができる

表内の「編集」ボタンをクリックすると地図がその地点に移動しますので、場所の変更・地点名の変更を行い、「更新」ボタンを押してください。注) 編集した圃場が反映されるまで24時間要します。ご了承ください。

■ 雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定 最大土壤凍結深度等推定一覧

1 登録した圃場の現状の最大土壤凍結深度の一覧が表示される

MENU

- 圃場管理
- 新規圃場登録
- 登録圃場一覧・編集
- 雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定
- **最大土壤凍結深度等推定一覧**
- 土壤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
- ライフカメラ情報
- 現在の雪の状況
- ログアウト

○ [北見地方]雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定

● **最大土壤凍結深度等推定一覧**

更新日：2019/01/08

圃場番号	圃場名	緯度(N)	経度(E)	最大土壤凍結深度 cm	最大野良いも防除深さ cm
2	上仁垣	43°53'5"	143°49'50"	6	0
5	蓮上	44°10'48"	143°4'33"	3	0
6	遠野	44°1'32"	143°31'37"	2	0
7	佐呂間	44°1'52"	143°53'31"	2	0
8	蝦止	43°58'55"	144°16'7"	25	9
9	宇登呂	44°3'32"	144°59'9"	1	0
10	白滝	43°52'54"	143°10'19"	8	0
11	北昆	43°46'48"	143°50'11"	2	0
12	女湯別	43°53'10"	144°10'58"	4	0

最大土壤凍結深度：
0℃以下になっている深さを表している。

最大野良いも防除深さ：
-3℃になっている深さを表している。

■ 雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定 土壤凍結深と気象経過図

1 登録した圃場の気象経過図が表示される

MENU

- 圃場管理
- 新規圃場登録
- 登録圃場一覧・編集
- 雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定
- 最大土壤凍結深度等推定一覧
- **土壤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]雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定

● **土壤凍結深と気象経過図** ※ 経過図 をクリックすると経過図が表示されます。

更新日：2019/01/08

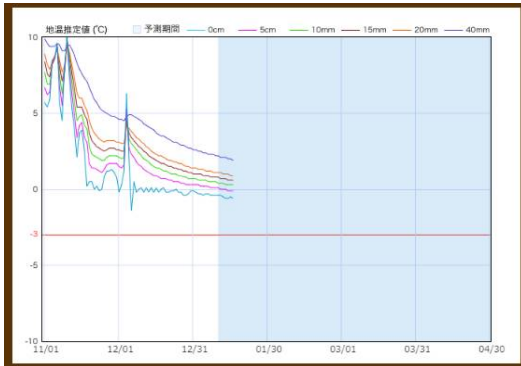
▶ 各種改善効果が期待できる凍結深一覧

1	上仁畑	経過図	2	漁上	経過図
3	遠軽	経過図	4	佐呂間	経過図
5	網走	経過図	6	宇登呂	経過図
7	白滝	経過図	8	北見	経過図
7	白滝	経過図	8	北見	経過図
9	女満別	経過図	10	釧路	経過図
11	釧路星	経過図	12	津別	経過図
13	釧路	経過図	14	釧路	経過図

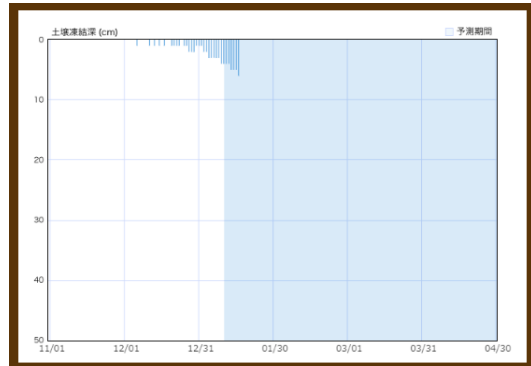
経過図ボタンをクリックすると図が開きます。

2 気象経過図

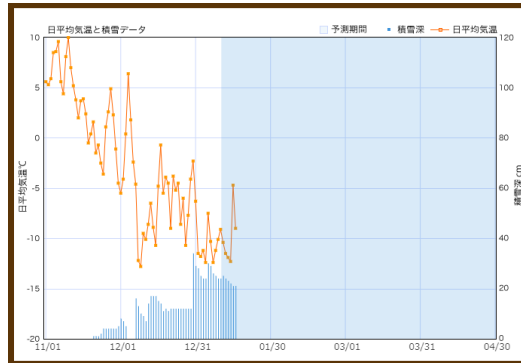
地温推定値



土壤凍結深



日平均気温と積雪データ



■ 雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定 積雪深実測値入力

MENU

- 圃場管理
- 新規圃場登録
- 登録圃場一覧・編集
- 雪割り・雪踏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
- ライフカメラ情報
- 現在の雪の状況
- ⇒ ログアウト

○ [北見地方]雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定

○ 積雪深実測値入力

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)上仁頃
- (2)滝上
- (3)遠軽
- (4)佐呂間
- (5)網走
- (6)宇登呂

1 「圃場名」をセレクトし、手順1から手順4の項目を入力する。

手順 1：積雪深実測日の選択

(手順1) カレンダーの日付をクリックしてください。

前の月 次

2019年1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：実測積雪深の選択

(手順2) 実測値を選択し、下の「積雪深選択」ボタンをクリックしてください。

選択日：

12/14:10cm ×

01/06:14cm ×

リセット

積雪深選択

- 0cm
- 1cm
- 2cm
- 3cm
- 4cm
- 5cm
- 6cm
- 7cm
- 8cm
- 9cm
- 10cm
- 11cm
- 12cm
- 13cm
- 14cm

手順 3：実測積雪深の入力値

(手順3) 入力した選択日と積雪深を確認してください。
1個削除する場合は×を、全て削除する場合は「リセット」ボタンをクリックしてください。

手順 4：計算実行

(手順4) 「入力値決定」ボタンをクリックしてください。下に入力値によって補正された積雪深の補正値が図表で示されます

注：積雪深の補正値が、結果一覧（自然積雪）、雪割り計算、圧雪計算等に反映されるのは、次のシステム計算の終了後となります。

2 入力完了後「入力値決定」ボタンをクリックする

3 「入力値決定」ボタンをクリックすると以下の画面が表示される

積雪深メッシュ推定値と実測による補正値の比較

○地点名：M1_008 網走

○積雪深実測日と実測積雪深

12/14 10cm

01/06 14cm

月日	積雪深(cm)		
	メッシュ測定値	実測による補正値	入力した実測値
01/06	29	14	14
01/07	27	12	-
01/08	26	11	-
01/09	25	10	-
01/10	24	9	-
01/11	25	10	-
01/12	24	9	-
01/13	23	8	-
01/14	23	8	-
01/15	22	7	-
01/16	22	7	-
01/17			

12/14を10cm
1/6を14cmと補正しています。
補正値のグラフと表が表示されます。

■ 雪割り・雪踏み作業に於ける推定 雪割り計算

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]雪割り計算

▶ 各種改善効果が期待できる凍結深一覧

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]上仁頃
- [2]滝上
- [3]遠軽
- [4]佐呂間
- [5]網走
- [6]宇登呂

1 「圃場名」をセレクトし、手順1から手順5の項目を入力する。

手順1：雪割り日の選択

カレンダーの日付をクリックして雪割り日を選択してください。

前の月 次々月

2019年1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

雪割り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。

選択日：
01/03

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

積雪深選択

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：計算する内容を確認

選択した計算内容の表示。

・雪割り日と積雪深

01/03:8cm:雪割り

リセット

手順5：計算実行

上記設定条件で土壌凍結深を計算します。
「計算」ボタンをクリックしてください。

計算

2 各項目の入力完了後「計算」ボタンをクリックする

3 「計算」ボタンをクリックすると次頁の計算結果が表示される

■ 雪割り・雪踏み作業に於ける推定 雪割り計算

1 計算結果が表示される

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
- 最大土壤凍結深度等推定一覧
- 土壤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]雪割り計算

▶ 各種改善効果が期待できる凍結深一覧

雪割り計算結果

○地点名：M1_002上仁頃

最終更新日：2019/01/09 05:25

○選択された雪割り日と雪割り後の積雪深：
01/03 8cm 雪割り

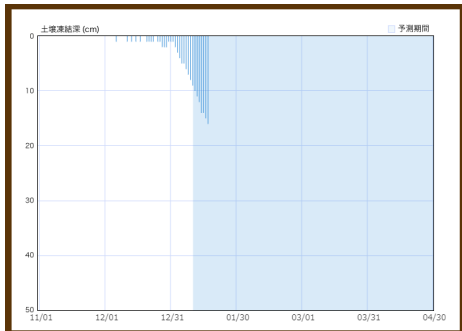
最深凍結深(cm)	雪割り前	6	最大野良イモ防除深(cm)	雪割り前	0	土壤凍結深が30cmに達する日	
	雪割り後	16		雪割り後	4	到達日	-

注) 上表に表示されている最深土壤凍結深および最大野良イモ防除深の値は、観測値と予測データを用いて計算している期間内(グラフの表示期間内・9日先まで)の最大値です。

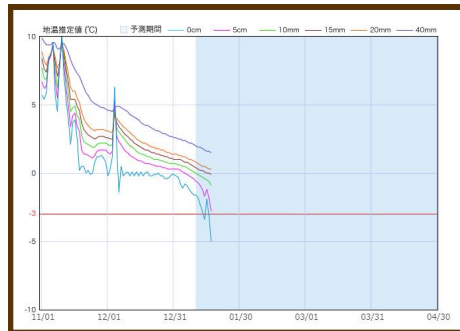
月日	気温	積雪量(cm)	雪割り後の積雪深(cm)	凍結深(cm)	雪割り後の凍結深(cm)
01/07	-12.4	26	10	3	6
01/08	-11.2	25	9	3	7
01/09	-10.1	24	8	4	8
01/10	-9.1	24	8	4	9
01/11	-10.4	25	9	4	10
01/12	-11.5	24	8	4	11
01/13	-11.9	23	7	5	12
01/14	-12.3	22	6	5	14
01/15	-4.7	21	5	5	14
01/16	-9.0	21	5	6	15
01/17	-14.2	21	5	6	16
01/18	-9.5	21	5	7	17

地点名：M1_002 上仁頃

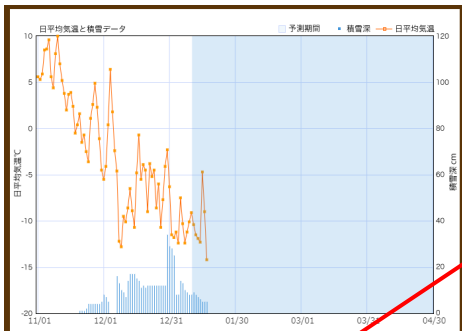
土壤凍結深



地温推定値



日平均気温と積雪データ



2 「計算結果ダウンロード」をクリックするとデータがダウンロードできます

3 「閉じる」をクリックすると「雪割り計算」のTOPに戻ります。

計算結果ダウンロード
閉じる

■ 雪割り・雪踏み作業に於ける推定 雪踏み計算

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

各種改善効果が期待できる凍結深一覧

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]上仁頃
[2]滝上
[3]遠軽
[4]佐呂間
[5]網走
[6]宇登呂

1 「圃場名」をセレクトし、手順1から手順5の項目を入力する。「計算」ボタンをクリックする

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割り日を選択してください。

前の月 次の月

2019年1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：
01/03

?cm
0cm
1cm
2cm
3cm
4cm
5cm
6cm
7cm
8cm

積雪深選択

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：計算する内容を確認
選択した計算内容の表示。
・雪踏み日と積雪深
01/03:6cm:雪踏み日 ✕

リセット

手順5：計算実行

2 各項目の入力完了後「計算」ボタンをクリックする



3 「計算」ボタンをクリックすると次頁の計算結果が表示される

上記設定条件で土壌凍結深を計算します。
「計算」ボタンをクリックしてください。

■ 雪割り・雪踏み作業に於ける推定 雪踏み計算

1 計算結果が表示される

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
- 最大土壤凍結深度等推定一覧
- 土壤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

▶ 各種改善効果が期待できる凍結深一覧

雪踏み計算結果

○地点名：M1_002 上仁頃 最終更新日：2019/01/08 18:34
 ○選択された雪踏み日と雪踏み後の積雪深：
 01/03 ?cm 雪踏み

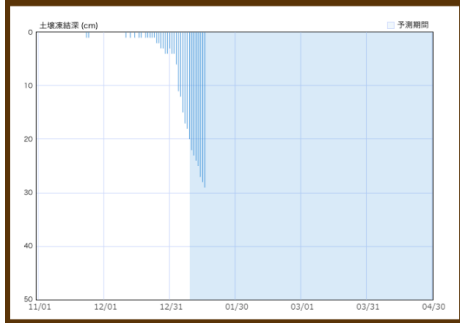
最深凍結深(cm)	雪踏み前	6	最大野良イモ防除深(cm)	雪踏み前	0	土壤凍結深が30cmに達する日
	雪踏み後	29		雪踏み後	14	

注) 上表に表示されている最深土壤凍結深および最大野良イモ防除深の値は、観測値と予測データを用いて計算している期間内(グラフの表示期間内・9日先まで)の最大値です。

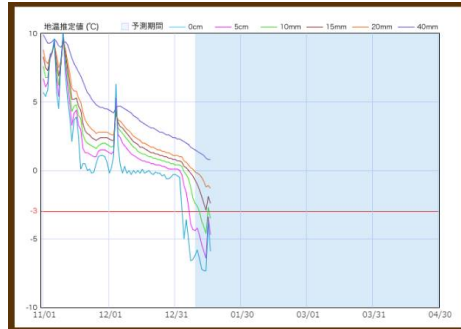
月日	気温	積雪深(cm)	雪踏み後の積雪深(cm)	凍結深(cm)	雪踏み後の凍結深(cm)
01/06	-10.3	29	9	3	15
01/07	-12.4	26	9	3	17
01/08	-11.2	25	9	3	18
01/09	-10.1	24	9	3	20
01/10	-9.1	24	9	4	22
01/11	-10.4	25	10	4	23
01/12	-11.5	24	10	4	24
01/13	-11.9	23	10	5	25
01/14	-12.3	22	10	5	27
01/15	-4.7	21	10	5	28
01/16	-9.0	21	10	6	29
01/17	-9.4	21	10	6	30

地点名：M1_002 上仁頃

土壤凍結深



地温推定値



日平均気温と積雪データ



2 「計算結果ダウンロード」をクリックするとデータがダウンロードできます

3 「閉じる」をクリックすると「雪踏み計算」のTOPに戻ります。

計算結果ダウンロード
閉じる

■ ライブカメラ情報 現在の雪の状況

1 地図から表示したいポイントをセレクトする

MENU

- 圃場管理
- 新規圃場登録
- 登録圃場一覧・編集
- 雪割り・雪踏作業を行わない場合の推定
- 最大土壤凍結深度等推定一覧
- 土壤凍結深と気象経過図
- 積雪深表測値入力
- 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

○ ライブカメラ情報

地図内のピンをクリックしてください。

現在の福野町です。画像は10分間隔で更新されますので画像は遅延がなくなります。
【カメラの設置場所：きたみらい農業協同組合福野地区事務所内】

観測地点	福野
DATE	19/01/08
TIME	14:00
降水量	0.0 mm/h
気温	-8.6℃

現在の新子町です。画像は10分間隔で更新されますので画像は遅延がなくなります。
【カメラの設置場所：きたみらい農業協同組合新子町地区事務所内】

観測地点	福野
DATE	19/01/08
TIME	14:00
降水量	0.0 mm/h
気温	-8.6℃
湿度	72.1%
気圧	979.9 hPa
風向	東南東
平均風速	1.0 m/s
最大瞬間風速	2.2 m/s
最大瞬間風向	東南東
日射量	0.22 MJ/m ²
露点温度	-8.8℃
地中温度	-0.4℃

注) 上記観測データは新子町観測地点に設置している気象観測機器のデータです。

現在の新子町です。画像は10分間隔で更新されますので画像は遅延がなくなります。
【カメラの設置場所：きたみらい農業協同組合新子町地区事務所内】

気温	-5.4℃
湿度	70.9%
気圧	975.4 hPa
風向	南南西
平均風速	1.6 m/s
最大瞬間風速	3.6 m/s
最大瞬間風向	南南西
日射量	0.86 MJ/m ²
露点温度	-9.8℃
地中温度	0.4℃

注) 上記観測データは新子町観測地点に設置している気象観測機器のデータです。

2 各地点の雪の状況がカメラ画像で確認できる。

土壌凍結深制御システムとは

十勝農協連と日本気象協会が連携開発した営農支援システム「てん蔵」から使用することができ、現在の土壌凍結深や雪割り・雪踏みの最適な作業日を計算することができるシステムです。

現在の「てん蔵」は十勝地域組合員総合支援システムのメニューとなっており、システムをお使い頂くためには利用登録が必要になりますので、各JAにお問い合わせください。



スマートフォン、パソコン、タブレットからインターネットを使って利用できます



<https://www.jatokachi.jp/>

十勝地域組合員総合支援システム
~ Tokachi Local Assistance System for Farmers ~

言語: 本郷さんでOK
スマートフォン

今日の天気	個別農場情報	農産物生産履歴	土壌分析結果照会	飼料分析結果照会	GAPチェック	ログアウト 戻る 変更 メニュー
市広 晴れ一時曇 +10.1-13.0 降水量: 0.0 mm	乳温遠隔監視	マッピング	酪畜履歴	てん蔵		

てん蔵

MYページTOP | 一般気象情報 | アメメメDB | 生育・病害虫予測 | TNR農産物情報 | お知らせ | リンク集 | プロフィール | プライバシーポリシー

マイページ

20/02/14 令和元年年度十勝農協連冬期講習の開催について (3/3~3/17) - 農協連からのお知らせ

20/02/06 令和元年年度 酪農経営セミナーの開催について (3/10開催) - 農協連からのお知らせ

気象情報

40cm以上
30~40cm
20~30cm
10~20cm
0~10cm

【観測気温】 4℃ 【今年比】 -℃ 【昨年比】 -℃

【観測日照】 295時間 【今年比】 -時間 【昨年比】 -10時間

【観測降水量】 7.2mm 【1週間前降水量】 0mm

日	月	火	水	木	金	土
2	3	4	5	6	7	8
降水量	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm
最高気温	-2.2℃(-0.1)	-4.3℃(-2.1)	-2.0℃(-0.8)	-6.4℃(-4.7)	-6.2℃(-4.6)	-2.7℃(-1.2)
最低気温	-9.2℃(+1.3)	-10.2℃(+0.2)	-11.3℃(-1.0)	-15.0℃(-4.9)	-18.3℃(-8.8)	-18.3℃(-8.3)
風速	2.9m/s	3.5m/s	7.9m/s	3.0m/s	7.6m/s	4.8m/s
風向	77.0°(S)	1.8°(N)	8.8°(N)	3.8°(N)	92.0°(S)	8.9°(S)
日照時間	7.7h	1.8h	8.8h	3.8h	9.2h	8.9h

利用料は無料
ですので、是非ご利用ください。

※インターネット通信料は個人負担となります。

はじめに ～地域を設定します～

メニューのプロフィールから設定します。

てん蔵

MYページTOP | 一般気象情報 | アメマDB | 生育・病害虫予察 | TNR営農情報 | お知らせ | リンク集 | **プロフィール** | マイページ | ヘルプ | ログアウト

プロフィール修正

MAP

観測点: 専攻[メダス: 田舎]

地域: 北海道 支庁: 十勝

登録内容の確認

てん蔵

さんマイページ > プロフィール

プロフィール修正

MAP

観測点: 専攻[メダス: 田舎]

地域: 北海道 支庁: 十勝

登録内容の確認

てん蔵

さんマイページ > プロフィール

プロフィール修正

MAP

観測点: 専攻[メダス: 田舎]

地域: 北海道 支庁: 十勝

登録内容の確認

土壌凍結に関するメニューは、トップ画面右側のグラフ欄又は「生育・病害虫予察」から開きます。

てん蔵

MYページTOP | 一般気象情報 | アメマDB | **生育・病害虫予察** | TNR営農情報 | お知らせ | リンク集 | プロフィール | マイページ | ヘルプ | ログアウト

種類選択

	グラフ	メッシュ
ジャガイモ疫病発生予測	疫病好適指数ポイントデータ	初発日 計算日発病好適指数
アブラムシ発生予測	各世代予測ポイントデータ	有翅飛来警戒期 有翅飛来開始期
馬鈴しょ野良イモ対策	雪割りシミュレーション	土壌凍結深メッシュ
	雪割り実績確認	
	雪踏み実績確認	

雪割りシミュ 雪割り実績 雪踏み実績

土壌凍結深メッシュ（現在の土壌凍結深を確認する）

土壌凍結深メッシュから日付を指定します。

てん蔵 MYページTOP | 一般気象情報 | アメマメDB | 生育・病害虫予察 | TNR営農情報 | お知らせ | リンク集 | プロフィール | プライバシー

マイページ > 生育・病害虫予察

種類選択	グラフ	メッシュ
ジャガイモ疫病発生予測	発病好適指数ポイントデータ	初発日 計算日発病好適指数
アブラムシ発生予測	各世代予測ポイントデータ	有翅飛来警戒期 有翅飛来開始期
馬鈴しょ野良イモ対策	雪割りシミュレーション 雪割り実績確認 雪踏み実績確認	土壌凍結深メッシュ

