

衛星リモートセンシングと地理情報を活用した畑地の排水不良域の推定法 (指導参考事項)

中央農業試験場農業環境部環境保全グループ
十勝農業試験場研究部生産技術グループ
十勝農業試験場研究部農業システムグループ
北見農業試験場研究部生産技術グループ
農研機構北海道農業研究センター寒地畑作研究領域

衛星リモートセンシングで取得した土壤水分環境や作物生育の情報、既存の土壤群、地形区分等の地理情報を活用し、畑地における排水不良域を推定する手法を開発した。本手法に基づき実施した部分施工は、効率的な土層改良に有効であった。

1 試験目的

近年多発する極端な多雨に起因する湿害を低減するため、農地の排水性等の土壤物理性を適切な状態に維持・改善することは作物の安定生産に重要である。

そこで、農地の不均一な土壤特性を把握し、効率的に土層改良を進めるため、水田転作畑地域や大規模畑作地域を対象に、衛星リモートセンシング（リモセン）を活用した排水不良域の推定手法を開発する。

2 試験方法

(1) 衛星リモートセンシングによる土壤水分環境の推定法の開発

ねらい：土壤水分環境をリモセン情報により把握する手法を開発する。

試験項目等：

①表層土壌：空知、十勝、オホーツクの各地域において、画像撮影日に裸地条件の圃場から採取した表層 5 cm 土壌の体積含水率とリモセン情報との関係を解析。②下層土壌：地下水の影響が特に大きい空知の転換畑地域において、地下水湿性指標となるグライ反応出現深とリモセン情報との関係を解析。

(2) 衛星リモートセンシングと地理情報に基づく排水不良域の推定法の開発

ねらい：リモセン情報と、その他地理情報に基づき排水不良域を推定する手法を開発する。

試験項目等：

①地理特性に応じた排水不良区分の推定：土壤水分のリモセン情報や地理情報より、圃場単位で評価。②圃場内の不均一性による排水不良域の推定：土壤水分や作物生育のリモセン情報より、圃場内の土壤乾湿を評価。

対象地域は、①②いずれも転換畑主体の空知、普通畑主体の十勝・オホーツク。

(3) 排水不良域推定法の検証と活用事例

ねらい：上記(2)で開発した推定手法の妥当性や推定結果に基づく土層改良の効果を検証する。

試験項目等：

①推定手法の検証：上記手法で推定した排水不良について、土壤断面調査の結果と比較し妥当性を検証。②推定結果の活用：基盤整備事業（暗渠排水のみ）や営農での本手法の活用法を確認。

(1)～(3)で共通：リモセン情報は、Sentinel-2 衛星または Planet Dove 衛星による撮影画像から取得した。

3 試験成績

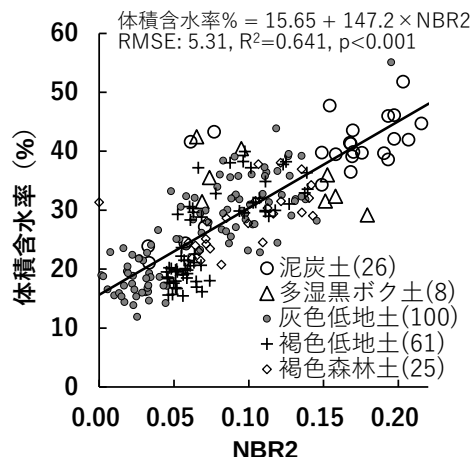


図1 リモセン情報と表層土壌の体積含水率の関係

$NBR2 = (B11 - B12) / (B11 + B12)$ 。ただし、 $B11$, $B12$ は各々中心波長 1610 及び 2190nm の光反射率。対象深さは 5 cm。土壌群名に付した () は地点数。

