

平成29年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 2101-125271（重点研究）、7101-725272（受託研究(民間)）

1. 研究課題名と成果の要点

1) 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

〔 研究課題名：土壤凍結深制御技術を応用した畑地の理化学性改善による生産性向上
土壤凍結深制御法としての雪踏みの特性と活用法 〕

2) キーワード：土壤凍結、凍結深制御、畑地、土壤理化学性、作物生産性、

3) 成果の要約：雪踏みは雪割りと同じく野良イモ対策に有効である。雪踏み、雪割りに関わらず、土壤凍結深30cmを目標に制御すると、畑地の物理性改善や窒素溶脱低減を介して作物の生産性は向上する。ただし、土壤凍結を促進すると、融雪後の地温の上昇と土壤の乾きは遅れる。改良版土壤凍結深推定システムは汎用的で広域に活用できる。

2. 研究機関名

1) 担当機関・部・グループ・担当者名：北見農試・研究部・生産環境 G・主査 小野寺政行、十勝農試・研究部・生産環境 G

2) 共同研究機関（協力機関）：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、（十勝農試・研究部・生産システム G、網走農業改良普及センター、十勝農業改良普及センター、JAきたみらい、JAびほろ）

3. 研究期間：平成27～29年度（2015～2017年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景 土壤凍結深制御技術は十勝地域での野良イモ対策（目標凍結深30cm）として開発され、その手法は雪割りが一般的である。一方、オホーツク地域では透水性や砕土性向上、窒素溶脱低減等を目的に雪踏みによる凍結深制御が試みられているが、これらの科学的裏付けは少なく、安定技術には至っていない。

2) 研究の目的 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を明らかにする。また、凍結深制御のための手法を拡張するとともに、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かつ広域に活用できるように改良する。

5. 研究内容

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

・ねらい：土壤凍結促進が砕土性や透水性の向上、土壤窒素の溶脱低減および作物の生育・収量に与える効果を明らかにする。

・試験項目等：オホーツク・十勝地域の2農試、10市町村における延べ30試験地（3年間で延べ46事例）で、除雪、雪割り、雪踏みにより土壤凍結深を2～4水準に制御。土壤に対する効果は現地を含めた26試験地で調査。作物に対する効果は農試において大豆、直播てんさい、スイートコーン、たまねぎを供試して検討。

2) 雪踏みによる土壤凍結深制御手法の拡張

・ねらい：野良イモ対策として普及している雪割りとオホーツク地域を中心に広がりつつある雪踏みの両手法の長所・短所を明らかにし、手法の選定および効果的・効率的な活用のための情報を提示する。

・試験項目等：雪踏みによる野良イモ対策の効果検証。両手法の機種特性、作業性、凍結深制御性などを比較。

3) 土壤凍結深推定システムの改良

・ねらい：十勝地域で運用中の野良イモ対策専用システムを、汎用的で広域に活用できるシステムに改良する。

4) 土壤凍結深制御による畑地の生産性向上効果の実証

・ねらい：畑地の生産性向上効果を現地で検証、実証するとともに、技術導入時の留意点を抽出する。

・試験項目等：1)の現地で大豆、移植てんさい、たまねぎ、にんじん、ばれいしょを供試。

6. 成果概要

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）、播種床造成において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示唆された（表1）。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った（図1）。各効果が共通して得られる凍結深は30～40cmの範囲であったが、凍結を促進すると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などの弊害を防ぐため、凍結深は30cmを目標に制御する。

2) 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した（表2）。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った。

3) 雪踏みによる凍結深制御は従来の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、使用する機種が安価で共同利用がしやすいなどの長所を持つが、積雪深が深い場合や傾斜地など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。

4) 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）条件での凍結深を推定できるよう圧雪モデルを新システムに導入した（データ省略）。

5) 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、各種作物ともに凍結深30cm程度に制御すると効果が得られることが実証された（表2）。

<具体的データ>

表1 土壤凍結促進による砕土性および透水性向上効果

土壤区分	試験区	砕土性			透水性	
		n	最大凍結深 (cm)	砕土率 (土塊20mm以下、%) 春耕前 整地後	n	最大凍結深 (cm)
黒ボク土	無処理	10	10±8	59±18 79±17	19	10±6 262±181
	凍結促進		29±7	69±20** 84±14**		
低地土・泥炭土	無処理	12	13±9	62±27 80±12	23	12±8 216±298
	凍結促進		31±7	69±18** 87±5**		