馬鈴しょ野良イモ対策

土壌凍結深メッシュ

【条件の変更】

エリア
ホーム地点

日付指定
西暦 2020 年 02 月 25 日

地図種
給地図

倍率
1000%

計算

※計算処理に数分かかる場合があります。

エリアをホーム地点とすると、プロフィールで設定した地域周辺の土壌凍結深が1kmメッシュで色表示されます。

てん蔵 さんマイページ ログアウト

さんマイページ > 生育・病害虫予察 > 馬鈴しょ野良イモ対策

馬鈴しょ野良イモ対策

土壌凍結深メッシュ

【条件の変更】

エリア
ホーム地点

日付指定
西暦 2020 年 02 月 25 日

地図種
給地図

倍率
1000%

再計算

※計算処理に数分かかる場合があります。

指定日付: 2020/2/25

- 40cm以上
- 30~40cm
- 20~30cm
- 10~20cm
- 0~10cm

メッシュ表示
行政境界表示
道路表示
地点表示

データダウンロード

凍結の実測を示すため、日付は当日以前しか入れられません。
又、この凍結深は土壌凍結促進技術(雪割り・雪踏み等)を行っていない場合の凍結深です。

雪割りシミュレーション 雪割り実績確認 雪踏み実績確認

エリアを十勝全域にすると
広範囲で土壌凍結深が表示
されます。

てん蔵 さんマイページ ログアウト

さんマイページ > 生育・病害虫予察 > 馬鈴しょ野良イモ対策

馬鈴しょ野良イモ対策

土壌凍結深メッシュ

【条件の変更】

エリア
ホーム地点

日付指定
西暦 2020 年 02 月 25 日

地図種
給地図

倍率
1000%

再計算

※計算処理に数分かかる場合があります。

指定日付: 2020/2/25

- 40cm以上
- 30~40cm
- 20~30cm
- 10~20cm
- 0~10cm

メッシュ表示
行政境界表示
道路表示
地点表示

データダウンロード

雪割りシミュレーション 雪割り実績確認 雪踏み実績確認

雪割りシミュレーション

雪割り作業日によって土壤凍結がどのくらい入るかを予測し、最適な雪割り作業日を計算します。

雪割り期間指定について
 期間を指定せずに計算→計算日以降で最適な雪割り期間を計算
 1回目の雪割り作業日を入力→2回目の雪割りの最適な作業日を計算
 1・2回目の雪割り作業日を入力→土壤凍結深の予測を計算

雪割りシミュレーション 種類選択へ戻る

作業日を指定して詳細な雪割り計画を確認できるページです。
 ・過去に遡って計算する場合、計算日を過去に設定して下さい。

計算日: 2月26日

雪割り期間指定: 2019年～2020年(12月1日～2月28日)
 1回目: 月 日
 2回目: 月 日 ~ 月 日

雪割り回数: 1回目的積雪を残す2cm / 2回目的積雪を残す2cm

目標土壤凍結深: 標準(30cm) / 任意 cm

気温推移(年平均): 0℃

地点名: ホーム地点 / 地点変更

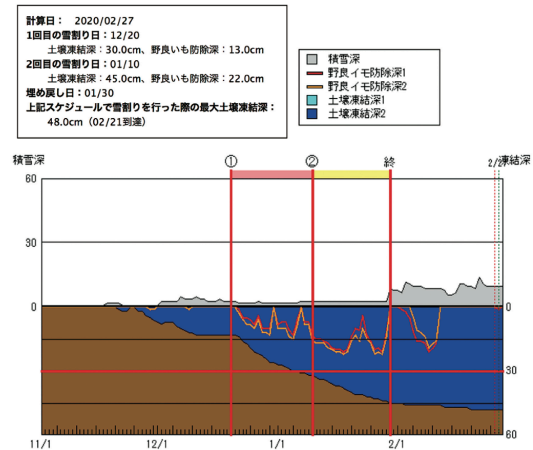
土壤タイプ: 火山性土

計算実行

雪割りに残った雪が積もっている場合は、その積雪深を入力することで計算の精度が高くなります。

計算日: 雪割り期間を指定しない場合は、計算日以降の雪割り期間を計算します
 雪割りスケジュールを計算する(チェック): チェックを外すと雪割りをしない場合の計算ができます
 目標土壤凍結深: 初期設定は30cmですが任意の値に変更することができます
 気象推移(年平均): 平年と比較して気温の寒暖差が大きい場合、平年値データに希望の数値(±)を反映させることで気温の補正ができます
 地点名: プロフィールで設定した地点を変更できます

計算条件に合わせて最適な作業日と、土壤凍結深・野良イモ防除深が表示されます。



土壤凍結深: 地温が0℃以下に達した深さ
 野良イモ防除深: 野良イモが腐敗する地温(-3℃)まで達した深さ

セルの色について
 橙色: 実況データ
 水色: 週間予測データ
 灰色: 平年値データ

■計算に使用したデータ
 -対象データを隠す

日付	平均気温	平均気温平年値	積雪深1	積雪深2	積雪深実況値
02/04	-8.1	-9.1	18	2	10
02/05	-11.5	-9.0	16	2	9
02/06	-13.8	-8.9	16	2	9
02/07	-10.5	-8.8	16	2	9
02/08	-10.8	-8.7	14	2	8
02/09	-15.2	-8.6	14	2	8
02/10	-8.8	-8.5	14	2	8
02/11	-8.4	-8.4	14	2	8
02/12	-2.4	-8.3	14	2	8
02/13	-0.8	-8.2	12	2	7
02/14	1.7	-8.1	8	2	5
02/15	-2.0	-8.0	8	2	5
02/16	-6.1	-7.9	10	2	6
02/17	-5.6	-7.7	18	2	10
02/18	-3.8	-7.6	18	2	10
02/19	-4.9	-7.5	16	2	9
02/20	-5.4	-7.3	16	2	9
02/21	-5.4	-7.2	14	2	8
02/22	-5.0	-7.0	24	2	13
02/23	1.6	-6.9	18	2	10
02/24	-1.5	-6.7	16	2	9
02/25	-5.3	-6.5	16	2	9
02/26	-6.8	-6.4	16	2	9
02/27	-10.5	-6.2	16	2	9
02/28	-6.3	-6.0	9	9	9

このデータを保存する

凍結深の予測については当日の1週間先までは週間予測を使用し、その先は平年値を使用して計算します。

雪割り実績確認

雪割りを実施した日付を入力して土壌凍結深を確認します。

雪割り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。
作業した日の上でマウスの右を押し、雪割り実施日を登録後、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。

計算日 2月26日 気温推移(平均値) 0℃
地点名 土壌タイプ
ホーム地点 地点変更 火山性土

※計算処理に数分かかります場合があります。

日付	積雪深	備考
雪割り1回目	12/05	2cm
雪割り2回目	01/27	2cm

セルの色について
 緑色: 実況データ
 灰色: 平均値データ
 黄色: 雪割り実績
 緑色: 雪割り予定
 黄色: 埋め戻し
 青色: 選択中の行

※入力データ

作業した日の上でマウスの右を押し、雪割り実施日を登録後、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。

対象データを選択

日付	平均気温	平均実況	平均積雪	10日積雪	20日積雪	積雪深実況	積雪深予測	備考
11/01	9.3	5.3	0	0	0	0	0	-
11/02	8.2	5.0	0	0	0	0	0	-
11/03	6.7	4.6	0	0	0	0	0	-
11/04	3.9	4.6	0	0	0	0	0	-
11/05	3.8	4.4	0	0	0	0	0	-
11/06	3.8	4.1	0	0	0	0	0	-
11/07	3.3	3.9	0	0	0	0	0	-
11/08	2.2	3.7	0	0	0	0	0	-
11/09	1.9	3.4	0	0	0	0	0	-
11/10	1.0	3.2	0	0	0	0	0	-
11/11	0.6	3.0	0	0	0	0	0	-
11/12	7.4	2.7	0	0	0	0	0	-
11/13	5.2	2.5	0	0	0	0	0	-
11/14	3.7	2.2	0	0	0	0	0	-
11/15	-0.4	2.0	0	0	0	0	0	-
11/16	0.1	1.8	0	0	0	0	0	-
11/17	-0.1	1.5	0	0	0	0	0	-
11/18	-0.7	1.3	1	1	1	1	1	-
11/19	1.8	1.0	1	1	1	1	1	-
11/20	-1.0	0.8	1	1	1	1	1	-
11/21	-1.9	0.5	1	1	1	1	1	-
11/22	-1.3	0.3	0	0	0	0	0	-
11/23	-0.9	0.0	0	0	0	0	0	-

日付を右クリックして作業項目を選択します。

- 編集
- 雪割り1回目に設定
 - 雪割り1回目の解除
 - 雪割り2回目に設定
 - 雪割り2回目の解除
 - 再雪割りに設定
 - 再雪割りの解除
 - 埋め戻す
 - 埋め戻し解除

12/05 (編集)
残雪深(雪割りに残る積雪深): 2 cm

保存 キャンセル

データを保存する

CSVファイルを取り込む(40,960バイトまで)

ファイルを選択

ファイルを選択

取り込む

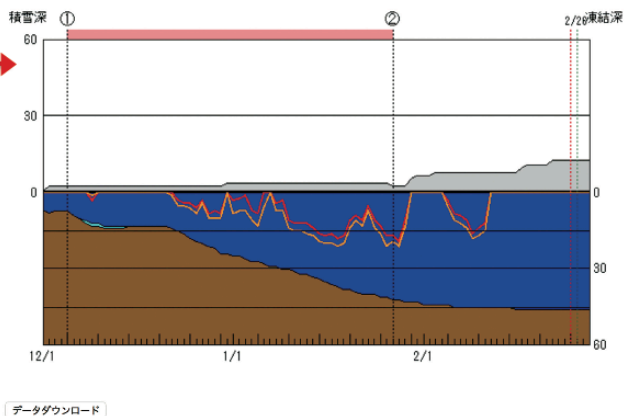
計算実行

観測した気象データがある場合、CSVファイルとして取り込んで計算に使用できます。

※計算処理に数分かかります場合があります。

計算日: 2020/02/26
最終実況日付: 2020/02/25
現状の最大土壌凍結深:
土壌凍結深: 46.0cm (02/16)
1回目の雪割り: 12/05
土壌凍結深: 44.0cm、野良イモ防除深: 19.0cm (01/28)
2回目の雪割り: 01/27
土壌凍結深: 46.0cm、野良イモ防除深: 21.0cm (01/18)

- 積雪深
- 野良イモ防除深1
- 野良イモ防除深2
- 土壌凍結深1
- 土壌凍結深2



これまでの土壌凍結深・野良イモ防除深と今後の予測が計算されます。

土壌凍結深: 地温が0℃以下に達した深さ
野良イモ防除深: 野良イモが腐敗する
地温(-3℃)まで達した深さ

※最大土壌凍結深は、圃場で最も凍結の進んだところの土壌凍結深です。

雪踏み実績確認

雪踏み作業日を入力して現在の凍結深と今後の凍結深を予測します。

必須入力は雪踏み実施日のみ

- 計算日・目標土壌凍結深: 任意の値に変更することができます。
- 気象推移(平年比): 平年と比較して気温の寒暖差が大きい場合、平年値データに希望の数値(±)を反映させることで気温の補正ができます。
- 地点名: プロフィールで設定した地点を変更します。

雪踏み実績確認 種類選択へ戻る

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。

計算日: 02/26

目標土壌凍結深: 標準(30cm) cm

気象推移(平年比): 0 °C

凍上確認日: 2019/12/01

日付	雪踏み	気温	無処理区の積雪深	圧雪区(雪踏み)の積雪深	備考
12/25	<input checked="" type="checkbox"/>	°C	cm	0.1 cm	
	<input type="checkbox"/>	°C	cm	cm	
	<input type="checkbox"/>	°C	cm	cm	
	<input type="checkbox"/>	°C	cm	cm	
	<input type="checkbox"/>	°C	cm	cm	

地点名: 地点変更 土壌タイプ: 火山性土

選択	圃場名	緯度 / 経度	土壌タイプ	備考	操作
<input type="radio"/>	ホーム地点	42度47分30秒 / 143度08分15秒	火山性土		変更
<input checked="" type="radio"/>	あ	42度48分00秒 / 143度11分15秒	火山性土		変更 削除
<input type="radio"/>	借地	42度54分00秒 / 143度19分30秒	沖積土、泥炭土、その他		変更 削除
<input type="radio"/>	新築地	42度39分30秒 / 143度12分00秒	火山性土		変更 削除
<input type="radio"/>	実地	42度47分30秒 / 143度08分15秒	火山性土		変更 削除
<input type="radio"/>		地点選択	火山性土		登録

行追加 登録

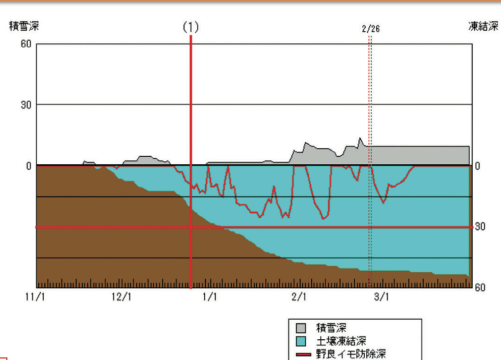
計算実行

測定している外気温や無処理区の積雪深、圧雪(雪踏み)区の積雪深さがわかる場合は、入力することで精度が向上します。

計算日: 2020/02/26
 現在までの土壌凍結深: 51.0cm(02/22到達)
 現在までの野良イモ防除深: 26.0cm(02/09到達)
 今後の最大土壌凍結深: 54.0cm(03/31到達)
 今後の最大野良イモ防除深: 26.0cm(02/09到達)

地点変更から、プロフィールで設定した地点以外も登録して計算することができます。地点追加は圃場名と緯度/経度を入力して「登録」を押すことで完了され、選択することができるようになります。(土壌タイプを入力するとさらに推定精度が向上します)

日付	気温(°C)	修正後気温(°C)	積雪深(cm)	修正後積雪深(cm)	雪踏み後積雪深(cm)	凍結深(cm)	野良イモ凍結深(cm)
02/25	-5.0	-5.0	9.0	9.0	9.0	51.0	0.0
02/26	-7.9	-7.9	9.0	9.0	9.0	51.0	1.0
02/27	-11.2	-11.2	9.0	9.0	9.0	51.0	8.0
02/28	-8.9	-8.9	9.0	9.0	9.0	51.0	12.0
02/29	-8.4	-8.4	9.0	9.0	9.0	51.0	15.0
03/01	-9.2	-9.2	9.0	9.0	9.0	51.0	18.0
03/02	-6.3	-6.3	9.0	9.0	9.0	51.0	16.0
03/03	-4.0	-4.0	9.0	9.0	9.0	51.0	9.0
03/04	-5.1	-5.1	9.0	9.0	9.0	51.0	10.0
03/05	-4.9	-4.9	9.0	9.0	9.0	51.0	10.0
03/06	-4.7	-4.7	9.0	9.0	9.0	51.0	9.0
03/07	-4.5	-4.5	9.0	9.0	9.0	51.0	8.0
03/08	-4.3	-4.3	9.0	9.0	9.0	51.0	7.0
03/09	-4.1	-4.1	9.0	9.0	9.0	51.0	5.0
03/10	-3.9	-3.9	9.0	9.0	9.0	51.0	3.0
03/11	-3.6	-3.6	9.0	9.0	9.0	52.0	1.0
03/12	-3.4	-3.4	9.0	9.0	9.0	52.0	0.0



セルの色について
 □白色: 実況データ
 □水色: 週間予測データ
 □灰色: 平年値データ
 □黄色: 雪踏み
 CSVデータダウンロード

これまでの土壌凍結深・野良イモ防除深と今後の予測が計算されます。

土壌凍結深: 地温が0°C以下に達した深さ
 野良イモ防除深: 野良イモが腐敗する地温(-3°C)まで達した深さ

3.農研機構北海道農業センター 土壌凍結深推定計算システム

土壌凍結深推定計算システム 操作マニュアル

I. ユーザ登録 No1

本システムを利用するには事前にユーザ登録が必要となります。
Web画面からユーザ登録を行った後、登録認証完了のメールが管理者から届くまでお待ちください。
認証には24時間～48時間必要となります。

ユーザ登録手順
①「新規ユーザ登録」をクリックします。

北海道農業研究センター x
www.agw.jp/site_2015/hokuno_mesh/
北海道農業研究センター気象災害リスク低減プロジェクト
土壌凍結深推定計算システム

ユーザーIDをお持ちの方はこちらからログインしてください。

ID

パスワード

ユーザーログイン

新規のユーザー登録はこちら。

新規ユーザ登録

ID、パスワードをお忘れの方は「お問い合わせ」をクリック、メールにてお問い合わせください。

お問い合わせ

注)本システムを利用するには事前にユーザ登録が必要となります。
Web画面からユーザ登録を行い、認証されなければログインできません。
認証には24時間～48時間必要となります。

土壌凍結深推定計算システム

I. ユーザ登録 No2

②ユーザ登録フォーム記入

ユーザー登録フォーム

「情報使用にあたっての留意事項」をご確認の上、登録を行ってください。

ユーザーID	<input type="text"/> ※半角英数字16文字以内で入力をお願いします。
パスワード	<input type="password"/> ※半角英数字8文字以内で入力をお願いします。
メールアドレス	<input type="text"/> ※登録後、認証メールをお送りいたしますので、現在お使いのメールアドレスを正確に入力ください。
お名前	<input type="text"/> ※全角カタカナで入力をお願いします。
ご住所	<input type="text"/>

確認 戻る

TOP^

登録後、認証メールを送信させていただきます。
本webは登録認証されてから利用可能となります。
認証には24時間～48時間必要となります。

記入例

③入力後「確認」ボタンをクリック

ユーザー登録フォーム

「情報使用にあたっての留意事項」をご確認の上、登録を行ってください。

ユーザーID	noraimo ※半角英数字16文字以内で入力をお願いします。
パスワード	dojyou ※半角英数字8文字以内で入力をお願いします。
メールアドレス	info@agw.jp ※登録後、認証メールをお送りいたしますので、現在お使いのメールアドレスを正確に入力ください。
お名前	ノライモ タロウ ※全角カタカナで入力をお願いします。
ご住所	北海道札幌市厚別区

確認 戻る

TOP^

登録後、認証メールを送信させていただきます。
本webは登録認証されてから利用可能となります。
認証には24時間～48時間必要となります。

ユーザー登録フォーム

「情報使用にあたっての留意事項」をご確認の上、登録を行ってください。

ユーザーID	noraimo
パスワード	dojou
メールアドレス	info@agw.jp
お名前	ノライモ タロウ
ご住所	北海道札幌市厚別区

TOPへ

④確認後「登録」ボタンをクリック

登録後、認証メールを送信させていただきます。
本webは登録認証されてから利用可能となります。
認証には24時間～48時間必要となります。

ユーザー登録フォーム

登録が完了いたしました。
管理者が確認後に承認すると利用可能になります。

TOPへ

登録後、認証メールを送信させていただきます。
本webは登録認証されてから利用可能となります。
認証には24時間～48時間必要となります。

①IDとパスワードを入力し「ユーザーログイン」をクリックします。

ユーザーIDをお持ちの方はこちらからログインしてください。

ID:

パスワード:

新規のユーザー登録はこちら。

ID/パスワードをお忘れの方は「お問い合わせ」をクリックし、メールにてお問い合わせください。

万一、IDとパスワードを忘れた場合は「お問い合わせ」をクリックし、メールを送信ください。24時間以内にメールにてお知らせさせていただきます。

地域選択

利用する地方を選択してください。
国境登録は各地域の地点までとなっております。

②地域を選択します。
ここでは例として「網走地方」をセレクトします。

北海道農業研究センター気象災害リスク低減プロジェクト

土壌凍結深推定計算システム

MENU

- ▶ 圃場登録
- ▶ 結果一覧
- ▶ 経過図
- ▶ 雪割り計算
- ▶ 圧雪計算
- ▶ 融雪材計算
- ▶ 地域選択
- ログアウト

[網走地方]登録圃場の編集

登録圃場一覧

新規圃場登録

注)登録した圃場が反映されるまで24時間有します。ご了承ください。

名称: 緯度: 43.984708573277884 経度: 144.1868926851953 登録

地図をドラッグし、登録したい位置を中心に移動します。
緯度経度が表示されるので、名前を付けて登録してください。

📍 マークは登録済みの圃場の位置です。



①登録したい圃場を地図からセレクトします。

[網走地方]登録圃場の編集

登録圃場一覧

新規圃場登録

注)登録した圃場が反映されるまで24時間有します。ご了承ください。

名称: 緯度: 43.981944440000001 経度: 144.26861110989897 登録

地図をドラッグし、登録したい位置を中心に移動します。
緯度経度が表示されるので、名前を付けて登録してください。

📍 マークは登録済みの圃場の位置です。



②圃場名称を入力し、「登録」ボタンを押してください。

-注意事項-
登録圃場が反映されるまで24時間有します。ご了承ください。

MENU

- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図
- 雪割り計算
- 圧雪計算
- 融雪材計算
- 地域選択

ログアウト

圃場登録が反映された場合
・登録圃場一覧表に表示され、地図にアイコンが表示される。

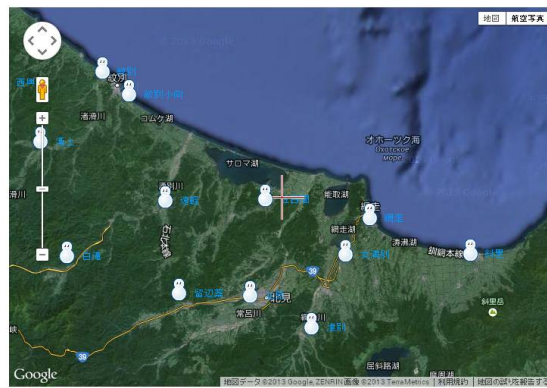
登録圃場一覧

番号をクリックすると地図の中心が移動します。

「削除」ボタンのクリックで登録した圃場の削除が可能です。

番号	地点	緯度	経度	削除
1	雄武	44° 35' 9"	142° 56' 25"	削除
2	西奥部	44° 20' 0"	142° 56' 4"	削除
3	紋別	44° 21' 42"	143° 17' 57"	削除
4	紋別小向	44° 18' 5"	143° 23' 48"	削除
5	滝上	44° 10' 48"	143° 4' 33"	削除