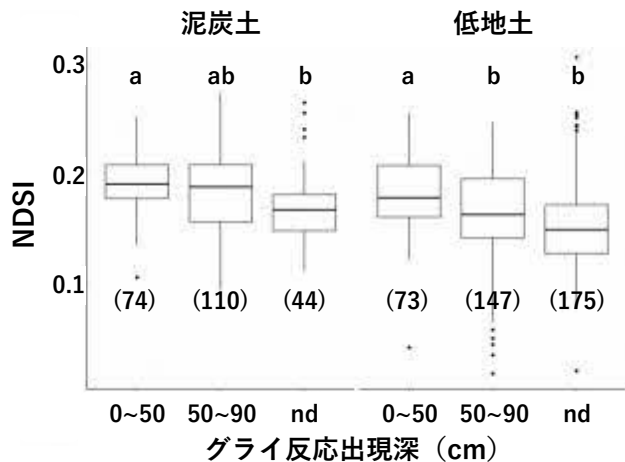


図2 グライ反応出現深さとリモセン情報の関係

$NDSI = (B11 - B8) / (B11 + B8)$ 。ただし、 $B11$, $B8$ は各々中心波長 1610 及び 842nm の光反射率。nd は、深さ 90cm 以内に確認できないことを表す。グラフ中の () は地点数。異なるアルファベットは各土壌型で有意に異なることを示す (Wilcoxon, Bonferroni, $p < 0.05$)。

表1 畑地の排水不良域を推定するための排水不良区分の定義 (左) と各要因の評点 (右)

排水不良	排水不良	指標	説明変数	水準	転換畑	普通畑	説明変数	水準	転換畑	普通畑	
区分	得点	(100cm以内)	土壌群	泥炭土	3		地形区分	後背低地・湿地	2		
【転換畑地域】	グライ反応		(a)	グライ黒ボク土	2		(b)	氾濫平野	1		
低	2未満	なし		グライ低地土				自然堤防	-1		
やや高*	2, 3	－		停滞水グライ土*				その他*	0		
高	4以上	あり		疑似グライ土				1		NDSI (c)	0.17未満
【普通畑地域】	地下水湿性鉄斑紋			多湿黒ボク土	0.17以上	1					
低	1未満	なし		灰色低地土	0.12未満		-1				
高	1以上	あり		褐色黒ボク土*	0.12以上0.33未満		1				
				非アロフェン質黒ボク土*	-2	-1	(d)	0.33以上		2	
				アロフェン質黒ボク土				NBR2	0.05未満	-2	
				褐色低地土				0.05以上0.10未満	0		
				褐色森林土				0.10以上	2		
				火山放出物未熟土*			0.05未満		-1		
				砂質未熟土*			0.05以上0.12未満		0		
				未熟黒ボク土*			0.12以上		1		
				その他*	0						

排水不良区分は、各説明変数の評点（右表）の合計得点（a + b + c + d）から判定し、同区分「高」を排水不良域とする。*やや高は、グライ反応を指標とした判別は困難。

土壌図は日本土壌インベントリー（農研機構：包括的土壌分類第一次試案に基づく分類）、地形区分はベクトルタイル地形分類または治水地形

排水不良区分は、各説明変数の評点 (右表) の合計得点 (a + b + c + d) から判定し、同区分「高」を排水不良域とする。*やや高は、グライ反応を指標とした判別は困難。

土壌図は日本土壌インベントリー (農研機構：包括的土壌分類第一次試案に基づく分類)、地形区分はベクトルタイル地形分類または治水地形分類図 (国土地理院) より取得できる。

リモセン情報 (NDSI, NBR2) は、比較的乾燥条件での裸地画像 (NDVI<0.25) を複数取得し (5枚以上)、その中央値を代表値とする。

*土壌図及び地形区分図は未検討の水準があるが、一般的な知識を元に補完した。

表2 学習用及び検証用調査において排水不良区分を推定した真偽表

		調査に基づく排水不良区分 (実測)											
		学習用調査地点						検証用調査地点					
		転換畑地域			普通畑地域			転換畑地域			普通畑地域		
		低	高	的中率	低	高	的中率	低	高	的中率	低	高	的中率
排水不良区分 (推定)	低	46	16	74 (50-92)	103	49	68 (61-79)	0	0	判定不能	6	1	86
	やや高	152	147	—	—	—	—	4	0	—	—	—	—
	高	71	267	79 (70-87)	45	102	69 (60-78)	3	6	67	0	7	100

「的中率」以外の数値は、該当調査地点数。塗り潰し部分は、推定と実測が一致したことを示す。的中率 (推定した区分に対して、実際に的中した割合) の単位は%、() は部分抽出した標本 (抽出率を転換畑地域で 20%、普通畑地域で 40% とし、1,000 回の繰り返し) での 95% 信頼区間。

