

4) 畑の生産力アップ！「冬に土を凍らせる」

(研究成果名：土壤凍結深制御技術による畑地の生産性向上

道総研 北見農業試験場 研究部 生産環境グループ
道総研 十勝農業試験場 研究部 生産環境グループ
農研機構 北海道農業研究センター 生産環境研究領域
大規模畑作研究領域

1. 試験のねらい

雪割りによる土壤凍結深制御技術（平成 25 年普及推進事項）は、冬に土を凍らせて畑に残ったばれいしょを死滅させる野良イモ対策として開発され、十勝地域を中心に普及している。本試験ではこの技術を応用・発展させ、土壤凍結促進が畑地の理化学性改善やそれに伴う作物生産性向上に有効なことを示す。また、凍結深制御手法としてオホーツク地域で広まりつつある雪踏みの特性と活用法を明らかにするとともに、既存の野良イモ対策用の土壤凍結深推定システムを汎用的で広域に活用できるように改良する。

2. 試験の方法

- 1) 土壤凍結促進が畑地の理化学性と作物生産性に与える効果の検討
- 2) 雪踏みによる土壤凍結深制御手法の拡張
- 3) 土壤凍結深推定システムの改良
- 4) 土壤凍結深制御による畑地の生産性向上効果の実証と技術導入時の留意点の抽出

3. 試験の結果

- 1) 土壤凍結促進による砕土性向上は、土壤の種類を問わず、凍結深が 20 数 cm 以上で効果が得られ（表 1）、播種床造成で 3 回以上の砕土・整地を行う場合に回数削減の可能性がある。透水性向上は、低地土や泥炭土において凍結深が 30cm 程度で効果が得られる可能性がある。窒素溶脱低減は、凍結深 40cm 程度までは深く凍結させるほど効果が大きい傾向にある（図 1）。
- 2) これらの土壤理化学性に対する効果が共通して得られる凍結深は 30～40cm の範囲であるが、凍結促進で融雪後の地温上昇と土壤の乾きが遅れること（図 2）、また現実的な凍結深制御の精度幅は±数 cm であること、さらに過剰凍結による融

雪水の滞水等の弊害を防ぐため、凍結深は野良イモ対策と同じく 30cm を目標に制御する。

3) 土壤凍結促進による作物生産性の向上は、砕土性や透水性、保水性の向上等の土壤物理性の改善と窒素溶脱低減効果の両者によるものと考えられる。そのため、これらの効果が共通して発現する凍結深 30cm 程度の場合に、大豆、スイートコーン、たまねぎはいずれも生産性が向上する（表 2、農試試験）。ただし、4 月下旬に播種した直播てんさいでは、天候不順時の地温上昇の遅れが影響し、効果が発現しにくいことがある。

4) 雪踏みによる凍結深制御は雪割りと同等の野良イモ対策効果がある（データ省略）。雪踏みは雪割りに比べ、使用機種が安価で共同利用がしやすい長所を持つが、積雪深が深い場合や傾斜地等での施工にはやや難があり、立地条件等を考慮した凍結深制御手法の選択が必要である。

5) 既存の土壤凍結深推定システムの対象地域を十勝のみから全道一円に拡大中である（現時点で道北のみ未対応）。また、積雪深分布推定法を改良して凍結深の推定精度の向上を図るとともに、雪踏み（圧雪）条件での凍結深推定モデルを新システムに導入した（図 3）。

6) 土壤凍結深制御による生産性向上効果を現地で検証したところ、窒素溶脱低減に影響する積雪量の違いや窒素施肥量の多寡が効果の発現程度を左右したものの、各種作物ともに目標凍結深 30 cm を目安に制御すると効果が得られることが実証された（表 2、現地実証試験）。

【用語の解説】

雪踏み：タイヤローラー（口絵）を用いて畑全面を圧雪し、土壤に冷気が伝わりやすくすることで、土壤凍結を促進する方法。

表1 土壌凍結促進による碎土性および透水性向上効果

土壌 区分	試験区	碎土性			透水性		
		n	最大凍結深 (cm)		n	最大凍結深 (cm)	畑地浸入 能(I _b) (mm/h)
			春耕前	整地後			
黒ボク土	無処理	10	10±8	59±18	19	10±6	262±181
	凍結促進		29±7	69±20**		34±9	262±195
低地土・ 泥炭土	無処理	12	13±9	62±27	23	12±8	216±298
	凍結促進		31±7	69±18**		32±8	316±287*

注) 数値は平均±標準偏差を示す(表2も同様)。*、**はそれぞれ5%、1%水準で有意差(Dunnett多重検定)のあることを示す(図2・表2も同様)。

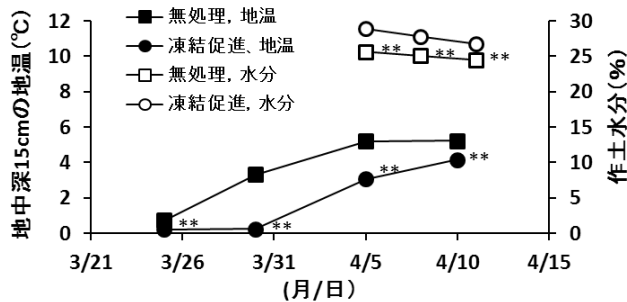


図2 土壌凍結促進が地温および作土水分の推移に及ぼす影響(2015/16年、n=7)