番号	地点	緯度	経度	削除
6	遠軽	44° 1' 32"	143° 31' 37"	削除
7	佐呂間	44° 1' 52"	143° 53' 31"	削除
8	網走	43° 58' 55"	144° 16' 7"	削除
9	宇登呂	44° 3' 32"	144° 59' 9"	削除
10	白滝	43° 52' 54"	143° 10' 19"	削除



MENU

- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図
- 雪割り計算
- 圧雪計算
- 融雪材計算
- 地域選択

ログアウト

登録した圃場の一覧が表示される。

[網走地方]最大土壌凍結深度と最大野良いも防除深さの推定結果一覧

更新日: 2016/12/08

各種改善効果が期待できる凍結深一覧

圃場番号	地点名	緯度(N)	経度(E)	最大土壌凍結深度 m	最大野良いも防除深さ m
1	雄武	44° 4' 41"	143° 56' 50"	0.10	0.00
2	西奥部	44° 20' 0"	142° 56' 4"	0.17	0.06
3	紋別	44° 21' 42"	143° 17' 57"	0.12	0.02
4	紋別小向	44° 18' 5"	143° 23' 48"	0.05	0.00
5	滝上	44° 10' 48"	143° 4' 33"	0.15	0.01
6	遠軽	44° 1' 32"	143° 31' 37"	0.17	0.04
7	佐呂間	44° 1' 52"	143° 53' 31"	0.09	0.00
8	網走	43° 58' 55"	144° 16' 7"	0.15	0.04
9	宇登呂	44° 3' 32"	144° 59' 9"	0.03	0.00
10	白滝	43° 52' 54"	143° 10' 19"	0.17	0.03
11	北見	43° 46' 48"	143° 50' 11"	0.18	0.05
12	女満別	43° 53' 10"	144° 10' 58"	0.12	0.00
13	斜里	43° 53' 18"	144° 38' 6"	0.15	0.02

セレクトした圃場の経過図が表示されます。

MENU

- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図**
- 雪割り計算
- 圧雪計算
- 融雪材計算

地域選択

ログアウト

[網走地方]土壌凍結深・地温・気温と積雪の経過図

各種改善効果が期待できる凍結深一覧

- 野良イモ対策:凍結深30cm
- 砕土性改善効果:凍結深20cm
- 窒素残留効果:凍結深30cm

▶ 各種改善効果が期待できる凍結深一覧

クリックすると説明文が表示されます。

地点選択

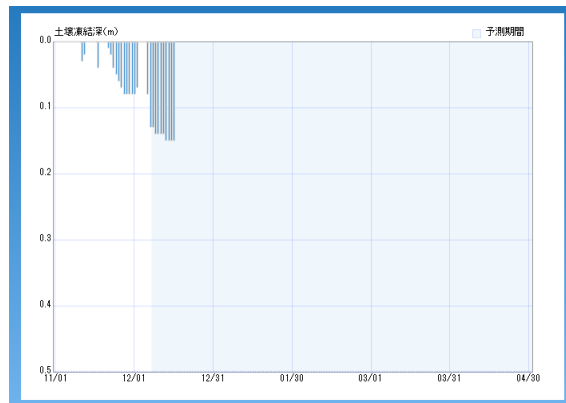
※地点名をクリックすると経過図が表示されます。

佐呂間	網走
宇登呂	白達
北見	女満別

地点名: M1_008 網走

更新日: 2016/12/08

土壌凍結深



セレクトした圃場の経過図が表示されます。

MENU

- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図**
- 雪割り計算
- 圧雪計算
- 融雪材計算

地域選択

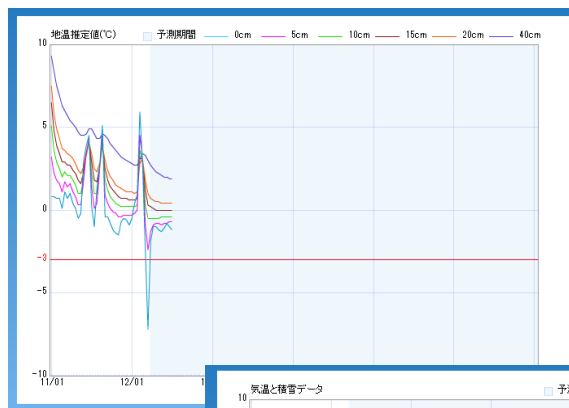
ログアウト

[網走地方]土壌凍結深・地温・気温と積雪の経過図

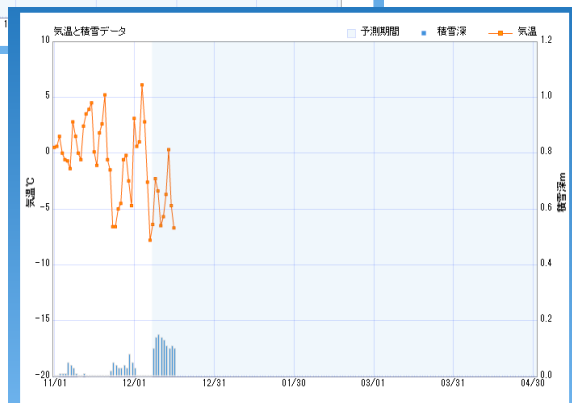
地点名: M1_008 網走

更新日: 2016/12/08

地温推定値



気温と積雪データ



MENU

- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図
- 雪割り計算**
- 圧雪計算
- 融雪材計算
- 地域選択
- ログアウト

[網走地方]雪割り計算

※セレクトした地点の雪割り計算を行います。

各種改善効果が期待できる凍結深一覧

地点選択

地点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。

- 遠軽
- 佐呂間
- 網走**
- 宇登呂
- 白滝
- 北見
- 女満別
- 斜里

「地点名」をセレクトした後、[1]から[3]の項目をセレクトし次に進んでください。

雪割り日・積雪深変更日の選択

- [1]計算する条件を選択してください。
- 雪割り日
 - 積雪深変更日
- [2]カレンダーの日付をクリックしてください。

前の月 次の月

2016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

青色の日付 = 計算に用いる気象データは実測値・予報値です。
黒色の日付 = 計算に用いる気象データは平年値です。

積雪深の選択

- [3]雪割り後・積雪深変更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。
- 選択日:

12/07

- 0cm
- 1cm
- 2cm**
- 3cm
- 4cm
- 5cm
- 6cm
- 7cm

積雪深選択 ←積雪深を選択したのちクリックしてください。

計算する内容

- 選択した計算内容の表示。
- 雪割り日と積雪深
 - 積雪深変更日と積雪深
- 12/07:2cm,雪割り

[網走地方]雪割り計算

凍上日

- [4]凍上日
通常は、この機能は使わなくてよいです。
凍上が生じた場合、カレンダーの日付をクリックしてください。
凍上が確認され、凍上日があきらかにない場合は、12月1日を設定してください。

前の月 次の月

2016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

最適土壌凍結深

- [5]最適土壌凍結深
最適土壌凍結深を選択してください。
野良イモ対策では通常30cm
選択がデフォルトです。
その他は各種改善効果が期待できる凍結深一覧を参照ください。

- 28cm
- 29cm
- 30cm**
- 31cm
- 32cm
- 33cm
- 34cm
- 35cm

積雪深選択

- [6]上記設定条件で土壌凍結深を計算します。
「計算」ボタンをクリックしてください。

計算 リセット

計算する凍上日と最適土壌凍結深

- 選択した計算内容の表示。
- 凍上日
 - 最適土壌凍結深
- 凍上日:
12/01
- 凍結深:
30cm

[4]から[6]の項目をセレクトし「計算」ボタンをクリックすると計算結果が表示されます。

(注) [4]が空欄の場合は凍上してないと判断して計算されます。
[5]が空欄の場合は30cmで計算されます。

- MENU
- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図
- 雪割り計算**
- 圧雪計算
- 融雪材計算
- 地域選択
- ログアウト

雪割り計算結果

○地点名:M1_008 網走

○選択された雪割り日と積雪深・積雪深変更日と積雪深:

12/07 2cm 雪割り

最終更新日:2016/12/08 18:54

最深凍結深(m)	雪割り前	0.15	最大野良イモ防除深(m)	雪割り前	0.04	最適土壌凍結深(m)	0.30
	雪割り後	0.14		雪割り後	0.02		到達日

(注)上表に表示されている最大土壌凍結深および最大野良イモ防除深の値は、観測値と予測データを用いて計算している期間内(グラフの表示期間内・9日先まで)の最大値です。

月日	気温	積雪深(m)	雪割り後の積雪深(m)	凍結深(m)	雪割り後の凍結深(m)
11/01	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00
11/02	0.6	0.00	0.00	0.00	0.00
11/03	1.5	0.01	0.01	0.00	0.00
11/04	0.0	0.01	0.01	0.00	0.00
11/05	-0.6	0.01	0.01	0.00	0.00
11/06	-0.7	0.05	0.05	0.00	0.00

クリックするとデータがダウンロードできます→ [計算結果ダウンロード](#) [計算結果図](#) ←クリックすると経過図が表示されます。

- MENU
- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図
- 雪割り計算**
- 圧雪計算
- 融雪材計算
- 地域選択
- ログアウト

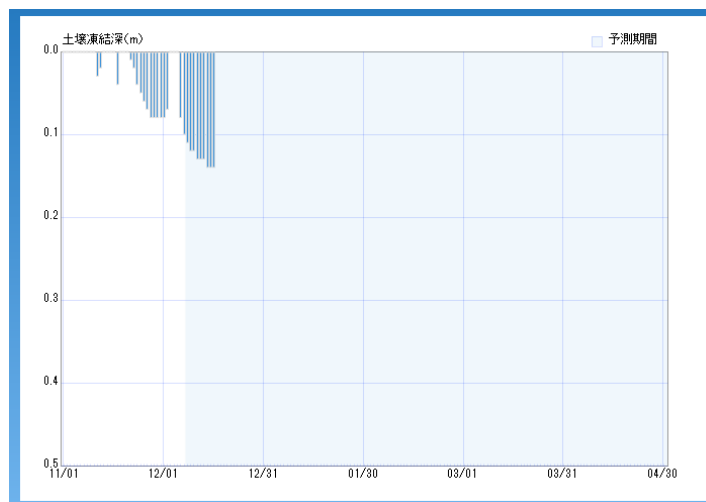
[網走地方]雪割り計算結果図

各種改善効果が期待できる凍結深一覧

地点名:M1_008 網走

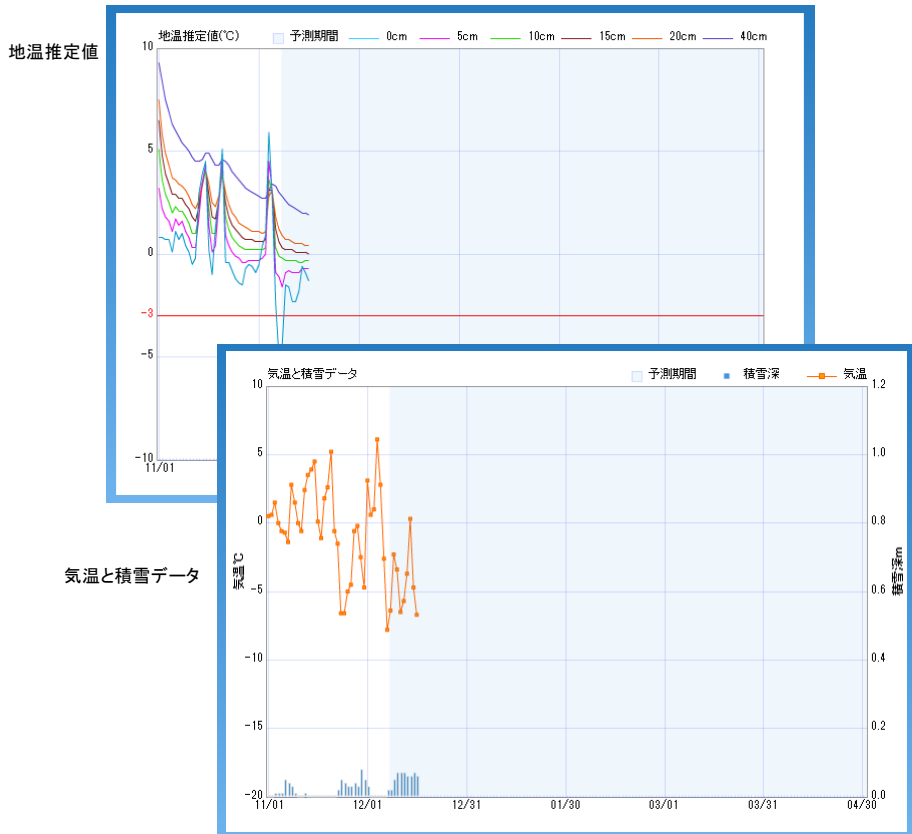
更新日:2016/12/08

土壌凍結深



MENU

- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図
- 雪割り計算**
- 圧雪計算
- 融雪材計算
- 地域選択
- ログアウト



MENU

- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図
- 雪割り計算
- 圧雪計算**
- 融雪材計算
- 地域選択
- ログアウト

[網走地方]圧雪計算

※セレクトした地点の圧雪計算を行います。

▶ 各種改善効果が期待できる凍結深一覧

地点選択

地点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。

- 遠軽
- 佐呂間
- 網走**
- 宇登呂
- 白滝
- 北見
- 女満別
- 斜里

「地点名」をセレクトした後、[1]から[3]の項目をセレクトし次に進んでください。

圧雪日・積雪深変更日の選択 圧雪後の積雪深の選択 計算する内容

- [1]計算する条件を選択してください。
 圧雪日 積雪深変更日
- [2]カレンダーの日付をクリックしてください。



- [3]圧雪後・積雪深変更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。

選択日: 12/07


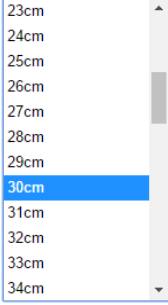
- 0cm
- 1cm
- 2cm
- 3cm
- 4cm**
- 5cm
- 6cm
- 7cm

- 選択した計算内容の表示。
 ・圧雪日と積雪深
 ・積雪深変更日と積雪深

○ 12/07:4cm:圧雪日 ✕

青色の日付 = 計算に用いる気象データは実測値・予報値です。 積雪深選択 ← 積雪深を選択したのでクリックしてください。
 黒色の日付 = 計算に用いる気象データは平年値です。

[網走地方]圧雪計算

凍上日	最適土壌凍結深	計算する凍上日と最適土壌凍結深
<p>[4]凍上日 通常はこの機能は使わなくてよいです。凍上が生じた場合、カレンダーの日付をクリックしてください。 凍上が確認され、凍上日があきらかにない場合は、12月1日を設定してください。</p> 	<p>[5]最適土壌凍結深 最適土壌凍結深を選択してください。野良イモ対策では通常30cm選択がデフォルトです。その他は各種改善効果が期待できる凍結深一覧を参照ください。</p> 	<p>選択した計算内容の表示。 ・凍上日 ・最適土壌凍結深</p> <p>凍上日: 12/01 凍結深: 30cm</p>
<p>[6]上記設定条件で土壌凍結深を計算します。「計算」ボタンをクリックしてください。</p> <p style="text-align: center;">計算 リセット</p>		

[4]から[6]の項目をセレクトし「計算」ボタンをクリックすると計算結果が表示されます。

(注) [4]が空欄の場合は凍上していないと判断して計算されます。
[5]が空欄の場合は30cmで計算されます。

MENU

- ▶ 圃場登録
- ▶ 結果一覧
- ▶ 経過図
- ▶ 雪割り計算
- ▶ **圧雪計算**
- ▶ 融雪材計算
- ▶ 地域選択
- ▶ ログアウト

圧雪計算結果

○地点名: M1_008 網走

○選択された圧雪日と積雪深・積雪深変更日と積雪深:
12/07 4cm 圧雪日

最終更新日: 2016/12/08 14:51

最深凍結深(m)	圧雪前	0.15	最大野良イモ防除深(m)	圧雪前	0.04	最適土壌凍結深(m)	0.30
	圧雪後	0.15		圧雪後	0.03		到達日

注) 上表に表示されている最大土壌凍結深および最大野良イモ防除深の値は、観測値と予測データを用いて計算している期間内(グラフの表示期間内・9日先まで)の最大値です。

月日	気温	積雪深(m)	圧雪後の積雪深(m)	凍結深(m)	圧雪後の凍結深(m)
11/01	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00
11/02	0.6	0.00	0.00	0.00	0.00
11/03	1.5	0.01	0.01	0.00	0.00
11/04	0.0	0.01	0.01	0.00	0.00
11/05	-0.6	0.01	0.01	0.00	0.00
11/06	-0.7	0.05	0.05	0.00	0.00

クリックするとデータがダウンロードできます→ [計算結果ダウンロード](#) [計算結果図](#) ←クリックすると経過図が表示されます。

- MENU**
- 圃場登録
 - 結果一覧
 - 経過図
 - 雪割り計算
 - 圧雪計算**
 - 融雪材計算
 - 地域選択
 - ログアウト

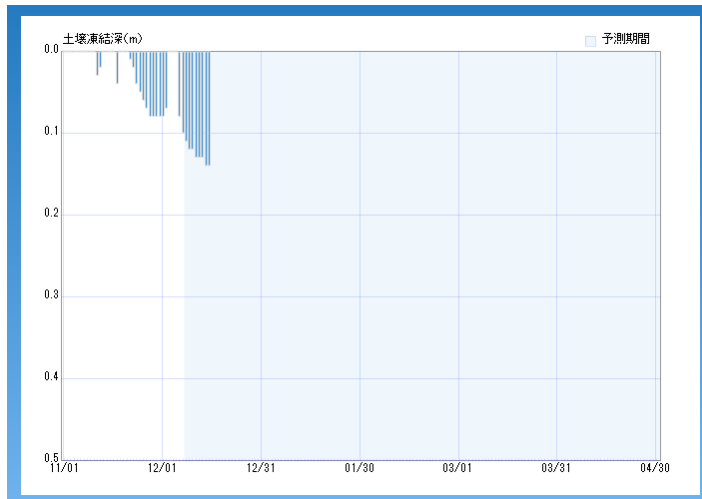
[網走地方]圧雪計算結果図

▶ 各種改善効果が期待できる凍結深一覧

地点名:M1_008 網走

更新日:2016/12/08

土壤凍結深

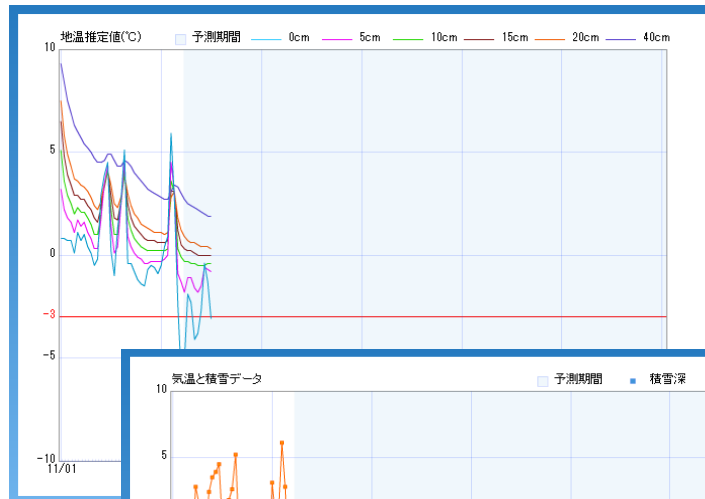


- MENU**
- 圃場登録
 - 結果一覧
 - 経過図
 - 雪割り計算
 - 圧雪計算**
 - 融雪材計算
 - 地域選択
 - ログアウト

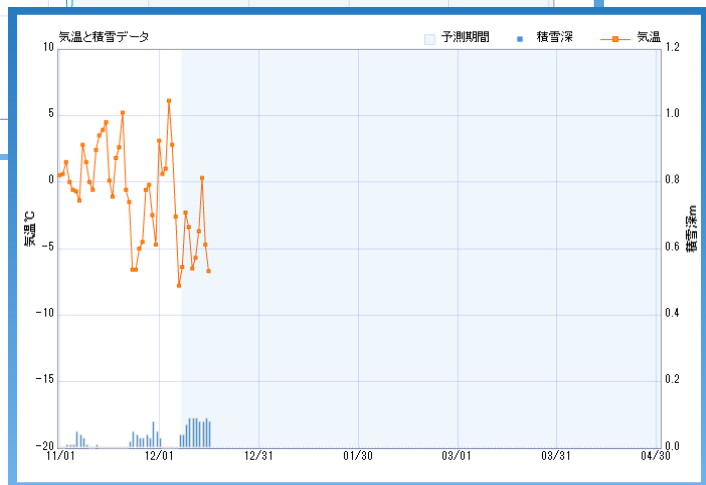
地点名:M1_008 網走

更新日:2016/12/08

地温推定値



気温と積雪データ



MENU

- ▶ 圃場登録
- ▶ 結果一覧
- ▶ 経過図
- ▶ 雪割り計算
- ▶ 圧雪計算
- ▶ 融雪材計算
- ▶ 地域選択
- ログアウト

[網走地方] 融雪材計算

※セレクトした地点の融雪材散布後の計算を行います。

地点選択

地点名をクリックしてください。
以前に設定した散布日がある場合は、内容が表示されます。

遠軽
佐呂間
網走
宇登呂
白滝
北見
女満別
斜里

「地点名」をセレクトした後、[1]から[3]の項目をセレクトし進んでください。

融雪材散布日の選択

[1] カレンダーの日付をクリックしてください。融雪材散布日は、9日先(本日を含む)まで計算に反映されます。

前の月
次の月

2017年2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				

融雪材の被覆率と種類の選択

[2] 散布日、散布濃度、種類を選択し、「選択決定」ボタンをクリックしてください。

選択日:

散布濃度を選択してください

- 濃め
- 標準的
- 薄め

種類を選択してください

- 流れ易い
- 流れ難い

計算する内容(散布一覧)

- 12/31:濃め:流れ難い ✕
- 01/11:薄め:流れ難い ✕
- 01/23:薄め:流れ易い ✕
- 02/06:濃め:流れ易い ✕
- 02/18:薄め:流れ難い ✕

「リセット」をクリックすると設定した条件が全てクリアされます。

✕ をクリックすると設定した条件がクリアされます。

No.