4 試験結果及び考察

- (1) 表層土壌の体積含水率は、地域や土壌型に関係なく、裸地条件における短波長赤外光反射率の正規化指数 (NBR2) により推定可能であった (図 1)。一方、10, 30cm 深の水分量推定は難しかった (データ略)。
- (2) 水田転換畑地域において、グライ反応が 0~50cm に発現する地点と 90cm 以内に発現しない地点では、裸地条件での短波長赤外光と近赤外光の反射率の正規化指数 (NDSI) は有意に異なった (図 2)。
- (3) 学習データ (転換畑 699、普通畑 315 地点) について、多項ロジスティック回帰分析にて排水不良要因を確認したところ、上記リモセン情報、土壌群や地形区分との間に有意な関係が認められた (データ略)。これを参考に、地理特性から排水不良区分を簡易に推定するための評点を各要因に割り振った (表 1)。
- (4) 土壌乾湿に関わる圃場内の不均一性は、裸地条件での NBR2 と主要な畑作物の生育初期における NDVI により推定可能であったが、生育初期に被植率が小さいまねぎでは推定が難しかった (データ略)。また、排水不良と推定される圃場内において、相対的に NBR2 が高く NDVI が低い区域は、排水不良により生育不良を呈している可能性が高いと考えられた (データ略)。
- (5) 表 1 の排水不良得点から推定した排水不良区分的中率は、学習用及び検証用のいずれのデータについても約 70% 以上であった (表 2)。また、地理特性から排水不良と推定された圃場において、圃場内の相対的な土壌乾湿を推定し、土壌断面調査の結果と比較した結果、両者の相対的な関係は概ね一致することを確認した (データ略)。
- (6) 排水性が不均一と推定された基盤整備圃場では、整備後の秋まき小麦 NDVI の圃場内変動は、整備前より縮小した (データ略)。また、圃場内の排水不良域において、カットブレーカーの部分施工区では無施工区と比較して、ばれいしょや小豆の収量が高かった (データ略)。
- (7) 土壌情報に関わる衛星画像は、次の条件を参考に取得する。
 - ① 大気補正済み画像であること。
 - ② 圃場内の融雪が完全に完了し、撮影日前の連続干天日 6 日以上 of 画像を抽出。できれば、春の農作業が開始される前であることが望ましい。
 - ③ 各画像について、NDVI < 0.25 の条件を満たす地点または圃場のみ抽出。
 - ④ 上記②及び③の処理を行った各画像について、地点または圃場ごとに NDSI 及び NBR2 を計算。
 - ⑤ 上記④の計算値について、地点または圃場ごとに中央値を計算し、圃場の代表値とする。
- (8) 本成果は、効率的な基盤整備や土層改良の実施、事前の実地調査の圃場選定の際に、行政、農協等の関係機関、または GIS や衛星データを活用した営農支援サービス提供業者が参考にできる。

5 普及指導上の注意事項

- (1) 本成績は、空知、十勝及びオホーツク地域を対象とした検討結果である。リモセン情報は Microsoft Planetary Computer 等を使用して取得し、4 月中旬から 6 月上旬の比較的乾燥した (3~6 日程度の無降雨期間) 裸地条件における複数画像の中央値を用いた。他地域で適用する際は、相対的な指標として活用する。
- (2) 本研究の一部は、生研支援センター「オープンイノベーション研究・実用化推進事業」(JPJ007097) において行った。

北海道耕地土壌の理化学性と炭素貯留量の 2023 年度までの推移（指導参考事項）

中央農業試験場農業環境部環境保全グループ・生産技術グループ
上川農業試験場研究部生産技術グループ、道南農業試験場研究部生産技術グループ
十勝農業試験場研究部生産技術グループ、北見農業試験場研究部生産技術グループ
酪農試験場草地研究部飼料生産技術グループ・天北支場地域技術グループ

道内耕地土壌では、心土がち密な地点、低 pH・ケイ酸不足の地点、交換性カリや有効態リン酸が基準値を超える地点が依然として多いものの推定減肥可能量は減少した。30cm 深土壌炭素貯留量は平均 111.2t/ha で、泥炭土での減少傾向が伺われた。全道耕地面積 114 万 ha では 4.8 億 t-CO₂ と推定され、堆肥施用による炭素貯留効果は高かった。