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)。

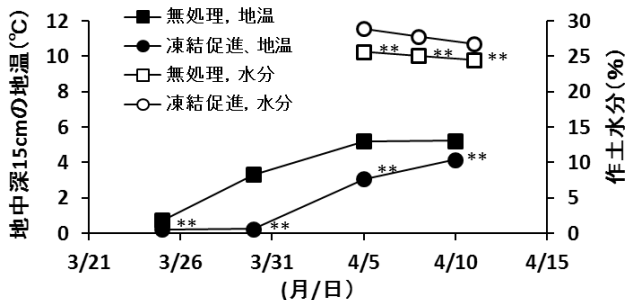


図2 土壤凍結促進が地温および作土水分の推移に及ぼす影響(2015/16年、n=7)

注) 最大凍結深: 無処理区 7±4cm、凍結促進区 28±6cm。

表2 土壤凍結促進が作物生産性に与える効果(農試験、現地実証試験)と留意点

試験地区	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。 ・ 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。 ・ 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	38 ±11	7.3 ±2.5	404 **	110 (106-116)	
	てんさい(直播) (n=3)	18.0 ±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)	
	スイートコーン (n=3)	12.0 ±0.0	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)	
たまねぎ(移植) (n=3)	13.0 ±1.7	無処理	11 ±9	3.2 ±0.2	6,267	100		
		凍結促進	36 ±2	4.0 ±0.7	6,800 *	109 (102-113)		
現地実証	大豆 (n=1)	1.6	無処理	5	2.6	322	100	
			凍結促進	38	4.4	337	105	
	てんさい(移植) (n=2)	19.8 ±0.4	無処理	19 ±9	5.2 ±2.5	1,346	100	
			凍結促進	32 ±3	9.8 ±8.3	1,518 **	113 (111-114)	
	たまねぎ(移植) (n=3)	19.8 ±4.1	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)	
にんじん(晩春まき) (n=2)	10.3 ±0.0	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)		
生食用ばれいしょ(n=1)	4.7	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。

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土層の値。

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。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- ・ 本技術は畑地の理化学性改善と作物の生産性向上および環境への窒素負荷低減対策として活用する。
- ・ 本技術は12~2月の平均気温が-5℃以下の地域に適用できるが、多雪地帯では窒素溶脱低減効果が小さくなり、生産性向上効果が発現しにくい恐れがある。
- ・ 過剰凍結は本技術の効果を不安定にするため、過度に凍結を促進させない。
- ・ 融雪後早期(4月中旬以前)に播種する作物には本技術を適用しない。

2) 残された問題とその対応

- ・ 土壤凍結深推定システムの精緻化および対象作物の拡大、土壤凍結深に対応した窒素施肥対応を後継課題(農食事業)で取り組む。

8. 研究成果の発表等

小野寺政行ら(2017) 日本土壤肥料学会講演要旨集第63集 p104

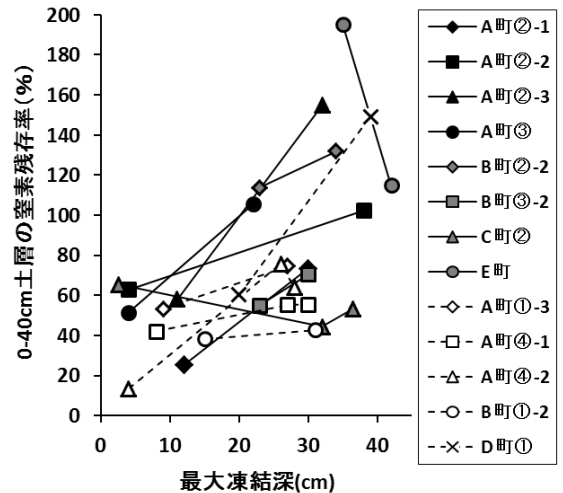


図1 土壤凍結深と窒素残存率の関係(2015/16年)

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) 各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。