MENU

- ▶ 圃場登録
- ▶ 結果一覧
- ▶ 経過図
- ▶ 雪割り計算
- ▶ 圧雪計算
- ▶ 融雪材計算
- ▶ 地域選択
- ログアウト

融雪材計算結果

○地点名: M1_008 網走

最終更新日: 2017/03/01 08:28

○計算条件: 散布日, 散布濃度, 材の種類:

12/31	濃め	流れ難い	
01/11	薄め	流れ難い	
01/23	薄め	流れ易い	
02/06	濃め	流れ易い	
02/18	濃め	流れ難い	

注) 上表は、観測値と予測データ(9日先まで)を用いて融雪材を散布した場合の融雪量を計算し、9日先における積雪深の予想値を自然積雪の場合と比較したものです。

月日	気温(℃)	日射量(MJ/mi)	積雪深(cm) 自然積雪	積雪深(cm) 散布区
11/01	0.5	5.3	0	-
11/02	0.6	5.9	0	0
11/03	1.5	1.7	1	1
11/04	0.0	4.7	1	1
11/05	-0.6	2.7	1	1

クリックするとデータがダウンロードできます→

 ←クリックすると経過図が表示されます。

MENU

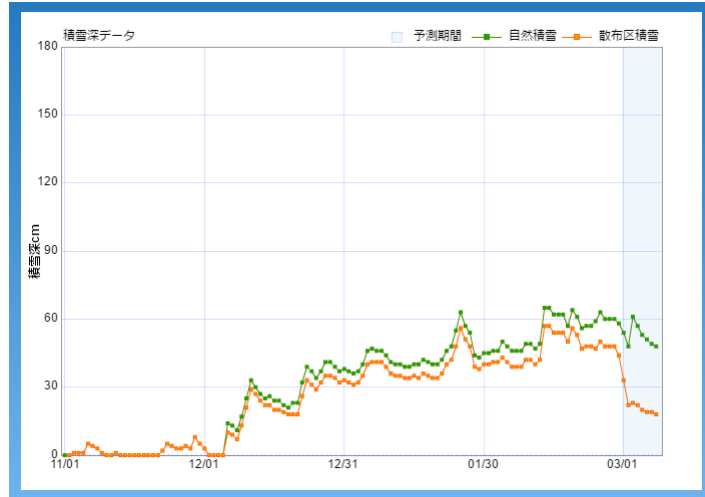
- 圃場登録
- 結果一覧
- 経過図
- 雪割り計算
- 圧雪計算
- 融雪材計算**
- 地域選択
- ログアウト

[網走地方]融雪材計算結果図

地点名:M1_008 網走

更新日:2016/03/01

積雪深データ



閉じる

■「土壌凍結深推定計算システム」について

本システムは国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター(以下、農研機構北農研センター)が農業に関する研究を目的とし管理・運営するシステムです。
本情報並びに全てのデータは農研機構北農研センターに帰属します。

お問い合わせ先は下記の通りです。

連絡先： 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
北海道農業研究センター 生産環境研究領域（寒地気候変動G）
住所：〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地
電話番号：011-857-9234

■「土壌凍結深推定計算システム」利用条件と免責事項

- (1)本システムは、気象に関する農業専用の指標なので農業分野以外での利用はできません。
- (2)本システムの管理者ならびにデータ提供者は、利用者が本システムの利用によって生じた結果、ならびに、利用できないことによって生じた結果について、一切の責任を負いません。
- (3)本システムを利用して作成した情報の全部または一部を管理者の許諾なく複製頒布、出版、放送、上演等に二次利用、及び販売はできません。

■「土壌凍結深推定計算システム」の概要と使用上の注意事項

- (1)本システムは、気温、積雪深の気象データから地温・土壌凍結深を計算するもので、特に野良イモ対策を目的として用いるものです。また、このシステムでは野良イモ対策以外での土壌凍結活用で用いる試験にも試行的に運用します。
- (2)気象データは農業・食品産業技術総合研究機構が作成したメッシュ農業気象データ(1kmメッシュ)を用いています。
- (3)土壌凍結深の計算は土壌凍結が発達して行く過程の計算に特化しているため、融雪時期の凍結が融けていく融凍過程の推定には向いていません。
- (4)野良イモ対策や各種凍結効果を目的として、雪割り(圃場内除雪)と雪踏み(圧雪)をした条件での土壌凍結深を計算することができます。
土壌凍結を活用した野良イモ対策の詳細については、以下を参照なさってください。(一例です)
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/harc/2012/210a3_01_44.html
- (5)本システムは、2018年12月1日～2019年4月30日まで試行運用で実施します。

V 土壌凍結深制御の留意点

1. 適用地域

本技術の適用可能地域は、土壌凍結深の設定目標を 30cm にした場合、12～2月の平均気温が -5°C 以下の地域である。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（図 V-1）。ただし、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ことから、本技術の導入にあたっては目的と必要性の検討が必要である。

なお、野良イモ対策は全道的な対応が求められており、適用可能地域以外で凍結深が 30cm に達しない場合でも他の技術を併用することで野良イモ対策として活用が試行されている地域もある。具体的には、損傷処理+表層集積処理など（写真 V-1）、また防除率の設定を 95%以上から 50～90%程度に下げること、野良イモ防除の労力軽減に活用している。

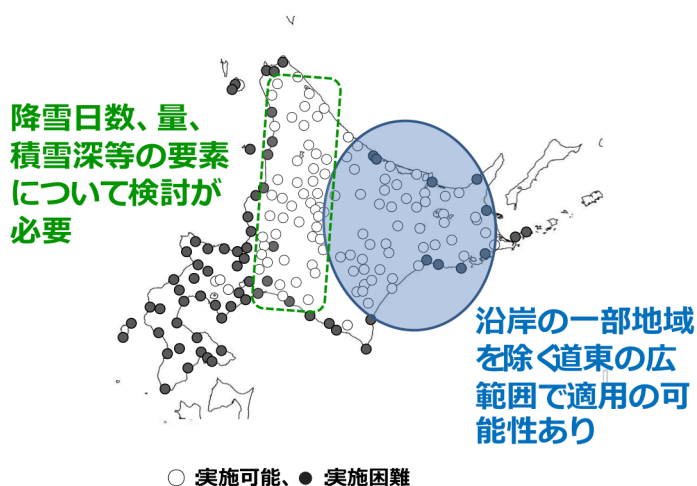


図 V-1 土壌凍結深 30cm 達成の適用可否
(12～2月のアメダス気温(平年値)から推定)



ロータリーハローで土中のイモに傷を付け、腐敗を促す



土中のイモを表層に集めて、凍結しやすくする

写真 V-1 温暖な地域で野良イモ対策での凍結効果を高める前処理技術

2. 早期播種の作物への適用の留意事項

土壤凍結を促進すると、春先の土壤の融解と地温上昇は遅延する（図 V-2）。

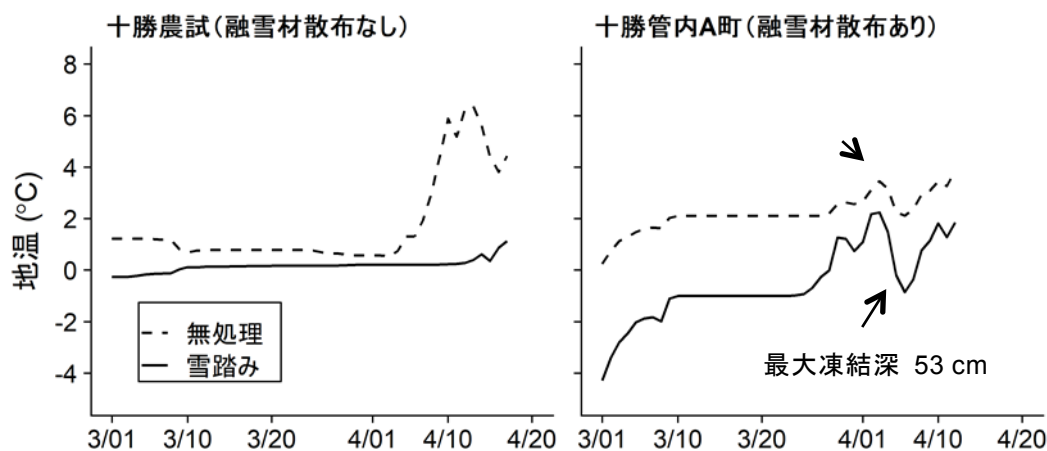


図 V-2 雪踏みの有無による春の地温上昇の違い（15 cm 深）

この地温上昇の遅延は、早期播種する作物（直播てんさい等）の初期生育を抑制する。そのため、土壤凍結促進に伴い土壤中の無機態窒素が多く残存しても、生育が遅延してしまう場合がある（表 V-1, 15/16 年）。

表 V-1 土壤凍結促進が直播てんさいの初期生育と収量に与える影響（北見農試）

試験 年次	試験 処理	最大 凍結深 (cm)	残存 無機態 N (kg / 10a)	播種 2 ヶ月後		収穫期		
				草丈 (cm)	乾物重 (kg / 10a)	根重 (kg / 10a)	糖分 (%)	糖量 (kg / 10a)
14/15 年	無処理	20	3.5	21	0.9	6,004	17.2	1,031
	短期除雪	29	5.9	25	1.7	6,533	17.2	1,123
	長期除雪	34	7.2	25	1.6	6,428	17.2	1,103
15/16 年	無処理	4	3.2	13	0.3	5,462	16.7	910
	短期除雪	33	4.0	12	0.2	5,024	16.9	847
	長期除雪	41	4.5	14	0.3	5,392	16.7	900
16/17 年	無処理	8	10.7	29	2.4	6,680	17.1	1,139
	短期除雪	34	10.6	31	2.5	6,360	17.0	1,082
	長期除雪	44	13.2	31	3.0	7,052	17.0	1,200

特に土壤の物理性がもともと良好な黒ボク土では凍結促進による土壤物理性改善効果は大きくないため、土壤凍結促進による初期生育遅延はデメリットとなる。一方、粘質な低地土などでは凍結促進による土壤物理性改善効果（砕土性向上など）が期待できるため、初期生育遅延というデメリットとの兼ね合いを考慮した上で本技術導入の可否を判断する。

3. 秋まき小麦への適用

馬鈴しょ後作の秋まき小麦において野良イモ対策として土壌凍結促進を行う場合には、生育の遅延や莖数・株数の減少などで収量性が低下するリスクがあることに留意が必要である。特に雪割りでは作業時に小麦を物理的に傷めることがあるため、秋まき小麦の土壌凍結深制御は雪踏みで実施する。ただし1回目の雪踏みは土壌凍結深10 cm以上かつ積雪深15~20 cm以上の条件で実施し、雪踏みにおいても小麦を極力傷めないように注意する。また、春先の地温上昇が慣行に比べて遅く生育が遅れるため、生育の進度に応じたきめ細かい肥培管理も必要となる。

以上のことを勘案すると、秋まき小麦での土壌凍結深制御は、原則として野良イモの発生抑制を目的とすべきである。秋まき小麦圃場における野良イモ対策の利点として、1) 秋まき小麦播種前にプラウ耕起を行わない場合には残っているイモの埋没深が比較的浅い、2) 耕起によりイモに傷がつくことが多いことがあげられる。つまり、馬鈴しょ収穫後作の秋まき小麦で土壌凍結促進することにより、輪作における野良イモ発生防止効果が高まることが期待される。

秋まき小麦栽培圃場における雪踏みが小麦の収量に及ぼす影響について、北海道農業研究センター芽室研究拠点では2013年から6年間、また、生産者圃場において、十勝管内では2015年秋~2018年夏、オホーツク管内では2016年秋~2019年夏にかけて調査した。これらの調査から得られた留意事項を以下に示す。



写真 V-2 秋まき小麦圃場に発生した野良イモ

留意事項1 凹凸の少ない圃場・傾斜の無い圃場で実施する。

圃場にくぼみがある場合、春の融雪水が集中して流れ込み(写真 V-3)、小麦が冠水する。排水性を確保した圃場で実施する必要がある。



写真 V-3 雪踏みした圃場の融雪時

留意事項2 少雪時は気をつけて踏む(土や葉が飛び出すなら踏まない方がよい)

雪踏み後に、土や小麦が露出するような場合(写真 V-4)、小麦が痛むことがある。そのような場合、大きな収量低下の危険がある(図 V-3)。積雪が 10 数 cm に満たない場合は、試し走行をして、雪踏み跡の様子を確認する必要がある。小麦の葉の多くが露出する場合は、過度な低温にさらされ、生育が大幅に遅れ、後半まで回復しない。特に、春が高温の年は、莖数を増やせないまま出穂が早まるため、収量が大きく減少する(図 V-6:2014 年と 2019 年の収量低下の原因)。

小麦の葉だけでなく、株全体を傷つけてしまうと、傷ついた箇所から感染する雪腐大粒菌核(ネズミの糞状の菌核が観察できる(写真 V-5)の発生が懸念される。低温時に発生しやすい雪腐大粒菌核は、欠株の原因となるため、注意する必要がある。(他の雪腐病の被害は、増加の可能性が低いことを確認している。)



写真 V-4 積雪 7cm の少雪時の雪踏み後(直接タイヤで麦を踏んだ状態)の様子(農研機構北農研センター芽室研究拠点))



写真 V-5 雪腐大粒菌核により小麦の葉が枯死した様子)

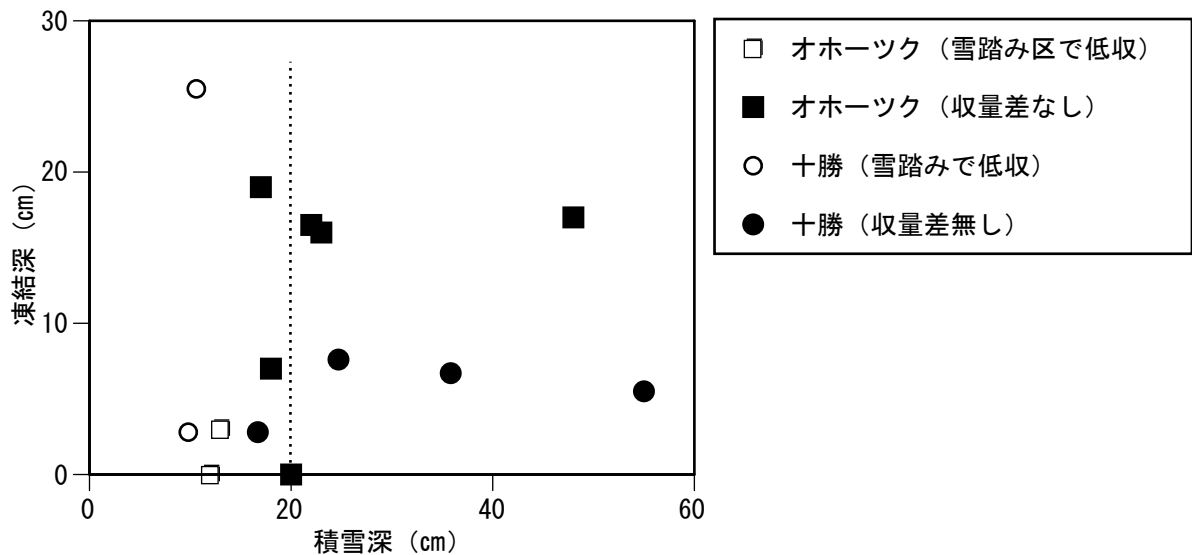


図 V-3 秋まき小麦圃場の雪踏み 1 回目施工時の積雪深、凍結深と小麦収量の関係
 注) 低収は、同一圃場の処理間での t 検定において 5%水準で有意を示す

留意事項 3 土が数 cm 凍ってから踏むと良い

土の種類によっては、雪が積もる前に気温が高く土がぬかるんでいると、トラクタのタイヤが土に深くめり込むことがある (写真 V-6)。雪踏みの作業性が悪くなるのと、深く踏んだ場所の小麦が痛むことがある。



写真 V-6 トラクタのタイヤ跡ができた雪踏み圃場

留意事項 4 雪踏みが遅すぎると土が凍らない

積雪が 30 cm を超えると、タイヤローラが十分に回転せず、圧雪効果が得にくくなる。また、雪踏み後の積雪が 30 cm を超えると、作業を繰り返しても、土が冷える効果はほとんど無くなる。

留意事項5 凍上と根張り

雪解け水が貯まった後に起こる土の移動や、春先の凍上によって、土から根が抜けることがある（写真 V-7）。秋の根張りが悪い場合は、欠株が生じる（写真 V-8）。積雪までに十分な生育量が確保できない場合や、凍上が頻繁に起こる場所では、無理に作業を行わない方が安全である。



写真 V-7 表面の土が流出し根がはみ出す様子 写真 V-8 一部が欠株に

留意事項6 雪解けはやや遅れる

雪踏みで凍結が深い場合に、融雪が遅れる。凍結深 30cm 程度でやや遅れ、50 cm 程度で 2 日程度遅れる。寒い期間の雪踏みで、土壌凍結が発達した場合、上の雪が解けても、地表面近くで水が再び凍るため、地温が上がるのは遅くなる。

留意事項7 春は葉が茶色くなりがち

秋の生育が良く、小麦の葉が多く茂る場合には、タイヤ（タイヤローラ）が直接小麦の植物体に当たるため、上部の葉が枯れることがある（写真 V-9）。そのため、雪踏みを行った圃場の融雪直後は、葉が黄色くなる場合がある。上部の葉だけが枯死している場合が多く、土に近い葉や根が生きていれば、後に生育量は回復する（図 V-4）ため、収量の大きな減少は認められない。



写真 V-9 2016 年春の融雪直後の小麦の葉色
(農研機構北農研センター芽室研究拠点)

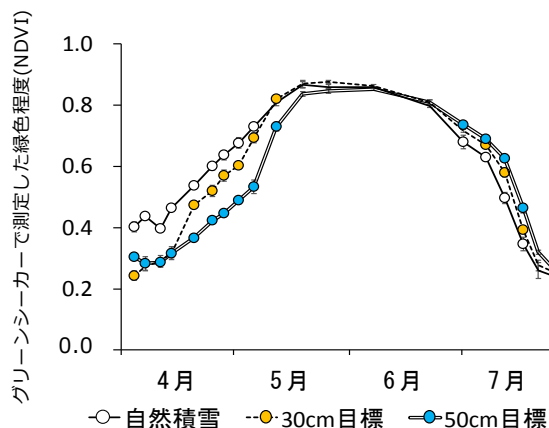


図 V-4 雪踏みで融雪後の葉が茶色になった 2016 年に測定した緑色程度(NDVI)の変化(農研機構北農研センター芽室研究拠点)

留意事項 8 縞萎縮発生圃場は避けた方が良い

縞萎縮病が発生している圃場では、雪踏みによる春の生育の遅れが、拡大する可能性があり生育が劣る可能性がある。

留意事項 9 生育は数日遅れる 精密農業には生育遅れに対応した管理が必要

雪踏みをする、越冬後の生育が若干遅れる。「きたほなみ」の出穂・開花期は、凍結深 30cm で約 1 日、凍結深 50cm で約 3 日が遅れる(表 V-2)。登熟期も凍結が深い場合に数日遅れる。施肥のタイミングや収穫適期の判定などに注意が必要である。

表 V-2 6 年間平均の雪踏みによる小麦出穂・開花期の平均遅れ日数(農研機構北農研センター芽室研究拠点 2014 年から 2019 年)

目標凍結深	融雪	ゆめちから		きたほなみ	
		出穂	開花	出穂	開花
30cm	+0.2	+1.3	+0.2	+1.3	+1.5
50cm	+2.0	+3.0	+1.7	+3.0	+3.7

目標凍結深 30cm と 50cm として雪踏みを行った結果

留意事項 10 雪踏みで収量が大きく減少することがある

2014年と2019年は、少雪（積雪10cm未満）で雪踏みを行った（図V-5）。春から茎数が増えず、大幅に収量が低下した。

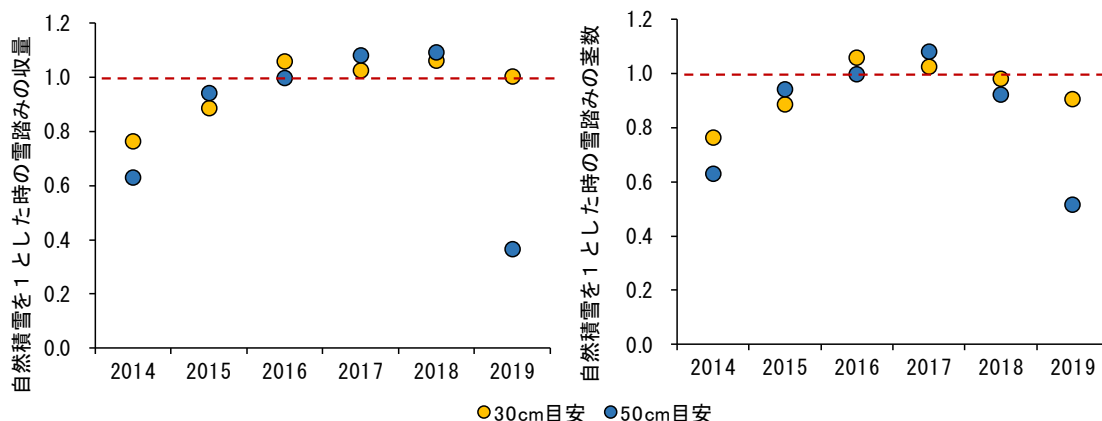


図 V-5 2014～2019年の目標凍結深 30cm・50cmとして行った雪踏み実験の収量(左)と茎数(右)。自然積雪時を1としたときの増減(地点：農研機構北農研センター芽室研究拠点)