1 試験目的

北海道耕地土壌の理化学性の実態、変化の方向及び土壌管理のための留意点を明らかにし、適正な土壌管理及び土壌肥沃度の維持に役立てる。また、道内の耕地土壌に貯留された炭素量と変動実態を明らかにする。

2 試験方法

(1) 北海道耕地土壌の理化学性の実態・変化とその対応

ねらい：北海道耕地土壌の理化学性の実態、変化の方向及び土壌管理のための留意点を明らかにする。

実態調査：1999～2023 年の間 4 年を 1 巡として 6 巡調査。2020～2023 年は 533 地点。

調査項目は作土深、心土ち密度、仮比重、作土の化学性（14 項目）。これ以前（1959～1998 年）の調査データも活用する。

(2) 北海道耕地土壌の炭素貯留量

ねらい：本道の耕地における土壌炭素貯留量と変動実態を明らかにする。

実態調査：2020～2023 年に 533 地点にて、30cm 深までの土層深、仮比重及び炭素濃度から貯留量を算出する。

有機物施用試験：2013 年～、中央農試（低地土；緑肥と堆肥の有無；たまねぎ連作）、十勝農試（黒ボク土；残渣鋤込と堆肥の有無；4 畑作物輪作、2020 年迄）及び酪農試（黒ボク土；堆肥とスラリーの有無；飼料用とうもろこし連作及び牧草）で実施。これ以前（2008～2020 年度）の継続課題のデータも活用する。

3 試験成績

表 1 これまで行ってきた定点調査の概要

調査名称	巡目	調査期間	略記	地点数
地力保全基本調査		1959～1975	I 期	353
北海道農用地の土壌成分		1973	I' 期	339
土壌環境基礎調査	1巡目	1979～1983	II 期	1260
	2巡目	1984～1987	III 期	1260
	3巡目	1989～1992	IV 期	1260
	4巡目	1994～1997	V 期	1260
土壌機能実態モニタリング調査	1巡目	1999～2002	VI 期	640
	2巡目	2004～2007	VII 期	640
	3巡目	2008～2011	VIII 期	639
	4巡目	2012～2015	IX 期	636
	5巡目	2016～2019	X 期	517
	6巡目	2020～2023	XI 期	530