注) 最大凍結深: 無処理区 7±4cm、凍結促進区 28±6cm。

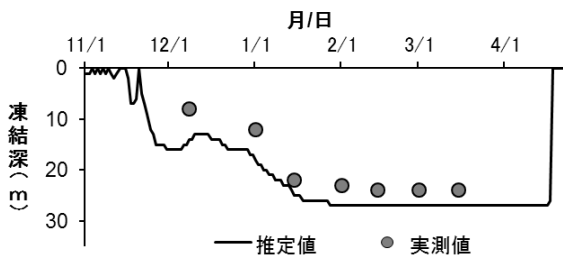


図3 雪踏み条件での土壌凍結深推定モデルによる推定値と実測値(オホーツク現地、2016/17年)

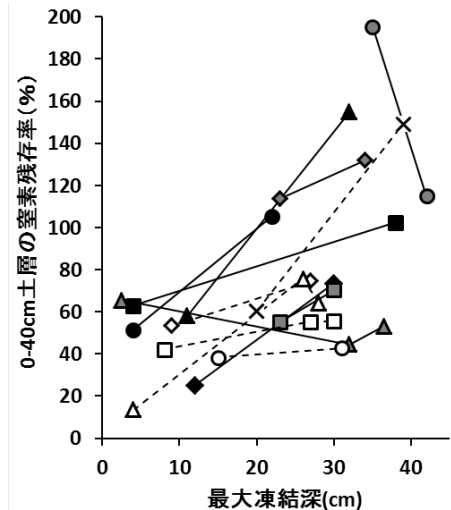


図4 土壌凍結深と窒素残存率の関係(2015/16年、オホーツク10箇所、十勝3箇所)

注1) 窒素残存率(%)=融雪後の無機態窒素量(kg/10a)/前年11月の無機態窒素量(kg/10a)×100

注2) 同一試験地におけるプロットを線で結んで表示。実線は黒ボク土、点線は非黒ボク土(低地土・泥炭土)を示す。

表2 土壌凍結促進が作物生産性に与える効果(農試試験、現地実証試験)と留意点

試験地区 区分	作物	窒素 施肥量 (kg/10a)	試験区	最大 凍結深 (cm)	融雪後 無機態N (kg/10a)	収量 (kg/10a)	同左比 (最小-最大)	留意点 (目標凍結深30cmを前提)
農試	大豆 (n=3)	1.8 ±0.0	無処理	8 ±4	3.7 ±0.7	368	100	・ 多肥栽培では、効果が 発現しにくく、糖分・で ん粉価などの品質低下 や軟腐病の助長が危惧 されるため、窒素は施 肥ガイドを遵守し、適正 量を施肥する。
	てんさい(直播) (n=3)	18.0 ±0.0	凍結促進	38 ±11	7.3 ±2.5	404 **	110 (106-116)	
	スイートコーン (n=3)	12.0 ±0.0	無処理	11 ±8	5.8 ±4.2	1,027	100	
			凍結促進	32 ±3	6.8 ±3.4	1,017	99 (93-109)	
	たまねぎ(移植) (n=3)	13.0 ±1.7	無処理	8 ±4	3.7 ±0.7	1,204	100	
			凍結促進	38 ±11	7.3 ±2.5	1,309 *	109 (105-110)	
現地 実証	大豆 (n=1)	1.6	無処理	11 ±9	3.2 ±0.2	6,267	100	・ 非黒ボク土では、積雪 量が多い年に窒素溶脱 低減効果が小さくなり、 効果が発現しにくいこ とがある。
			凍結促進	36 ±2	4.0 ±0.7	6,800 *	109 (102-113)	
	てんさい(移植) (n=2)	19.8 ±0.4	無処理	5	2.6	322	100	
			凍結促進	38	4.4	337	105	
	たまねぎ(移植) (n=3)	19.8 ±4.1	無処理	19 ±9	5.2 ±2.5	1,346	100	・ 播種時期が早い直播て んさいでは、天候不順 時に効果が発現しにく いことがある。
			凍結促進	32 ±3	9.8 ±8.3	1,518 **	113 (111-114)	
	にんじん(晩春 まき)(n=2)	10.3 ±0.0	無処理	11 ±6	5.8 ±0.7	7,028	100	
			凍結促進	33 ±2	6.3 ±0.4	7,259 *	103 (100-108)	
	生食用ばれい しょ(n=1)	4.7	無処理	23 ±0	3.4 ±0.4	5,129	100	
			凍結促進	33 ±3	4.4 ±0.5	5,842 *	114 (112-116)	
			無処理	4	3.6	3,851	100	
			凍結促進	38	5.1	4,115	107	

注1) 凍結促進区: 農試試験においては短期除雪区の3カ年の結果を平均、現地実証試験においては最大凍結深が30~40cmの試験地の結果を平均した。現地実証試験では雪踏み、雪割り、除雪を単用もしくは併用し、処理期間の長短で凍結深を制御。

注2) 融雪後無機態N: てんさいは0~60cm土層、その他作物は0~40cm土層の無機態窒素量。

注3) 収量: 大豆・スイートコーンは総収量、てんさいは糖量、たまねぎ・にんじん・ばれいしょは規格内収量。