留意事項 11 生育を踏まえた管理が重要

小麦の生育に合わせた、施肥管理を行うことが収量・品質を確保に繋がる。茎数や生育量が少ない場合には、子実タンパク含量が増える可能性がある(図V-6)。

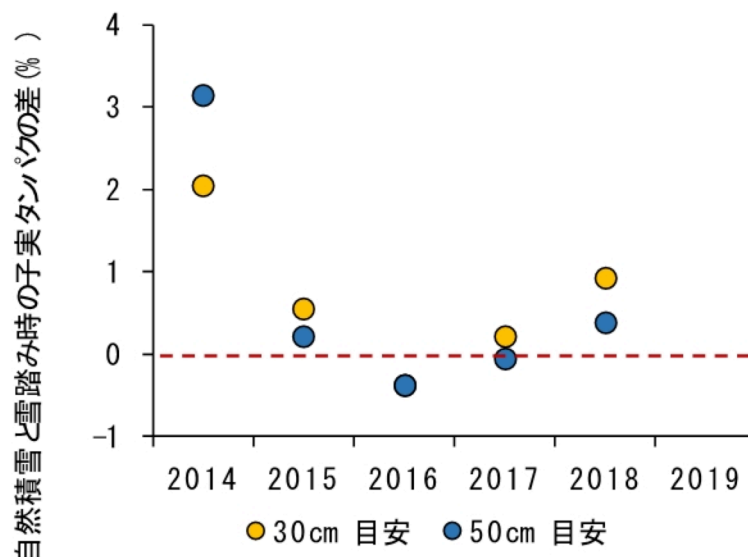


図 V-6 2014～2019年の目標凍結深 30cm・50cmとして行った雪踏み実験の子実タンパクの増減。自然積雪時を1としたときの増減(地点：農研機構北農研センター芽室研究拠点)

留意事項 1.2 生産者圃場における検証

凍結深 30 cm 目標に雪踏みを行った結果、最大で 23% の収量の減少があった。生産者圃場における収量の減少は最大 15%、北農研センター芽室の収量の減少は最大 23% であった (図 V-7)。

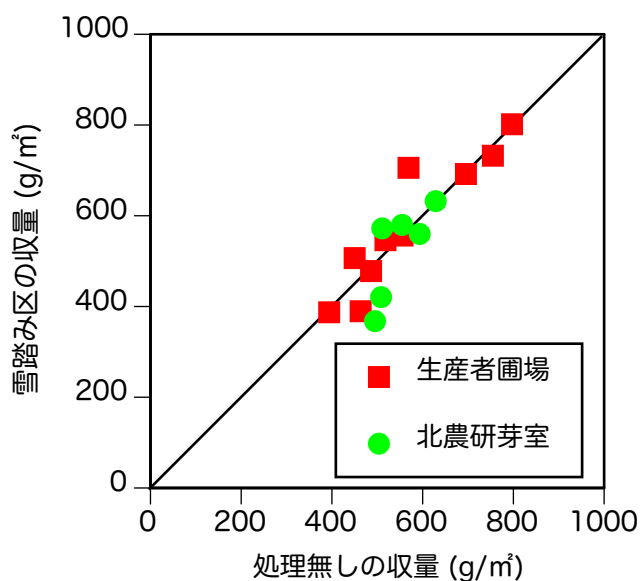


図 V-7 凍結深目標 30 cm として雪踏みを行った 2016~18 年収穫の農家圃場収量 (地点: オホーツク管内 3 地点・十勝管内 7 地点) と 2014~2019 年収穫の農研機構北農研センター芽室研究拠点の収量

— 小麦上雪踏みで確認すること (まとめ) —

- ・雪踏み開始時に注意が必要
- 1. 踏んで土や小麦が見えるような少雪では実施しない
- 2. 圃場がぬかるむなら、実施しない
- 3. 春以降の生育の観察が必要。生育が数日遅れる点を考慮する (施肥・防除や収穫の日程管理が必要)

4. 土壤凍結促進によるデメリット

土壤凍結を促進させると、土壤理化学性の改善が期待できる。しかし、2. 早期播種の作物への適用の留意事項でも述べたように春先の地温上昇と作土の乾燥が遅れる。2019年春に秋まき小麦圃場で調査した結果では、土壤凍結促進区の春期の地温（地中深15cm）は、無処理区に比べ地温上昇時期が遅く、地温の差は最大3°C程度あり、時間の経過とともにその差は小さくなった。また、土壤凍結促進区の作土の水分は、無処理区に比べ凍結促進区で3%程度高く、時間の経過とともにその差は小さくなった。このことから、春の早い時期に播種する作物に土壤凍結制御技術を用いる場合には、適期に作業ができない、あるいは地温が低いことによる初期生育の遅れが生じる危険性を考慮する必要がある。

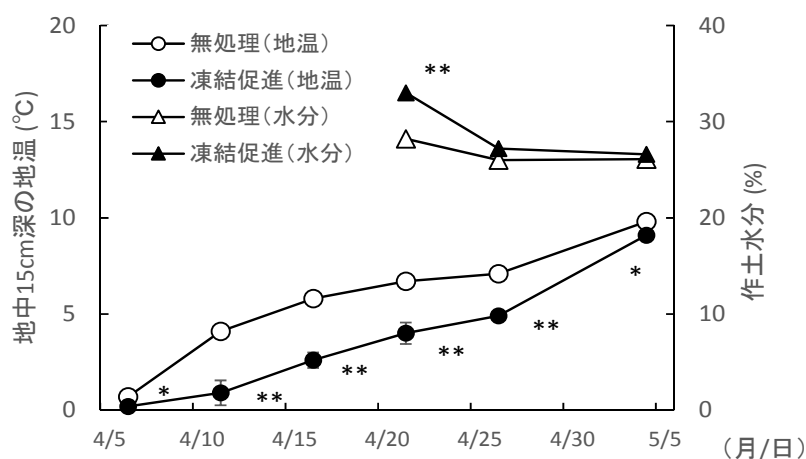


図 V-8 土壤凍結促進が地温および作土水分の推移に及ぼす影響（2019年、n=3）

注）最大凍結深は、無処理区 14.5cm、凍結促進区 35.0cm

*は 5%、**は 1%水準で有意

5. 過剰凍結への対処

雪割りでは、雪を土壤露出面にもう一度雪を戻す割り戻しで雪を再び覆うことで凍結の進行を抑制させることができる。

融雪時期になれば、雪割り、雪踏みを問わず、土壤が過剰に凍結した場合は、融雪材散布のような融雪促進技術を用いることはそのまま融凍促進にもなる。気温が0°C以上では、消雪させて早めに土が露出すると、地温の上昇も早くなるからである。融雪材散布は積雪がある程度深い時に実施されるが、早めに土壤を露出するという観点からは積雪深が浅くても融雪材を散布する。なお、雪踏みの場合は、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。

VI 野良イモ対策の実践に向けて

1. 野良イモ防除の必要性と課題

野良イモとは、前年に取りこぼした馬鈴しょの塊茎が土中で越冬し、翌年度の春以降に萌芽して雑草化することである。馬鈴しょの塊茎や地下茎を有する雑草は、ほ場内に残存又は侵入すると除草剤では防除しきれず、普通の除草作業とは異なり塊茎ごと抜き取らなければならない、また土中の塊茎の位置によって萌芽する時期も異なるため、数回にわたり同じ圃場の除草を行わなければならないため多大な労力が必要である。(写真VI-1)。また、切断された塊茎や地下茎はどちらも発芽（萌芽）能力を有するため、ロータリー耕等により生息範囲が容易に拡大してしまい非常に大きな問題となっている。



写真VI-1 野良イモ掘り取り作業の様子

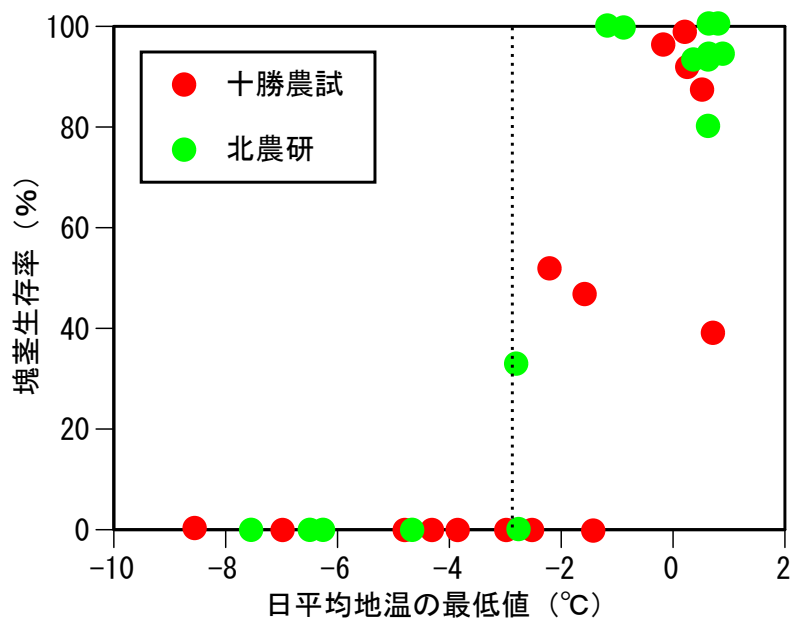
このことから、農研機構の平成 24 年研究成果『土壌凍結深の制御による野良イモ対策技術』を活用し、除雪による土壌凍結深の促進により防除が可能である。

※『土壌凍結深の制御による野良イモ対策技術』の概要

- ・地中の馬鈴しょ塊茎は、塊茎位置の日平均地温が -3°C を下回ると生存できない。
- ・馬鈴しょ収穫後の残存塊茎の大部分は地表下 15cm 以内に分布する。
- ・除雪（雪割り）により土壌凍結を促進させた条件で日平均地温が深さ 15cm で -3°C に達する際の土壌凍結深は 30cm となる。
- ・よって、野良イモ防除のための土壌凍結深の目標は 30cm とする。

2. 野良イモ防除に必要な温度

馬鈴しょの塊茎は凍結することによって死滅する。地温が何度以下になれば死滅するかは馬鈴しょの品種によって若干異なる。しかしながら、塊茎が存在する深さの日平均地温が -3°C 以下になると、ほとんどの品種は死滅する（図VI-1）。



図VI-1 日平均地温の最低値とイモ塊茎生存率の関係（埋没試験）
破線は地温 -3°C をあらわす

野良イモは主として表層 0~15 cm に分布する。したがって、15 cm 以浅の日平均地温を -3°C 以下にする必要がある。

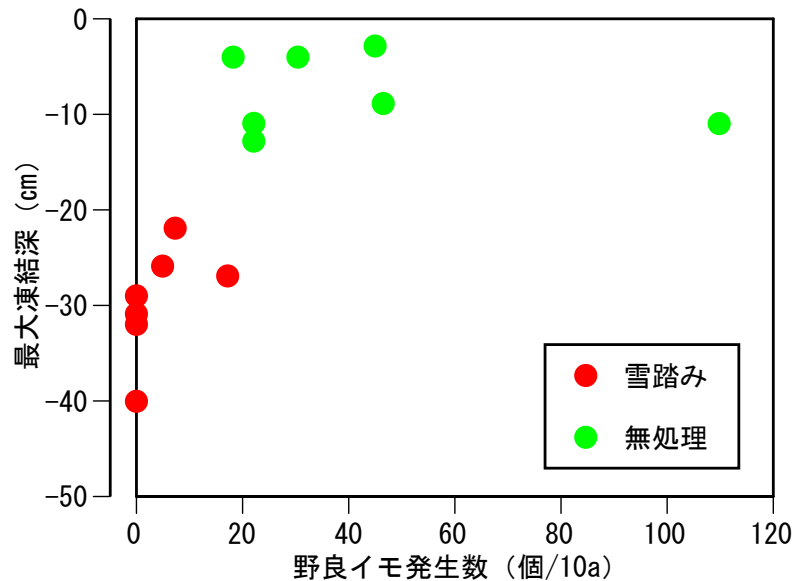
3. 野良イモ防除効果を得るための目標土壌凍結深

冬期間の地温が -3°C 以下に達する深さは最大土壌凍結深によって異なる。野良イモが主として分布する 15 cm 以浅の地温を -3°C 以下にするためには、土壌凍結深を 30 cm まで到達させる必要がある（表VI-1）。

表VI-1 -3°C に達する深さが 10, 15, 20 cm のときに、それらを実現する最大凍結深

-3.0°C に達する深さ	10 cm	15 cm	20 cm
最大土壌凍結深 (cm)	26.6	30.2	40.2

実際に、十勝・オホーツク管内のさまざまな圃場で試験した結果、土壌凍結深を 30 cm 以深にすれば、野良イモ発生率は 1%未満である（図VI-2）。



図VI-2 野良イモ発生数と最大凍結深の関係

4. 目標土壌凍結深を得るための雪割り、雪踏みの上手なやり方

野良イモ防除効果を最大限発揮する為には、目標土壌凍結深（30 cm）をいかに得るかが重要である。

その為の最も重要なポイントは、土壌凍結深を把握することが第一である。

その手法としては、第三章 第5節に記載したメチレンブルー凍結深計や地温、採土法による測定法や第四章で示した土壌凍結深制御情報システムの活用などにより把握することができる。

そして、防除効果が有効な最適土壌凍結深をコントロールすることが土壌凍結深制御技術のポイントである。

また、さらに有効的に防除効果を発揮させる為には、馬鈴しょ収穫後のほ場準備の際にディスクハローなどにより 15 cm以内の簡易耕のみで行うことで、極力野良イモの位置を大きく動かさないことが有効な手段の一つである。

目標土壌凍結深 30 cmはあくまでも、15 cm以浅に分布していることを前提とした目標土壌凍結深であって、それより深い位置に野良イモが分布していた場合は、更に深い土壌凍結深が必要となる。

過去の施工事例として野良イモ対策の目的で土壌凍結深制御技術を取り入れたが、野良イモが発生した事例の多くは、目標土壌凍結深 30 cmに凍結深が到達していない場合や土壌深 15 cm以深のところに野良イモが分布しているケースが多い。

作業をする上でのポイントとしては、雪割り、雪踏みともに初雪直後に土壌凍結が表層の数cmにも達していない段階で作業を施工すると、土壌の練り返しの危険がある。よって、表層の数cmが凍った状態かどうかを施工前に確認した上で、

土壌の練り返しの危険性があるか否かを確認することが重要である。

また、過度な土壌凍結深は融雪後の地温上昇と土壌の乾きが遅れることにより、融雪水の滞水や作付け予定作物の植え付け遅延の弊害が生じるので注意が必要である。

もしも過剰凍結が予期されるときには、雪割りの場合、雪を割り戻すことによって土壌凍結の進行を停止・遅延させることが可能である。一方、雪踏みの場合は、残念ながら土壌凍結の進行を停止・遅延させるのは困難であるので、過剰凍結のリスク軽減として、早期に目標土壌凍結深を確保することで、その後の降雪確率を高め進行を停止・遅延することも考えられる。

過剰凍結が進行した場合に於いては、対策として融雪材の散布方法を検討する。雪踏みをしたことにより、融雪材散布機の走行がしやくなるメリットを生かし、早期に融雪材散布をすることと散布回数を増すことや散布量を多めにすることにより春の圃場作業の遅延をできるだけ小さくすることが可能である。

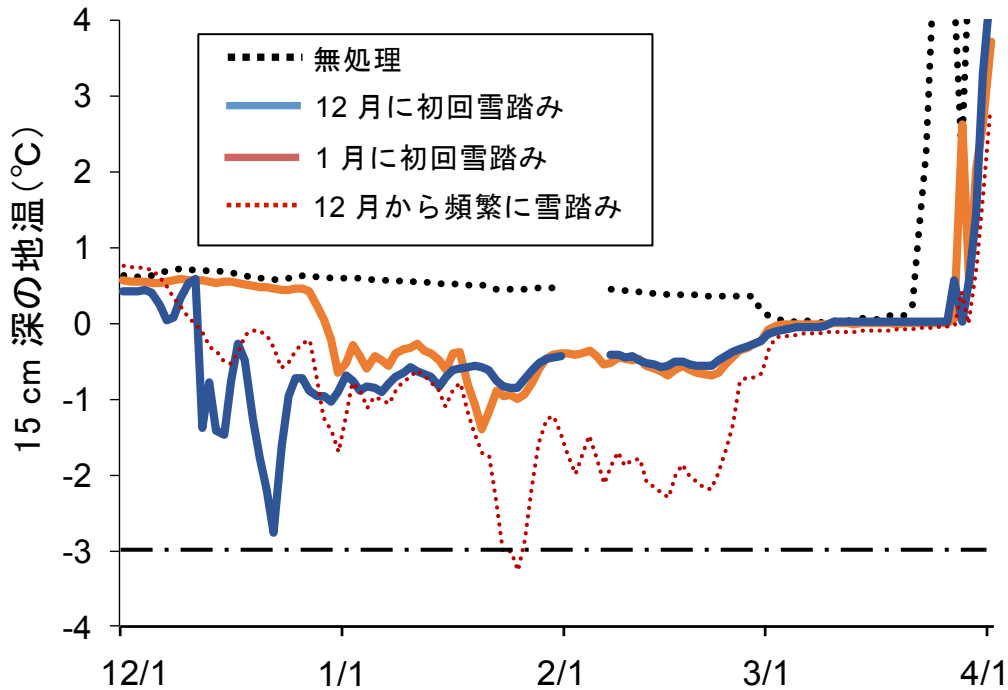
その他の作業のポイントとして、施工をした生産者からの実体験から、雪踏み作業をする上で、秋の圃場の状態も一つのポイントである。秋の畑が凸凹の状態だと、雪踏み作業に於いてトラクタの振動が大きく、施工しているオペレータに負担がかかる場合があるので、その時は、事前に秋にスプリングハローなどで走行のしやすいような圃場状態に整地しておくことも選択肢である。

雪割りにおいての生産現場の事例では、土壌の練り返し、土壌の露出軽減と雪割り作業の作業性向上として、雪割り前に雪踏みをするにより作業がしやすくなり、それらの対策が講じられている事例もある。

5. 雪踏みによる野良イモ対策の効果

雪踏みは雪割りと同様に野良イモ対策として実施することができる。特にシストセンチュウのような土壌病害が発生している圃場を対象とする場合、雪割りは除雪時に土壌の移動を伴うために、雪割りが土壌汚染拡大の原因になるリスクがある。一方、雪踏みの場合は土壌の移動はほぼないため、積雪深が浅く土壌を練り返さなければ土壌汚染拡大のリスクは低い。

一方、雪割りに比べて雪踏みは地温の低下が緩慢になる傾向がある。そのため雪踏みの初回実施が1月まで遅れると、たとえ土壌が凍結しても、地温がイモ塊茎の死滅に必要な -3°C 以下に達しないことがある(図VI-3)。その結果、1月に初回雪踏みを実施した場合、12月の初回雪踏みと比べて野良イモ防除効果が弱まる場合がある(表VI-2)。したがって野良イモ防除を目的とする場合、雪踏みの初回実施は12月末までには始める必要がある。



図VI-3 異なる雪踏み時期による地温の経時変化。一点鎖線は野良イモ死滅に必要な -3°C をあらわす

表VI-2 異なる雪踏み時期が野良イモ防除に与える効果

処理	最大凍結深 (cm)	野良イモ発生率 (%)	
		8 cm 深の野良イモ	15 cm 深の野良イモ
無処理	6	45	75
12月に初回雪踏み	24	0	0
1月に初回雪踏み	27	0	65
12月から頻りに雪踏み	39	0	0

VII 物理性改善の実践に向けて

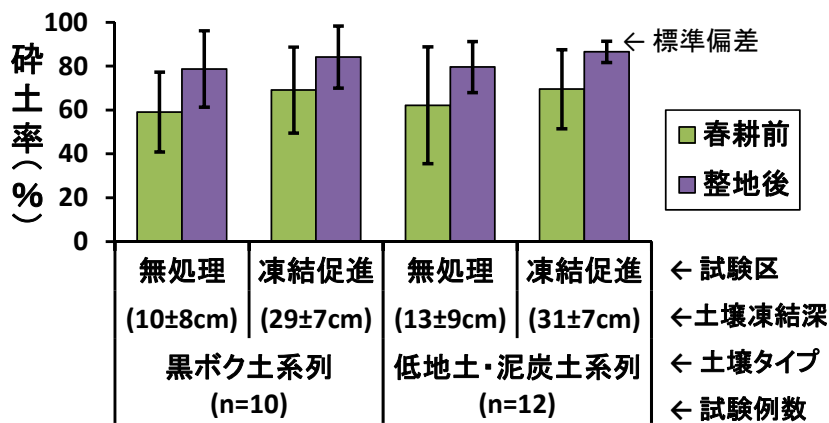
1. 土壌の種類と物理性

土壌が凍結すると、土壌中の大きささまざまな間隙を埋める間隙水が凍結し、体積が増加することにより土壌構造が変化し、融解後もその影響は維持される。すなわち、土壌凍結が土壌の三相分布に影響を与え、砕土性や透水性など物理性に深く関与している。