注) I～V 期における調査地点数は本成績集計データ数と一致していない

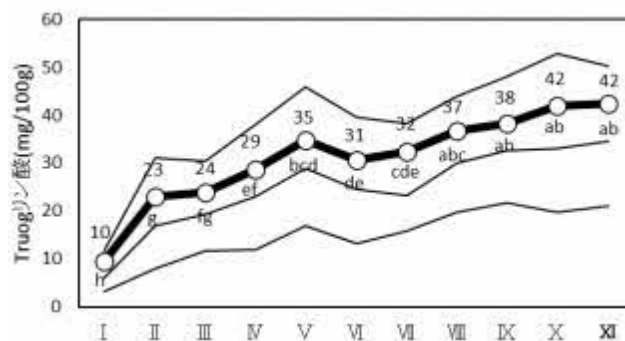


図 1 普通畑作土の有効態リン酸の年次推移

表2 土壌理化学性の変化と現状評価

項目	■水田						■普通畑						■野菜畑						■草地					
	長期20年 の変化		直近4年 の変化		XI期の地点数割合(%)		長期20年 の変化		直近4年 の変化		XI期の地点数割合(%)		長期20年 の変化		直近4年 の変化		XI期の地点数割合(%)		長期20年 の変化		直近4年 の変化		XI期の地点数割合(%)	
	→XI期		→XI期		基準 未満	基準 内	→XI期		→XI期		基準 未満	基準 内	→XI期		→XI期		基準 未満	基準 内	→XI期		→XI期		基準 未満	基準 内
					超						超						超						超	
作土の深さ	↘	→	→	→	74	26	↘	→	→	→	55	38	→	→	→	→	61	32	→	→	→	→	→	→
心土の密度	→	→	→	→	6	51	→	→	→	→	19	29	→	→	→	→	29	32	→	→	→	→	→	→
心土の仮比重	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	→	→
全炭素	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	→	→
全窒素	↘	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	↗	→	→	→	→	→
CEC	↘	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	→	→
pH(H ₂ O)	→	→	→	→	49	34	↗	→	→	→	23	64	→	→	→	→	43	34	→	→	→	→	→	→
交換性石灰	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	30	46	→	→	→	→	18	48	→	→	→	→	→	→
交換性苦土	→	→	→	→	30	70	→	→	→	→	25	41	→	→	→	→	25	41	↗	↗	↗	↗	↗	↗
交換性カリ	→	→	→	→	13	72	→	→	→	→	6	25	→	→	→	→	2	14	→	→	→	→	→	→
苦土カリ比	→	→	→	→	15	85	→	→	→	→	38	62	→	→	→	→	30	70	↗	↗	↗	↗	↗	↗
有効態リン酸	→	→	→	→	2	17	↗	→	→	→	4	37	→	→	→	→	33	19	↘	↘	↘	↘	↘	↘
可給態窒素	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	→	→	→	→	—	—	↗	↗	↗	↗	↗	↗
可溶性銅	→	→	→	→	8	85	→	→	→	→	23	76	→	→	→	→	24	73	↘	↘	↘	↘	↘	↘
可溶性亜鉛	↗	→	→	→	2	98	↗	→	→	→	3	96	→	→	→	→	1	99	↗	↗	↗	↗	↗	↗
可給態ケイ酸	→	→	→	→	96	4	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

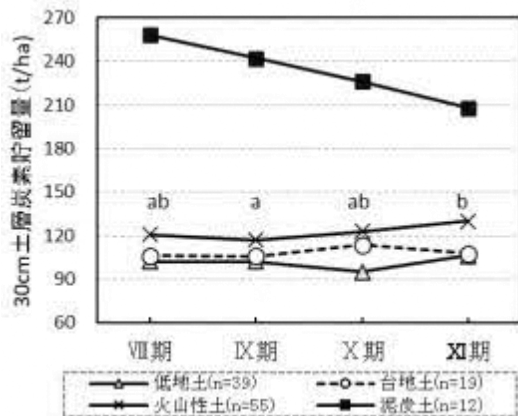
凡例	↗	上昇, 増加
	→	変化なし
	↘	低下, 減少

表3 地域別土壌理化学性平均値の比較

項目	地域 単位	水田			普通畑					野菜畑				
		石狩 (n=6)	空知 (n=19)	上川 (n=27)	空知 (n=46)	渡島・檜山 (n=25)	上川 (n=14)	オホーツク (n=33)	十勝 (n=62)	石狩 (n=6)	空知 (n=15)	渡島・檜山 (n=11)	オホーツク (n=20)	十勝 (n=12)
作土の深さ	cm	13	12	14	13	17	14	27	22	14	12	17	27	22
心土の密度	mm	19	20	19	21	19	21	18	19	20	22	18	16	18
心土の仮比重	g/ml	1.04	1.27	1.11	1.26	1.15	1.29	1.23	1.04	1.23	1.39	1.07	1.27	1.05
pH(H ₂ O)		5.7	5.8	5.3	5.6	5.8	5.9	6.1	5.9	6.1	6.3	6.2	6.1	5.8
全炭素	%	2.6	2.4	3.1	2.9	2.7	3.9	2.1	4.4	3.2	2.7	5.0	2.1	4.1
全窒素	%	0.19	0.17	0.24	0.21	0.20	0.24	0.18	0.32	0.24	0.20	0.34	0.17	0.32
CEC	me/100g	20	19	21	21	19	22	20	25	28	22	29	20	25
交換性石灰	mg/100g	255	273	205	280	243	328	323	303	550	394	473	331	272
交換性苦土	mg/100g	61	64	28	46	36	44	39	47	79	80	43	52	38
交換性カリ	mg/100g	25	25	22	39	31	41	51	47	64	63	28	65	44
有効態リン酸 ^{注1)}	mg/100g	68	54	116	44	50	49	59	35	138	135	53	118	46
可給態窒素	mg/100g	11.5	10.4	16.1	4.2	3.1	4.8	3.5	5.1	6.1	3.7	2.8	3.3	4.6
可溶性銅	mg/kg	6.4	5.5	2.5	3.1	1.8	2.2	2.8	1.4	3.2	4.5	0.6	3.2	0.9
可溶性亜鉛	mg/kg	4.6	4.4	4.5	5.8	6.8	4.3	8.2	6.4	12.4	16.8	9.9	15.3	6.8
苦土加里比	me比	5.9	6.6	3.2	3.1	3.1	3.0	2.2	2.6	3.0	3.0	3.5	2.2	2.3
可給態ケイ酸	mg/100g	11.3	7.7	9.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注) 土壌診断基準未満を「**下線イタリック体**」で、基準以上を「**ゴシック体**」で強調した。