畑土壌の砕土率 (大きさ 20 mm 以下の土塊の重量割合) は、作物の出芽率や初期生育に影響し、作物の良好な出芽のためには 70%以上が望ましい。一般に、砕土率 70%以上を達成する耕起の労力や作業性は、土壌の種類の影響が大きい。

すなわち、硬い土壌では多くの労力が必要なため、耕起作業の効率が悪い。

土壌凍結が砕土性に及ぼす影響について検討した結果、黒ボク土の春耕前の砕土率は、無処理区（最大凍結深 $10\pm 8\text{cm}$ 程度）と凍結促進区（最大凍結深 $29\pm 7\text{cm}$ 程度）、各々59%と69%であった。凍結促進区では春耕前で既に作物生産に望ましいレベルにほぼ達していた。整地後の砕土率は各々79%と84%まで増加した(図VII-1)。この傾向は、低地土・泥炭土および台地土においても同様であった。すなわち、土壌の種類に関わらず土壌凍結深を30cm程度確保することにより、砕土性の向上効果が期待できる。



図VII-1 土壌凍結促進による砕土生向上効果

注) エラーバーは、平均±標準偏差を示す

重粘土圃場での雪踏みは、土壌物理性改善効果が認められる。特に無処理区の凍結深が浅い場合、凍結を促進させ土壌凍結深30cm以上の区（凍結促進区）では砕土性が向上し、容積重が低下、孔隙率が上昇する事例があり、20cm以深まで物理性改善効果が発現した圃場では飼料用とうもろこしの収量が増加した（表VII-1）

表VII-1 雪踏みが重粘土圃場の土壌物理性と飼料用とうもろこしの収量に及ぼす影響 (18/19年、現地 G-2 圃場)

採土深	処理	容積重 (g/100mL)	孔隙率 (%)	飽和透水 係数 (cm/秒)
10-20cm	無処理	128.6	47.8	8.1E-05
	雪踏み	121.6	50.4	1.2E-04
20-30cm	無処理	165.6	35.4	7.9E-06
	雪踏み	141.0 *	43.9 **	4.6E-06
30-40cm	無処理	164.3	37.9	1.7E-07
	雪踏み	156.8	40.5	1.6E-06
		最大土壌 凍結深(cm)	春耕前の 砕土率(%)	収量 (kg/10a)
	無処理	5.0	43.3	5902
	雪踏み	32.5	56.2 *	6889 **

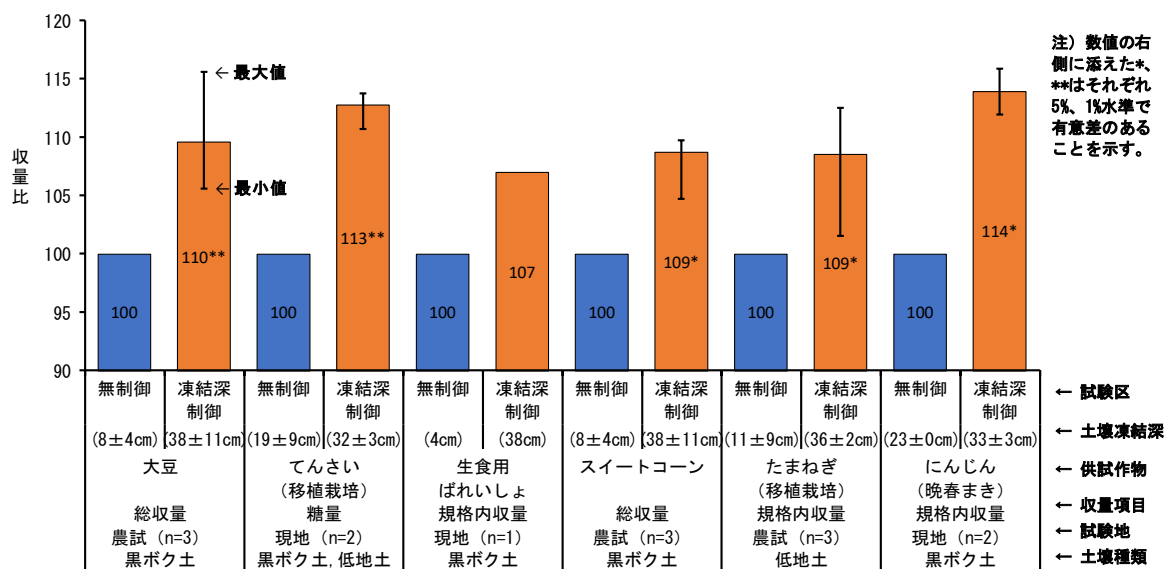
注) 採土深別の調査項目は同一採土深の処理間でのt検定
 他の調査項目は処理間のt検定、*は5%水準、**は1%水準で有意
 採土深別サンプルの採取日は2019年10月28日
 砕土率用サンプルの採取深は0-15cm、採取日は2019年4月24日
 砕土率(%)=粒径2cm未満の土塊の重さ/全体の重さ×100

2. 土壌凍結で物理性改善効果が期待できる条件

透水性は、作物の根の伸長と関係し、透水性が不良な土壌では土壌内の空気の通りが悪く酸欠状態となり作物の生育が抑制される。土壌凍結が透水性に及ぼす影響を検討した結果、低地土や泥炭土においては畑地浸入能（シリンダーインタープレート法、水が畑土壌に浸入する速度を示す値）は、無処理区（最大凍結深12cm程度）で216 mm/h、凍結促進区（同32cm程度）で316 mm/hであり、土壌凍結により畑地浸入能が増加し透水性の改善効果が認められた。一方、黒ボク土では無処理区と凍結促進区の間には差は認められなかった。一般に黒ボク土は固相率が低く、孔隙率（液相率と気相率の合計）が高いことから、無処理区においても比較的透水性が良好なため、土壌凍結深制御による効果が現れにくいと考えられる。このように低地土や泥炭土では土壌凍結深制御による透水性改善効果が期待できるが、土壌タイプにより発現が異なることに注意が必要である。

VIII 生産性向上の実践に向けて

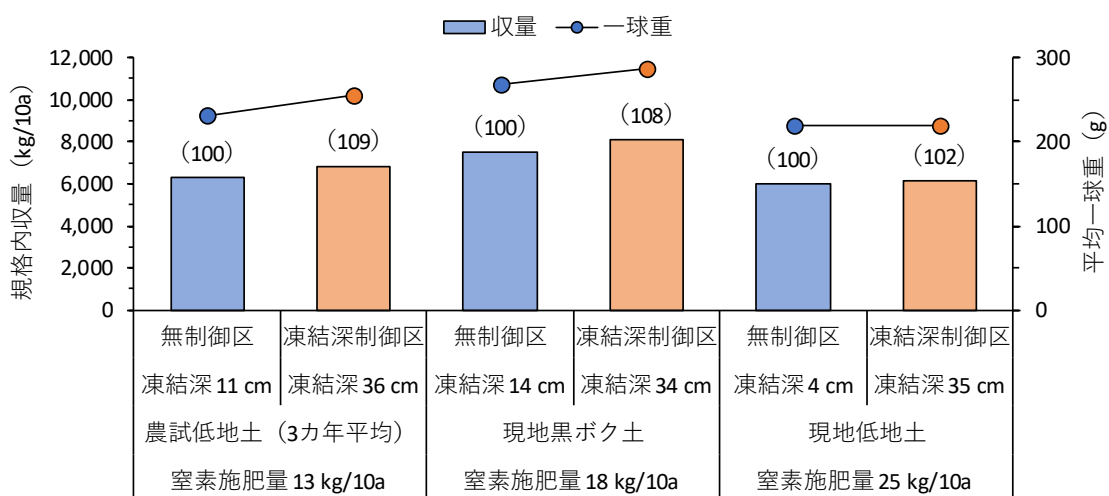
土壤凍結は、土壤理化学性を改善することにより、作物の生産性にも影響する。北見農試および十勝農試において、土壤凍結深制御の実証試験を冬期間の土壤凍結深 30cm を目標として検討した結果、複数の作物で生産性向上効果が確認された。大豆では、凍結促進区の平均子実重は、無処理区対比で 110 と多収であった。スイートコーンの総収量および移植たまねぎの規格内収量では、凍結促進区の平均収量は無処理区対比が共に 109 と多収であった。また、オホーツク地域および十勝地域の現地実証試験においても、移植てんさい、晩春まきにんじん、生食用馬鈴しょの凍結促進区の収量は、無処理区対比が 100 を超えており、これら作物の生産性向上効果が確認された。



図VIII-1 土壤凍結深制御が作物生産性に与える効果 (2015~2017年)

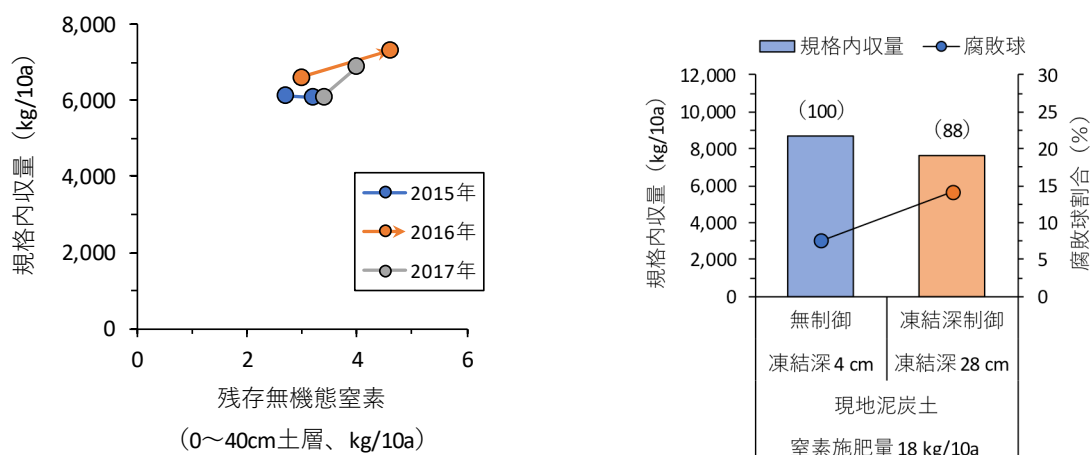
1) たまねぎ

生産性向上効果が得られる土壤凍結深は 30cm（許容値 40cm 以内）である。この効果は、土壤の物理性改善と窒素溶脱抑制などの効果を介して得られ、一球重の増加による。効果は雪踏み、雪割りを問わずいずれの土壤凍結深制御手法でも同様である（図VIII-2, 図VIII-3）。粘質土壤では砕土性向上効果により播種床造成時の耕耘回数の削減が期待できる。砕土性向上効果はオニオンピッカー上での土塊の取り除き作業の軽労化も期待できる。多肥栽培では生産性向上効果が十分に発揮されない場合があり、軟腐病の発生を助長する恐れがあるため、窒素は施肥基準を遵守し適量を施肥する（図VIII-4）。



図VIII-2 たまねぎにおける生産性向上効果

注) 括弧内の数値は収量比を示す。



図VIII-3 融雪後の残存無機態窒素とたまねぎ収量の関係（農試）

注 1) 各年次の無制御区および凍結深制御区の土壤凍結深は次の通り。

2015年：20cm および 34cm

2016年：3cm および 36cm

2017年：11cm および 37cm

注 2) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。

図VIII-4 現地泥炭土における多肥栽培の結果

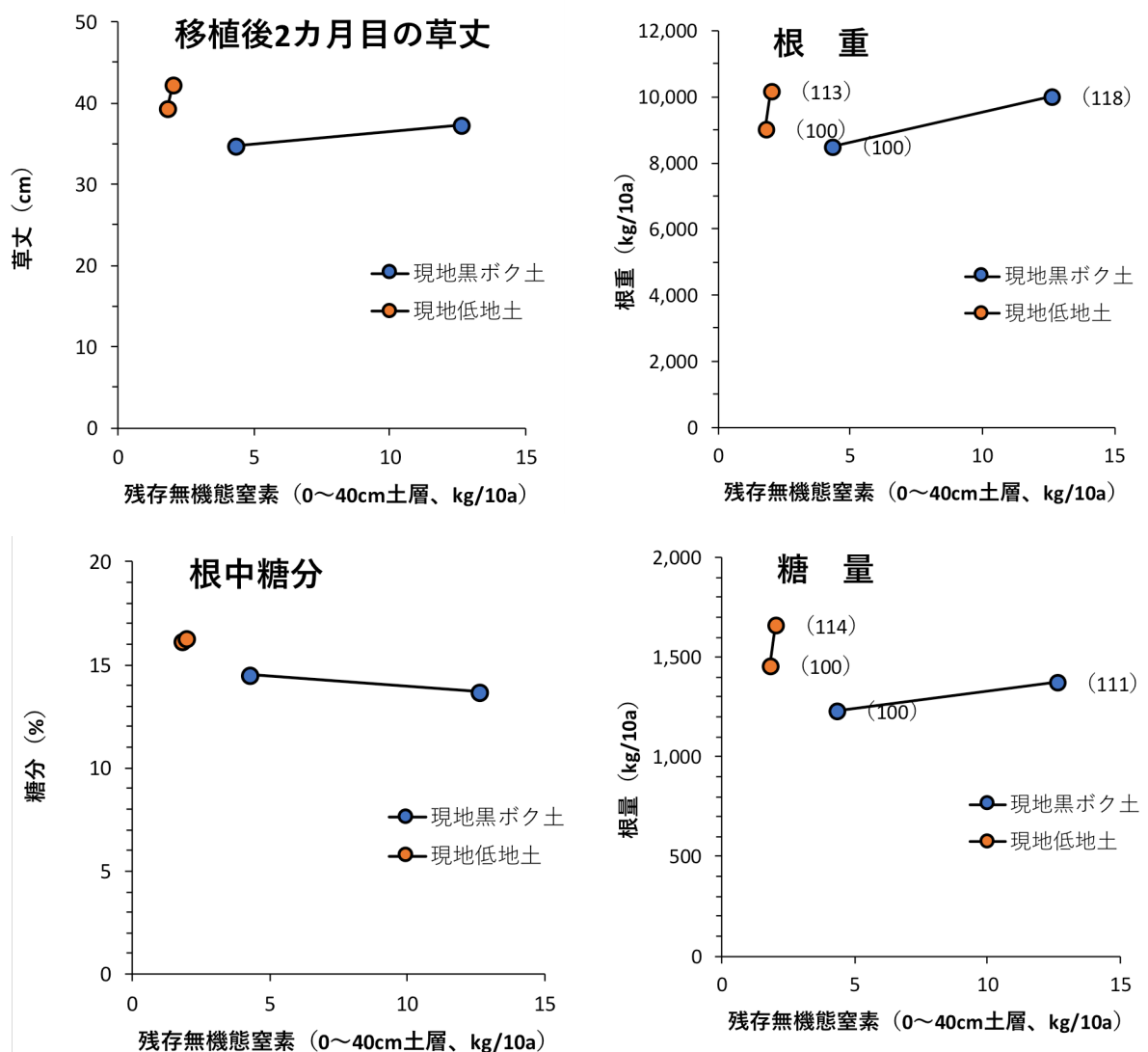
注 1) 括弧内の数値は収量比を示す。

注 2) 腐敗球は主に軟腐病による。

2) てんさい

(1) 移植栽培

生産性向上効果が得られる土壤凍結深は 30cm（許容値 40cm 以内）である。この効果は、土壤の物理性改善と窒素溶脱抑制などの効果を介して得られ、移植てんさいでは初期生育の向上および根重の増加による。効果は雪踏み、雪割りを問わずいずれの土壤凍結深制御手法でも同様である(図VIII-5)。粘質土壤では碎土性向上効果により播種床造成時の耕耘回数の削減が期待できる。多肥栽培では生産性向上効果が十分に発揮されない場合があり、根中糖分の低下を助長する恐れがあるため、窒素は施肥基準を遵守し適正量を施肥する。



図VII-5 融雪後の残存無機態窒素と初期生育、根重、根中糖分、糖量の関係

注1) 各試験地の無制御区および凍結深制御区の土壤凍結深は次の通り。

現地黒ボク土：12cm および 30cm

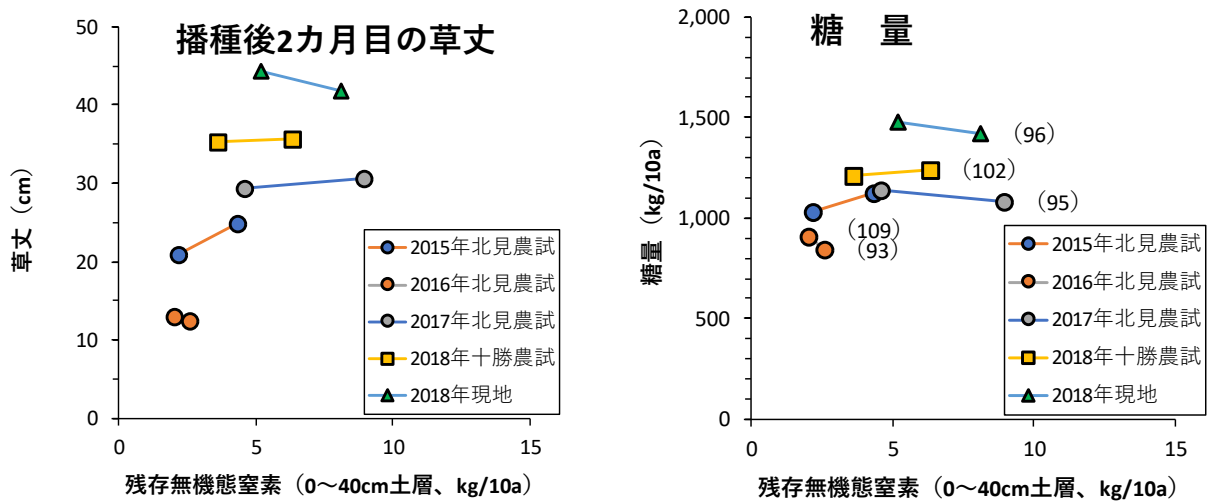
現地低地土：25cm および 34cm

注2) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。

注3) 括弧内の数値は収量比を示す。

(2) 直播栽培

直播栽培では、移植栽培でみられた初期生育の向上はほぼ認められず、むしろ生育初期に地温上昇の遅れによる悪影響を受けやすいため、安定的な生産性向上効果は期待できない（図VIII-6、図VIII-7）。野良イモ対策を目的に土壌凍結深を制御する場合は、生産性向上効果が不安定であることに留意して行う。多肥栽培では根中糖分の低下を助長する恐れがあるため、窒素は施肥基準を遵守し適正量を施肥する。



図VIII-6 融雪後の残存無機態窒素と初期生育、糖量の関係

注1) 各試験地の無制御区および凍結深制御区の土壌凍結深は次の通り。いずれも黒ボク土。

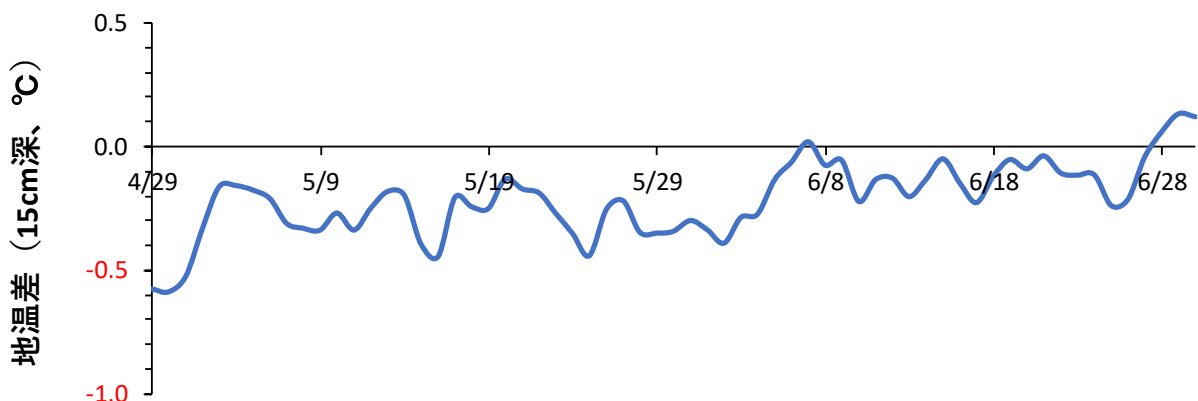
2015年北見農試：20cm および 29cm、2016年北見農試：4cm および 33cm、

2017年北見農試：8cm および 34cm、2018年十勝農試：4cm および 31cm、

2018年現地：8cm および 36cm

注2) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。

注3) 括弧内の数値は収量比を示す。

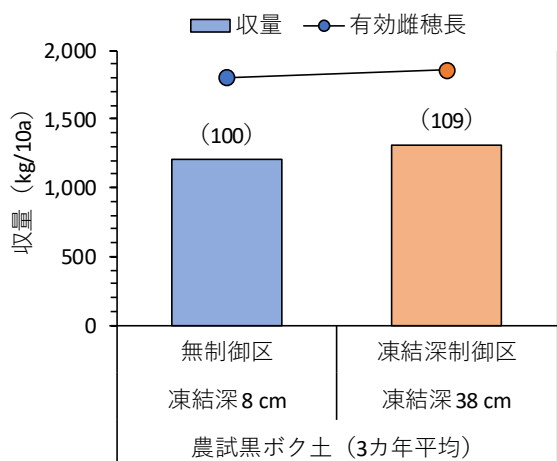


図VIII-7 てんさい生育初期の日平均地温の処理間差（無制御区－凍結制御区）

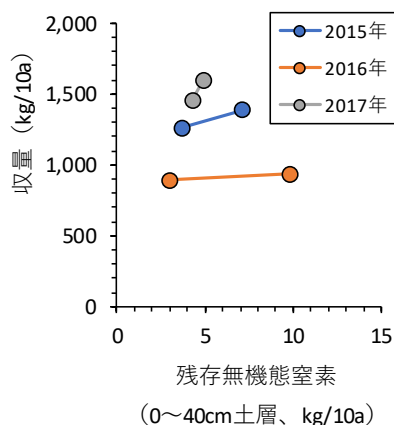
（2016年北見農試、4月27日播種）

3) スイートコーン

生産性向上効果が得られる土壤凍結深は 30cm（許容値 40cm 以内）である。この効果は、土壤の物理性改善と窒素溶脱抑制などの効果を介して得られ、スイートコーンでは雌穂重の増加による(図VIII-9, 図VIII-10)。また、有効雌穂長の増加も期待できる。効果は雪踏み、雪割りを問わずいずれの土壤凍結深制御手法でも同様である。粘質土壤では碎土性向上効果により(図VIII-11)、播種床造成時の耕耘回数の削減が期待できる。



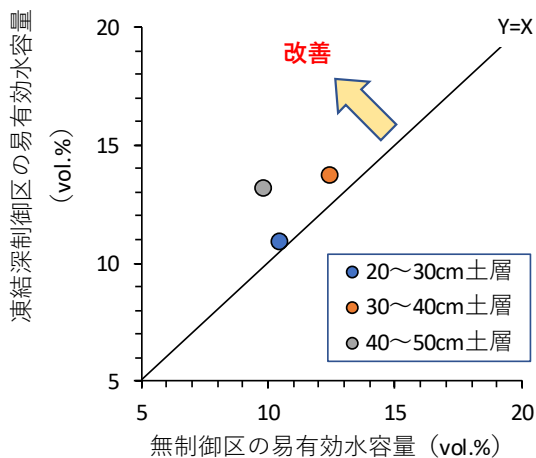
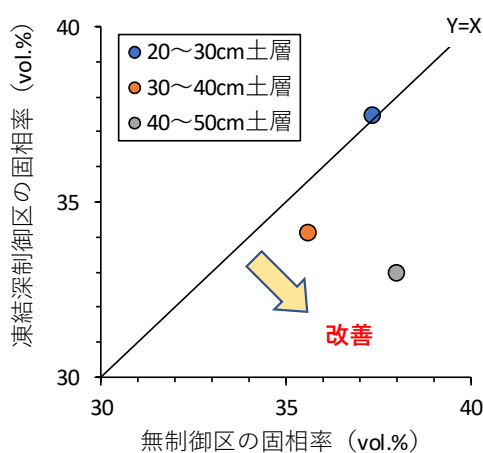
図VIII-9 スイートコーンにおける生産性向上効果
注) 括弧内の数値は収量比を示す。



図VIII-10 融雪後の残存無機態窒素とスイートコーン収量の関係 (農試黒ボク土)

注 1) 各年次の無制御区および凍結深制御区の土壤凍結深は次の通り。
2015年: 5cm および 47cm
2016年: 6cm および 40cm
2017年: 12cm および 26cm

注 2) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。

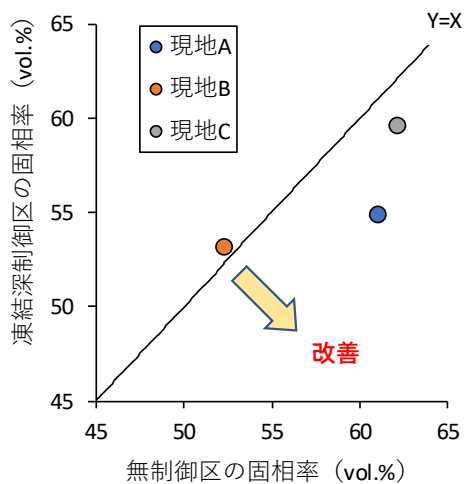


図VIII-11 土壤凍結深制御処理が土壤物理性に及ぼす影響 (農試黒ボク土)

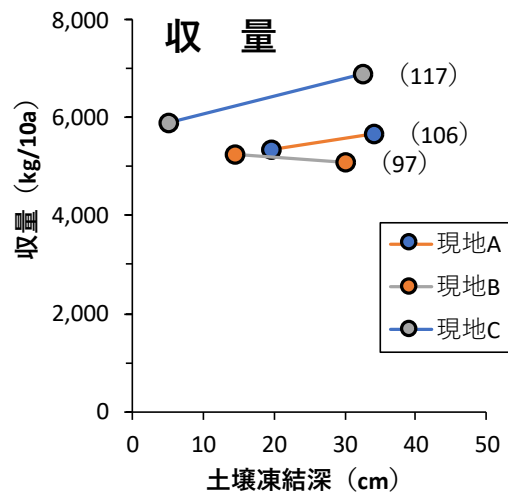
注) 実線 Y=X は、無制御区と凍結深制御区が同等を示すラインで、固相率ではラインを下回ると、易有効水容量ではラインを上回ると改善したことを表す。

4) 飼料用とうもろこし

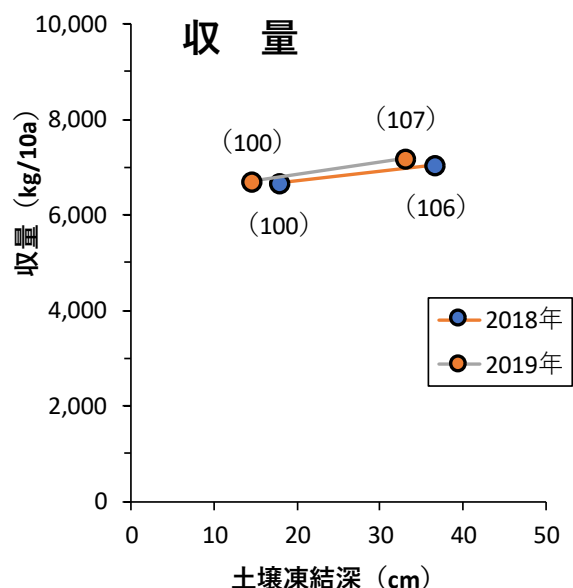
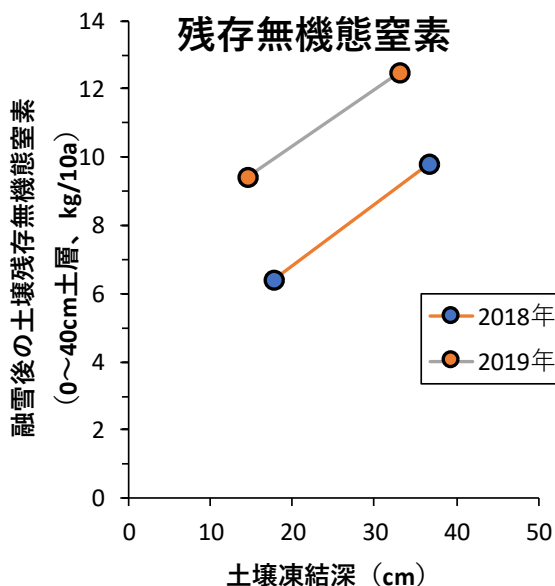
生産性向上効果が得られる土壤凍結深は 30cm（許容値 40cm 以内）である。この効果は、重粘土では主に物理性改善(図VIII-12,図VIII-13)、黒ボク土では主に窒素溶脱抑制などの効果を介して得られる(図VIII-14)。効果は雪踏み、雪割りを問わずいずれの土壤凍結深制御手法でも同様である。粘質土壤では碎土性向上効果により播種床造成時の耕耘回数の削減が期待できる。



図VIII-12 重粘土における土壤物理性改善効果 (30~40cm 土層)



図VIII-13 重粘土における生産性向上効果
注) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。



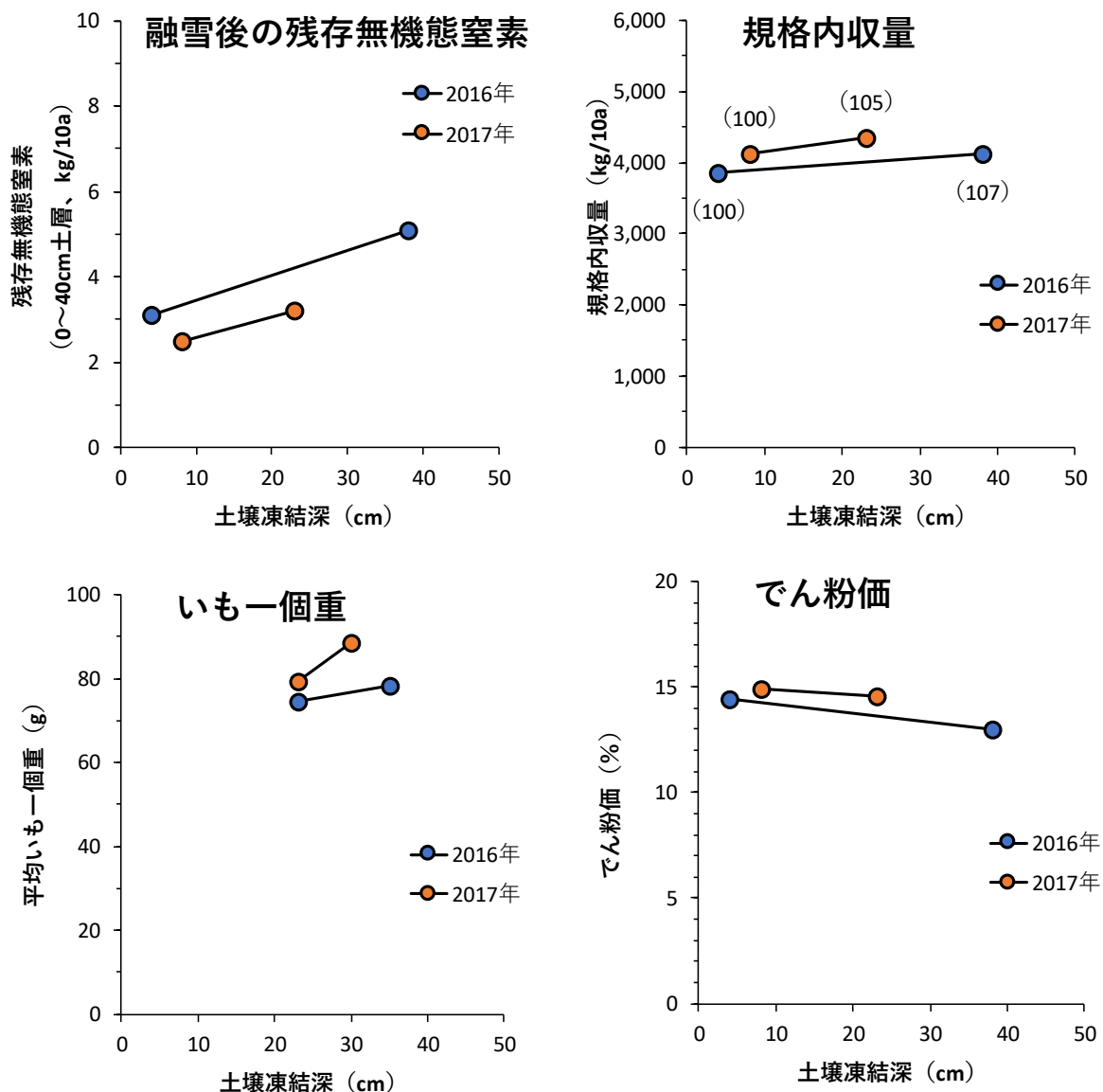
図VIII-14 土壤凍結深と融雪後土壤残存無機態窒素、収量の関係 (農試黒ボク土)

注1) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。

注2) 括弧内の数値は収量比を示す。

5) 馬鈴しょ

生産性向上効果が得られる土壤凍結深は 30cm（許容値 40cm 以内）である。この効果は、土壤の物理性改善と窒素溶脱抑制などの効果を介して得られ、馬鈴しょでは一個重の増加による(図VIII-15)。効果は雪踏み、雪割りを問わずいずれの土壤凍結深制御手法でも同様である。粘質土壤では砕土性向上効果により播種床造成時の耕耘回数の削減が期待できる。砕土性向上効果はハーベスタ上での土塊の取り除き作業の軽労化も期待できる。多肥栽培では生産性向上効果が十分に発揮されない場合があり、でん粉価の低下を招く恐れがあるため、窒素は施肥基準を遵守し適正量を施肥する(図VIII-15 右下)。



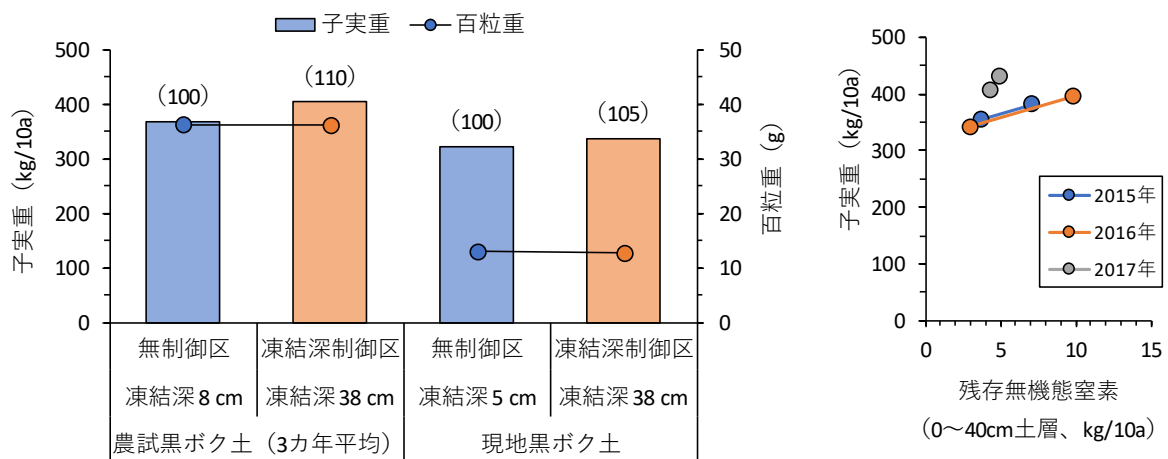
図VIII-15 土壤凍結深と融雪後土壤残存無機態窒素、規格内収量、いも一個重、でん粉価の関係（現地黒ボク土、男爵薯）

注1) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。

注2) 括弧内の数値は収量比を示す。

6) 大豆

生産性向上効果が得られる土壤凍結深は 30cm（許容値 40cm 以内）である。この効果は、土壤の物理性改善と窒素溶脱抑制などの効果を介して得られ、大豆では初期生育の向上による（図VIII-16、 図VIII-17、 図VIII-18）。効果は雪踏み、雪割りを問わずいずれの土壤凍結深制御手法でも同様である。粘質土壤では碎土性向上効果により、播種床造成時の耕耘回数の削減が期待できる。その他豆類については効果未確認である。



図VIII-16 大豆における生産性向上効果

注) 括弧内の数値は収量比を示す。

図VIII-17 融雪後の残存無機態窒素と大豆収量の関係 (農試黒ボク土)

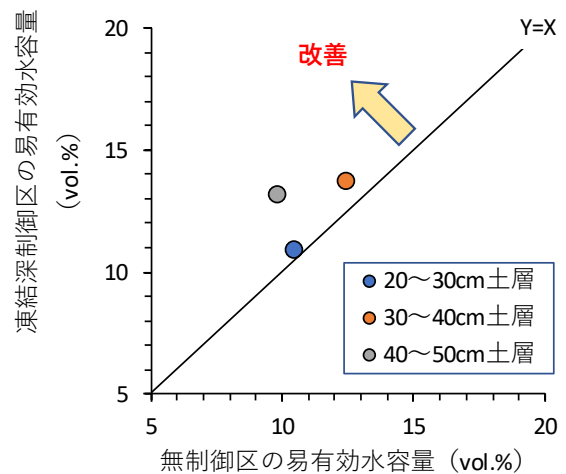
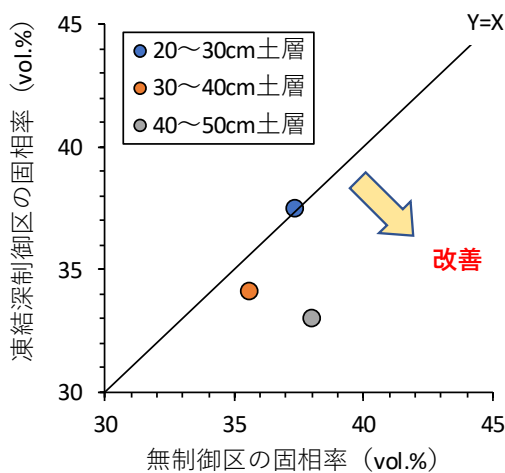
注 1) 各年次の無制御区および凍結深制御区の土壤凍結深は次の通り。

2015年: 5cm および 47cm

2016年: 6cm および 40cm

2017年: 12cm および 26cm

注 2) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。

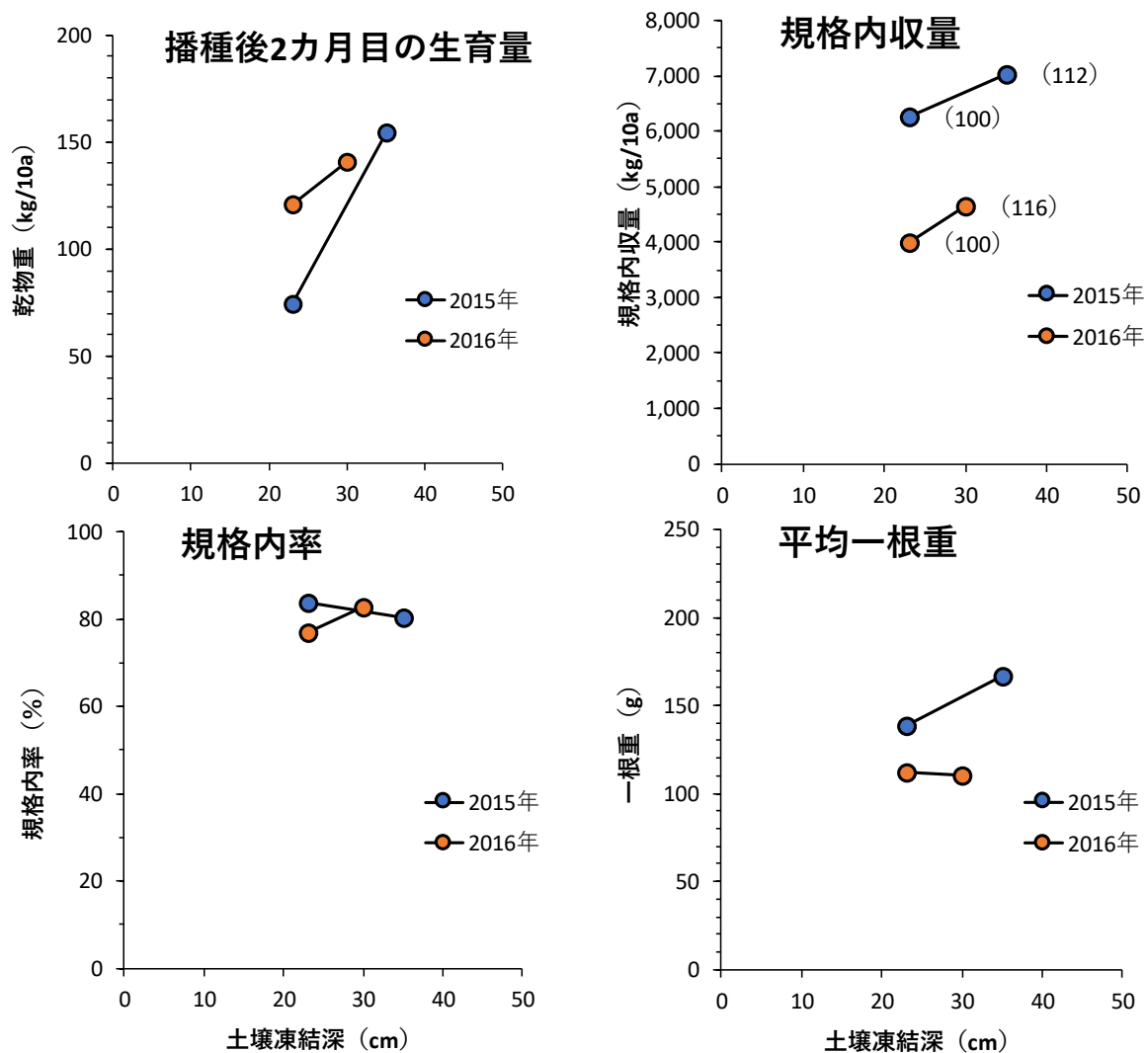


図VIII-18 土壤凍結深制御処理が土壤物理性に及ぼす影響 (農試黒ボク土)

注) 実線 Y=X は、無制御区と凍結深制御区が同等を示すラインで、固相率ではラインを下回ると、易有効水容量ではラインを上回ると改善したことを表す。

7) にんじん

生産性向上効果が得られる土壌凍結深は 30cm（許容値 40cm 以内）である。この効果は、土壌の物理性改善と窒素溶脱抑制などの効果を介して得られ、にんじんでは初期生育の向上と規格内率または一根重の増加による（図VIII-19）。効果は雪踏み、雪割りを問わずいずれの土壌凍結深制御手法でも同様である。粘質土壌では碎土性向上効果により播種床造成時の耕耘回数の削減が期待できる。多肥栽培での試験事例はないが、生産性向上効果が十分に得られない恐れがあるため、窒素は施肥基準を遵守し適正量を施肥する。



図VIII-19 土壌凍結深と生育、規格内収量、規格内率、一根重の関係
(現地黒ボク土、晩春まき)