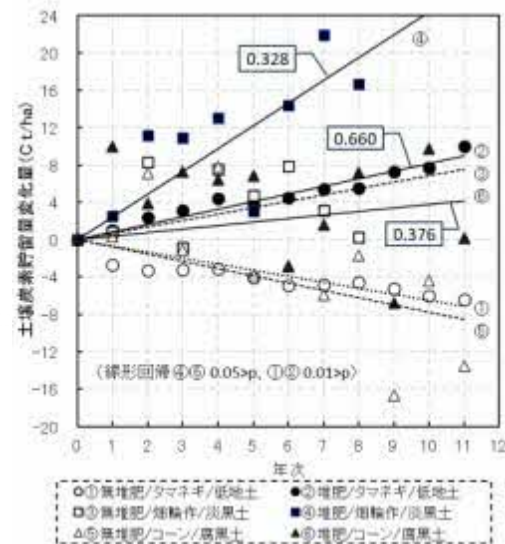
注1) 水田: BrayNo.2法(土液比1:10、1分振とう)、普通畑・野菜畑: Truog法



注1) X軸の調査期の詳細は表1を参照

注2) 火山性土のみ異なる文字間に調査期間の有意差あり(p<0.05)。他の土壌では有意差無し

図2 調査期間で作目に変化のない同一地点における土壌炭素貯留量の推移



注1) 図中枠内数値は試験期間中の堆肥区の土壌炭素貯留量変化量(y/ha・y=線形回帰の傾き)から無堆肥区の同値を差し引いて試験年数乗じ、堆肥で投入した延べ炭素量で除した「堆肥の投入炭素あたり推定貯留率」

注2) 低地土=褐色低地土(中央農試)、淡黒土=単色アロフェン質黒ボク土(十勝農試)、腐黒土=普通アロフェン質黒ボク土(酪農試)

注3) 堆肥施肥量: 3t/10a・y

図3 有機物施用試験における土壌炭素貯留量の当初からの変化量推移

表4 0～30cm 土壌の炭素貯留量 (XI期集計)

土壌	水稻	畑作物等				牧草	全作物
		畑作物	野菜	果樹			
▼単位面積あたりの0-30cm土壌炭素貯留量 (C- t/ha・30cm)							
低地土	74.6 ^a	-	88.9 ^a	79.3 ^a	75.9 ^a	108.0 ^a	87.6 ^a
台地土	68.7 ^a	-	77.8 ^a	111.5 ^{ab}	75.9 ^a	124.2 ^{ab}	94.9 ^a
火山性土	117.9 ^b	-	120.9 ^b	121.4 ^b	75.7 ^a	141.5 ^b	128.2 ^b
泥炭土	123.0 ^b	-	165.9 ^c	187.7 ^b	-	207.9 ^c	172.0 ^c
全土壌	88.9	-	105.3	99.1	75.8	135.6	111.2
▼道内農耕地の炭素貯留総量 (C- Tg/30cm)							
低地土	4.04	17.76	16.33	1.37	0.06	8.92	30.72
台地土	0.82	10.25	9.00	1.18	0.07	10.08	21.15
火山性土	1.17	26.36	24.18	2.17	0.06	37.34	64.88
泥炭土	2.12	7.65	6.89	0.76	0.01	5.53	15.30
全土壌	8.16	62.02	56.35	5.48	0.19	61.87	132.05