注1) 各年次における無制御区および凍結深制御区の融雪後の土壌残存無機態窒素（0～40cm 土層）は次の通り。

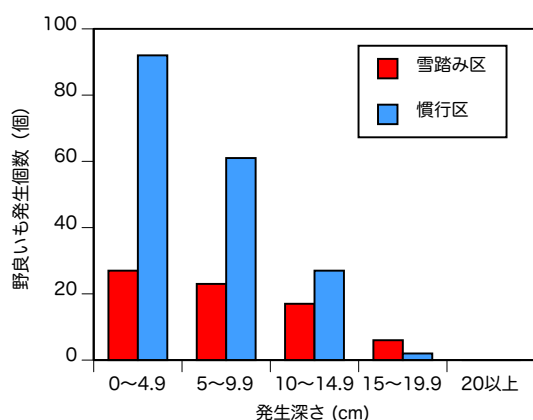
2015年：3.7 および 4.7kg/10a、2016年：3.2 および 4.0kg/10a

注2) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。

注3) 括弧内の数値は収量比を示す。

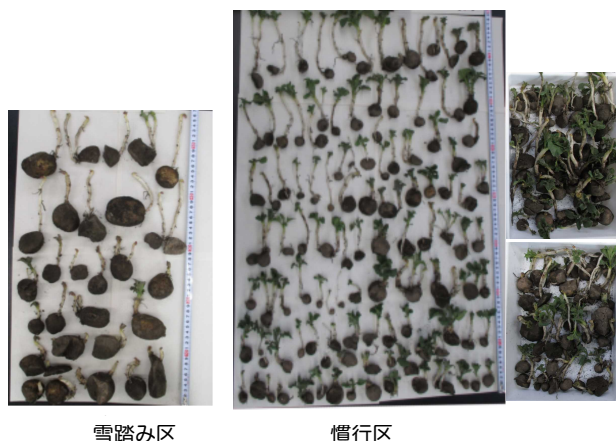
IX 現地優良事例

1. 野良イモ防除の現地実証



図IX-1 深さ別の発生個数 (a当たり)

H28網走農業改良普及センター本所



雪踏み区

慣行区

写真IX-1 塊茎の大きさの調査の状況(5/30調査)

H28 網走農業改良普及センター 本所

発生した野良イモの深さは、15cm よりも浅い。雪踏み区では明らかに野良イモの発生を抑制した。野良イモの塊茎の大きさは大小様々で、雪踏み区では塊茎の小さい個体は認められなかった。

表IX-1 雪踏みによる野良イモ処理の労賃軽減事例

年次	野良イモ処理に要した雇用労賃・ 家族労働時間(延べ・4ha当たり)		内訳
	雇用労賃(円)	家族労働時間(時間)	
H29年 (雪踏み実施前)	83,200	88.0	作業内容:野良イモを人力で抜き取り 作業時期:6~7月(農繁期) 雇用労賃:パート4人×2日(時給1,300円) 家族労働時間:4人×2日、2人×1.5日
H30年 (雪踏み実施後)	0	7.5	作業内容:タイヤローラをトラクタで牽引して 雪踏み(7.5時間/5回) 作業時期:12~1月(農閑期) 家族労働時間:1人×約1日

H30 石狩農業改良普及センター本所

雪踏みによる野良イモ処理にかかる労賃は大幅に削減できた。

2. 野良イモ以外の雑草に対する除雪の効果事例

- 〈馬鈴しょ〉 除雪区の防除率 65%、無処理区は 0%と大きな差が見られた。
- 〈ギシギシ〉 除雪区の防除率 94%、無処理区は 84%と両区とも効果が高かった。
- 〈山わさび〉 除雪区の防除率 5%、無処理区は 15%と効果が低かった。
- 〈クワイモ〉 除雪区、無処理区ともに防除率 0%と全く効果が見られなかった。

No.	試験区名		試験内容	設置株数
1	除雪区	ばれいしょ区	20～60 g 程度の塊茎を埋設	各区 20株
2		キクイモ区	20～50 g 程度の地下茎を埋設	
3		ギシギシ区	10 g 程度の地下茎を埋設	
4		山わさび区	5 g ～20 g 程度の地下茎を埋設	
5	無処理区 (除雪無し)	ばれいしょ区	20～60 g 程度の塊茎を埋設	
6		キクイモ区	20～50 g 程度の地下茎を埋設	
7		ギシギシ区	10 g 程度の地下茎を埋設	
8		山わさび区	5 g ～20 g 程度の地下茎を埋設	

※除雪：土壤凍結深30cm程度となるように除雪

※埋設深度：15cm

※山わさび：正式名セイヨウワサビ又はホースラディッシュ



〈無処理区〉 〈処理区〉
ばれいしょ



〈無処理区〉 〈処理区〉
ギシギシ



〈無処理区〉 〈処理区〉
山わさび



〈無処理区〉 〈処理区〉
キクイモ

写真IX-1 野良イモ以外の雑草に対する除雪の効果

H29 網走農業改良普及センター清里支所

野良イモ防除のための土壤凍結深の目標である 30cm にはおよばなかったが、土壤凍結促進により、馬鈴しょ塊茎の防除効果は非常に高まり、有効性は確認で

きた。但し、山わさびやキクイモにはほとんど効果が無く、作物により大きな差があることが確認された。

3. 物理性改善の現地実証

土塊の粒径分布

慣行区は、ソイルクランブル後の粒径 20mm 以上は 60%程となり、整地後は 40%程で、20mm 以上の塊が目立った。雪踏み区は、ソイルクランブル後の時点で粒径 20mm 以上が 20%程で、整地後は 10%程と少なかった。雪踏み区では、一度耕起した時点で土のこなれが違う感触であった。ほ場に足を踏み入れた感触は、慣行区は 10~20cm 程の大きな塊がゴロゴロとあり、硬くて歩きづらかったのに対し、雪踏み区は、とりわけ目立つ土塊は少なく、フカフカしていた。



写真IX-2 雪踏みによる物理性改善効果

H26 網走農業改良普及センター本所

砕土性は、作土30cmまでの土壌をふるい、5mm以下から20mm以上の土塊分布を4段階で測定し、その割合を比較した。その結果、20mm以上の大きな土塊の割合が、融雪後、整地後供に慣行区より減少し、5mm以下の土塊は増加するなど砕土性に差が見られた（表IX-2、写真IX-3）。

土壌の三相分布は、1層目(0-20cm)は雪踏みの有無での差は見られなかったが、2層目(20- 40cm)以降は固相率が5%程度雪踏み有りて減少した（図IX-2）。

透水性は、1層目と3層目で透水時間が短縮された（表IX-3）。

表IX-2 土壤凍結の有無が碎土性に及ぼす影響

	調査日	処理	反復	土塊分布 (%)			
				5mm 以下	5~10	10~20	20mm 以上
融雪後 (耕起前)	4月19日	土壤凍結有り	1	24.3	19.2	23.4	33.1
			2	26.4	17.6	19.2	36.7
			平均	25.4	18.4	21.3	34.9
		土壤凍結無し	1	13.6	10.0	13.8	62.6
			2	15.0	13.4	21.3	50.3
			平均	14.3	11.7	17.6	56.5
整地後	5月2日	土壤凍結有り	1	14.7	16.1	16.9	52.3
			2	31.0	16.0	15.9	37.1
			平均	22.9	16.1	16.4	44.7
		土壤凍結無し	1	12.6	17.8	16.1	53.5
			2	20.8	14.0	16.6	48.7
			平均	16.7	15.9	16.4	51.1

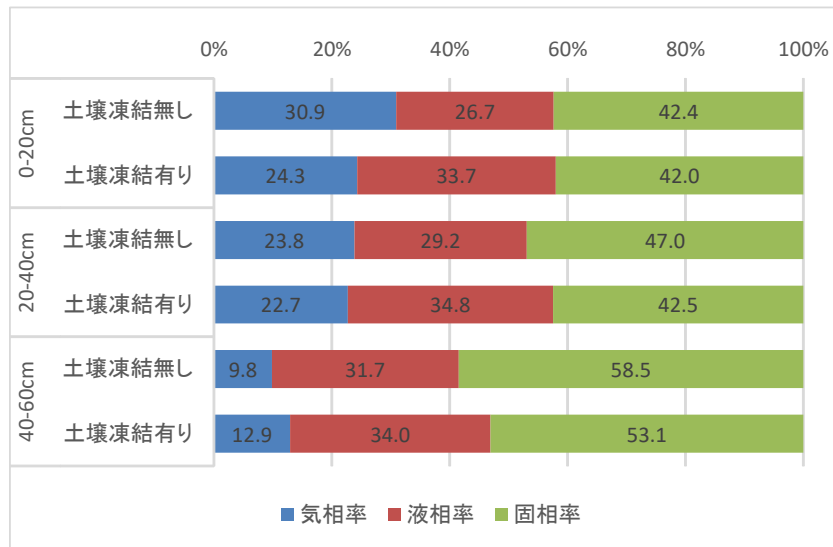


写真左：土壤凍結有り
写真右：土壤凍結無し

※左から20mm以上・10~20mm・5~10mm・5mm以下

写真IX-3 土壤凍結の有無による碎土性改善効果

③ 土壤三層



図IX-2 土壤凍結の有無が土壤三相分布に及ぼす影響

表IX-3 土壤凍結の有無が透水性に及ぼす影響

④透水性（融雪後）

区分	土壤深	飽和透水係数 (cm/秒)	10mmの水が引くのに 要する時間
土壤凍 結無し	0-20cm	7.6.E-04	3.6 時間
	20-40cm	1.1.E-03	2.5 時間
	40-60cm	2.5.E-04	11.2 時間
土壤凍 結有り	0-20cm	2.4.E-03	1.1 時間
	20-40cm	1.1.E-03	2.6 時間
	40-60cm	3.0.E-04	9.3 時間

H30 網走農業改良普及センター本所

スプリングハローを施工した状態(ロータリー整地前)では、土塊の有無の差が達観でも明らかに確認された(写真IX-4)。

写真2 砕土の状態（スプリングハロー後、ロータリー整地前、平成26年4月30日）



写真IX-4 雪よけが砕土性に及ぼす影響

H26 網走農業改良普及センター本所

4. 生産性向上の現地実証

土壤凍結が深く入ることで、たまねぎの生育や収量は、悪影響を及ぼさないことが確認できた（表IX-4）。

表IX-4 雪踏みがたまねぎの生育・収量に及ぼす影響

区分	総収量		規格内収量		規格外収量		規格内平均 一球重	
	kg/10a	対比	kg/10a	対比	kg/10a	対比	g	対比
雪踏み区	6727.8	109	6156.0	112	571.8	85	219.0	107
慣行区	6165.7	100	5489.1	100	676.6	100	204.5	100

* 1坪調査より算出。

区分	規格内割合(%)						規格外割合(%)								障害 球率 (%)	病害 球率 (%)	
	2L	L大	L	M	S	計	小玉	変形	裂皮	皮ムケ	分球	長玉	扁平	その他			計
雪踏み区	0.0	38.9	47.0	5.3	0.3	91.5	0.1	6.0	0.0	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	8.5	0	0
慣行区	0.0	17.3	56.5	15.2	0.0	89.0	0.3	3.5	0.0	3.8	0.6	1.3	1.5	0.0	11.0	0	0

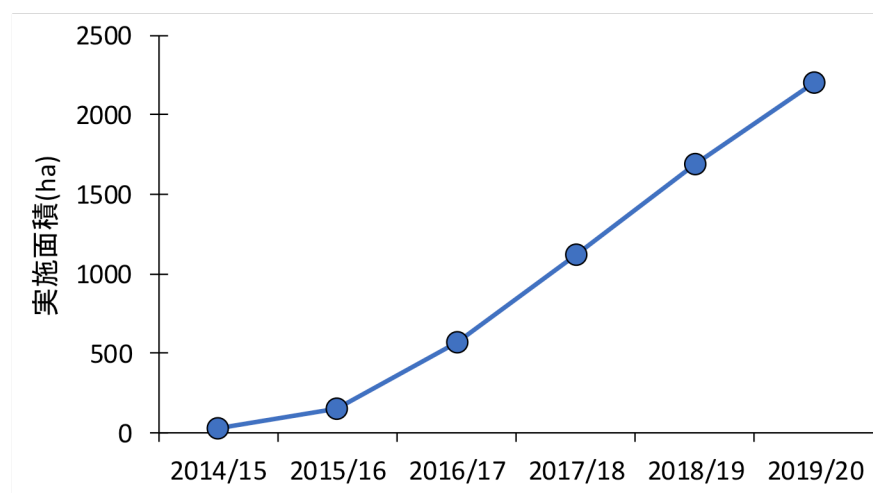
* 規格割合は球重別で算出。

H26網走農業改良普及センター本所

X その他資料

1. 普及面積の推移

聞き取り調査から除雪による野良イモ防除は1980年前後から一部の先進的な農家で試行されていた。その後、1990年代に土壤凍結深の減少傾向が顕著になってから十勝地方の南部地区を中心に少しずつ広がりだした。十勝地方では農協や十勝農協連における聞き取り調査から2005年時点で数百ha規模、その後、2011年の十勝農試による農協へ調査から2,100haへ増加し、2012年度にてん蔵による土壤凍結深制御のシステム本格的運用から5,300ha(雪割り4,800ha、雪踏み500ha)と普及が拡大した。一方、オホーツク地方ではJAきたみらい管内で2012年頃からたまねぎ畑への碎土性向上などを目的とした雪割りの試用がはじまりだした。その後、雪踏みの利用が大きく伸び、現時点では制御法の割合で見ると雪踏みが95%以上である。2013年の施工面積は30haであったが、2016年には1,119haにも伸び、その後、毎年約500haずつ伸び、2018年度では2,188haまでの施工実績となっている(図X-1)。オホーツク地方全体でも2018年度で3,600ha実施されている。今後は十勝地方では野良イモ対策以外での活用、オホーツク地方では、オホーツク農協連によるシステムの本格運用で普及面積がさらに拡大する可能性がある。



図X-1 JAきたみらい管内における雪踏み・雪割りの実施面積(ha)の推移
(面積割合は雪踏みが95%以上の割合を占め、雪割りは5%程度である)

2. 作業時間

雪割りの1回あたりの作業時間は0.25～1hr/ha、雪踏みは0.5～1hr/ha程度である。ただし、トラクタなどの作業機械の馬力と積雪量の関係や畑の傾斜程度によっては、さらに作業時間を要することもある。雪割りの場合、畑の全面を除雪するためには少なくとも2回は実施、さらに雪割り実施後に追加除雪を実施する場合は、追加除雪を必要とする。雪踏みは、最小1回の作業で、凍結深30cmを達成できる場合もある。ただし、通常の積雪量であれば2～5回程度実施していることが多い。さらに、30cm以上の降雪があった場合は、雪踏み作業をスムーズにするために事前にトラクタのみでカウ走り作業を必要とする。この作業は1hr/ha以上と見込まれる。これらのことを勘案すると冬季作業は多くても合計、1haあたり数時間オーダーとなる。これは冬季の農閑期に見込まれる作業時間となる。ちなみに、野良イモ防除を夏季の農繁期に人力による作業で行う場合、一人当たり30～70hr/haである。

3. 経費

表X-1と表X-2で生産者が自らV羽根あるいはタイヤローラを購入して雪割り、雪踏みをした場合の諸経費を示す。野良イモ対策において雪割りによる経費は、夏季の野良イモ防除による経費を下回り、大きな費用対効果があることがわかる。雪踏みはタイヤローラを用いるが、この標準的な価格は、雪割りで用いるV羽根よりも約2～3割安価である。したがって、単位面積当たりの導入コストは個人使用でもさらに抑えられ(表X-2)、共同所有ではさらに圧縮される。また、雪割り、雪踏み共に対象技術が広がり、適用面積が拡大されることで、本技術導入のメリットがさらに図られると期待できる。

十勝管内では、生産者個人が行う場合に加えて、農協や株式会社等による作業受委託体系を活用する生産者も増加しており、2018年度は管内農協の受託面積だけで約800haあり、その他の株式会社等を含めると更に多いことが予想される。生産者は作業を委託することで作業機購入費や作業負担を減らすことができ、積雪が多くトラクタを走らせることができない条件であっても委託先によってはホイールローダーを使用して対応できるところもある。作業受託費はおよそ1～2万/1時間と設定していることが多く、委託を希望する生産者も増加傾向にある。

増収効果や品質改善効果が得られれば、さらに収益増加となる。なお、たまねぎ畑に導入した場合、本技術の適用で6%の増収(基礎データはこれまでの試験成績を根拠)すると平均収量 $55,000\text{kg/ha} \times 6\% \times \text{単価 } 87\text{円/kg} = \text{約 } 29\text{万円}$ となり、この場合も費用対効果を大きく上回る。また、砕土性の向上で耕うん作業

1回省略もでき費用換算すると約6千円の節減効果がこれに加わる。

表X-1 雪割りに関わる経費と野良イモ掘り取り経費の比較(H24年度北海道成績会議資料「土壌凍結深の制御による野良イモ対策技術」を一部改変)

＜生産者自身が実施の場合＞		
V羽根作業機代	購入750,000円÷使用年数7年÷2戸÷1.4ha	38,265 円/ha
燃料代	軽油86円/L×使用量15L/時間 ×作業時間0.5時間/ha×4回	2,580 円/ha
労働費	1,720円/時間×0.5時間/ha×4回	3,440 円/ha
		合計 44,285 円/ha

注1) V羽根費 調査で実質価格に変更 2戸による共同利用

注2) 作業面積は、馬鈴しょ栽培平均面積(8.1ha)×後作が小麦以外の割合(17%)として算出

注3) トラクタは100～120PS級

●野良イモ掘り取りにかかる経費(一戸あたり)

掘り取り労賃	68時間/ha×1,720円/時間	116,960 円/ha
--------	-------------------	--------------

注4) 労働時間は十勝農試での野良イモ掘り実績平均 労働費は澱粉原料用の家族労働単価(農林水産省、2015)

表X-2 雪踏みに要する導入経費

生産者自身の実施による経費試算(個人所有)		
タイヤローラ作業機代	購入500,000円÷使用年数7年÷1戸÷12ha	5,952 円/ha
燃料代	軽油86円/L×使用量10.5L/時間 ×作業時間0.7時間/ha×4回	2,528 円/ha
労働費	1,720円/時間×0.7時間/ha×4回	4,816 円/ha
		合計 13,297 円/ha

注1) タイヤローラ購入費 聞き取り調査

注2) 作業面積は、オホーツクA町での実績 たまねぎ適用等も含めた実績

注3) トラクタは100～120PS級 作業負荷はケンブリッジローラと同水準とみなす

XI 野良イモ防除・土壌理化学性改善による生産性向上のための雪割り・雪踏み技術指針

○馬鈴しょ収穫作業：

- ・ ハーベスタの収穫深度を品種に適応した適切な深度に設定
- ・ 高い収穫精度による残存塊茎数の低減

○馬鈴しょ収穫後の前処理：

- 雪割り・雪踏み効果が不十分な場合のある比較的温暖な地域（12月～2月の平均気温-5℃以下を安定的に確保できない地域）や、防除効果をさらに高めたい場合
- ・ 損傷処理（収穫後ロータリーハロー）
 - ・ 表層集積（野良イモディガ）

○留意点：

- ・ 秋に反転耕起作業を実施しない

○雪割り・雪踏み作業：

- ・ 雪割り V羽根を装着 雪踏みタイヤローラを直装、けん引したトラクタ等
- ・ 積雪深が15cm以上になったら実施する
- ・ 土壌凍結深30cmを目標とする
- ・ 降雪後の追加雪踏みによる凍結促進の維持
目標凍結深に達したら雪踏みを中止する。
- ・ 雪割りでは過剰凍結による次作への悪影響が懸念される場合には雪割りでは割り戻しを行う。
（割り戻し：後期雪割りによる堆積部を崩して地表を雪で覆う作業）

土壌凍結深推定システムで判断

○ 雪割り・雪踏み実施

- | | |
|------------------|--|
| ○ 雪割り・雪踏み要否の判断 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 以下の①の場合は雪割り・雪踏み不要、②の場合は経過を観察する ① 積雪深15cm以上に達した時期に、「経過図」の推定土壌凍結深が30cmに達する場合 ② 上記で確認した推定凍結深が30cmに近い場合 |
| ○ 追加雪割り・雪踏みの要否判断 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1回目雪割り・雪踏み以降の降雪後に凍結深推定値が30cmに達しない場合は追加・雪割り雪踏みを実施する ・ ただし、雪割りでは、積雪深が15cm未満で、凍結深推定値が30cmに近い場合、雪踏みでは、圧雪層上の積雪深が15cm未満で、凍結深推定値が30cmに近い場合は経過を観察する |
| ○ 凍結確認 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 目標凍結深到達を確認 |

注) 天気予報（降雪予報）を参考に、雪割り・雪踏み作業の日程を微調整して効率的に実施する。
積雪深と所持する機械の能力に応じ、必要に応じて雪割り・雪踏み開始時期を早める。

謝辞

本マニュアルは試験研究機関の研究成果のみならず、生産者、農業改良普及センター、JA 各機関、農業関係各機関により多大なご尽力やご協力を頂き作成した。また、特に生産者では十勝地方更別村の畑作生産者である吉田豊氏とオホーツク地方訓子府町の畑作生産者である水留亮氏には、本マニュアルの作成に向けて多大なるご助言を頂いた。ここに記して感謝を申し上げる次第である。

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
2020年3月20日発行

発行所

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

〒099-1496

北海道常呂郡訓子府町字弥生52

TEL : 0157-47-2565

FAX : 0157-47-2774

監修

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
農業研究本部 北見農業試験場・十勝農業試験場
農研機構北海道農業研究センター
きたみらい農業協同組合
十勝農業協同組合連合会