注1) 作目は調査年の実栽培作物により区分した。

注2) 畑作物には飼料用とうもろこしを含む。緑肥や裸地は当年あるいは前年作に従った。

注3) 炭素貯留量の土壌間における異なる文字間に有意差あり (p<0.05)。

注4) 全道農耕地面積は2023年度の1,140,500haを基礎とした。

注5) 100 Tg = 1 億t、C 1g = CO₂ 3.67g

4 試験結果及び考察

- (1) 調査はこれまでに1979年から2019年まで4～5年を1巡とし行われており、今回は土壌調査モニタリング調査6巡目(2020～2023年)のデータ530地点分を新たに加え、さらに1978年以前のデータも活用して集計を行った(表1)。
- (2) 土壌診断基準値に照らした現状評価(表2)：[水田] pH基準値未満地点が5割、有効態リン酸超過や可給態ケイ酸不足地点が8割以上存在した。[普通畑] 作土深が浅い地点と心土が堅密な地点が5割強。交換性カリ・有効態リン酸が超過の地点が6～7割存在。[野菜畑] 作土深が薄い地点が6割、心土が堅密な地点、pHが低い地点が4割、交換性カリ超過の地点が8割、有効態リン酸がたまねぎ基準に照らしても超過の地点が5割存在した。[草地] 交換性カリと苦土の超過地点が各6割と8割、有効態リン酸超過の地点が4割存在した。これらに留意した圃場管理、物理性改善、施肥対応が望まれる。
- (3) 2023年までの土壌理化学性の変化(表2)：普通畑と野菜畑で増加してきた有効態リン酸や上昇傾向にあったpHはほぼ横ばいで推移している(図1)。
- (4) 畑地では、転換畑地帯の空知で作土深が浅く、オホーツクで特に有効態リン酸や交換性カリが高い等の地域性が認められ(表3)、地域的な営農形態や作付け作物種の違いが影響していると思われる。
- (5) 施肥対応基準と肥料出荷量やアンケート調査による施肥実態を基に、有機物施用を考慮せず推定した全道におけるリン酸の減肥可能量は、水田ではリン酸2,463t、普通畑の主要5作物合計で7,329t(てん菜5,592t)と試算された。カリは共にマイナスとなり減肥不要な水準に達したと想定された(データ略)。
- (6) 道内耕地30cm深の土壌炭素貯留量は全作目・全土壌平均で111.2t/haであり、牧草を除いて作目間差は小さく土壌間差が大きかった(泥炭土172>火山性土128>台地土95≒低地土88)(表4)。
- (7) 道内の土壌区分別の作目別面積推定値と作目別土壌別炭素貯留量から全道耕地114万haの炭素貯留総量を132.1Tg(CO₂で4.85億t)と推定した(表4)。これは道内での年間CO₂排出量(2019年)の約10倍に相当する。この炭素貯留総量は2014年試算値より9%低下し、2021年試算値とほぼ同等である。
- (8) 2008～2023年に同一作目の継続125定点における炭素貯留量変化は、泥炭土で貯留量が減少し、火山性土で微増する傾向であった(図2)。作目別では明らかな変化傾向はなかった。
- (9) 有機物無施用での土壌炭素貯留量は、低地土と多腐植の黒ボク土で漸減し、少腐植の黒ボク土で微増した。緑肥や残渣よりC/N比の高い牛ふん麦稈堆肥では炭素貯留の効率が特に低地土で高かった(図3)。
- (10) 本成果は、耕地土壌の適正な管理及び肥沃度維持のための基礎資料として活用する。また、耕地土壌の炭素貯留の維持・増進に向けた対策と炭素隔離価値活用への参考にできる。

5 普及指導上の注意事項

なし

冬季の哺育牛舎における安全性の高い除菌剤による煙霧消毒の効果

(指導参考事項)

畜産試験場畜産研究部家畜衛生グループ

哺育牛舎においてグルタルアルデヒド、次亜塩素酸水及び亜塩素酸水を牛舎床面積100m²あたり1Lで煙霧すると、噴霧前と比較し空气中細菌数が90%減少した。安全性の高い次亜塩素酸水や亜塩素酸水がグルタルアルデヒドの代替資材となり、低温環境における煙霧消毒の効果が確認された。

1 試験目的

冬季における牛舎の呼吸器病対策として、グルタルアルデヒドを微細粒子状にして噴霧する煙霧消毒を実施している。しかし、グルタルアルデヒドは毒性が強く、煙霧消毒のような空間消毒においては人畜に安全な代替資材が求められている。また、消毒剤は一般的に低温下で効果が減弱するが、冬季における煙霧消毒の有効性については十分な検証がなされていない。

そこで、本研究では、牛舎内の煙霧消毒において、従来用いられてきたグルタルアルデヒドに代わる安全性の高い代替資材の効果を検証する。また、これらの代替資材について、哺育牛舎の低温環境下における殺菌効果を明らかにする。

2 試験方法

(1) 冬季牛舎における煙霧消毒の噴霧条件の検討

①冬季牛舎におけるグルタルアルデヒド及び代替資材の殺菌効果の検討

- ・ねらい：従来から使用されているグルタルアルデヒド及び代替資材として安全性の高い次亜塩素酸水と亜塩素酸水の殺菌効果を検証する。
- ・試験項目等：畜産試験場の隔離試験牛舎（面積300m²、容積1,400m³）、牛舎内温度は-2.4℃から1.2℃

各資材の低濃度（グルタルアルデヒド250ppm、次亜塩素酸水20ppm、亜塩素酸水200ppm）及び高濃度（グルタルアルデヒド1250ppm、次亜塩素酸水50ppm、亜塩素酸水400ppm）で2Lを噴霧機（ノズル0.9mm、煙霧吐出量200mL/分、煙霧粒子3μm）で噴霧し、噴霧前、1時間、24時間後に空气中細菌数を測定、各試験区3反復実施

本試験では殺菌効果の評価基準として、煙霧消毒前と比較し空气中細菌数の90%以上の減少（対数減少値1以上）として設定（以降の試験も同様）

②除菌・消毒剤の噴霧量の検討

- ・ねらい：面積の異なる牛舎で噴霧量を変えて煙霧消毒を実施し、牛舎面積に応じた噴霧量を明らかにする。
- ・試験項目等：A農場-哺育1（牛舎面積：200m²、牛舎容積：960m³）、B農場-哺育1（牛舎面積：280m² 牛舎容積：1,100m³）、B農場-哺育2（牛舎面積：500m² 牛舎容積：2,200m³）で250ppmのグルタルアルデヒドを1L、2L、5Lで噴霧し、噴霧前、1時間、24時間後に空气中細菌数を測定

(2) 冬季の哺育牛舎における煙霧消毒による代替資材の殺菌効果の検証

- ・ねらい：冬季の農場において構造や環境条件の異なる哺育牛舎で煙霧消毒を実施し、有機物存在下における空气中細菌の低減効果を検証する。
- ・試験項目等：4農場の7つの哺育牛舎でグルタルアルデヒド（低濃度：250ppm）、次亜塩素酸水（高濃度：200ppm）及び亜塩素酸水（高濃度：400ppm）を牛舎面積100m²あたり1L噴霧し、煙霧消毒前後の空气中粒子数及び空气中細菌数を測定、牛舎内気温は-6.7℃～0.8℃

3 試験成績

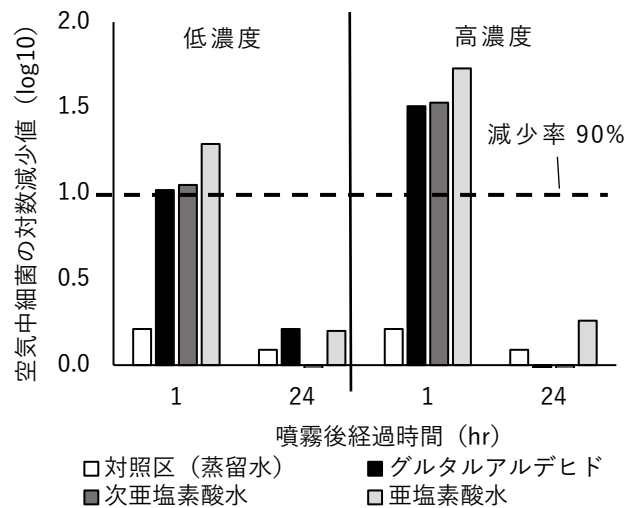


図1 畜試隔離牛舎における各資材の空气中細菌の減少

- 1) 牛舎面積：300m² 牛舎容積：1,400m³
噴霧量 2 L
- 2) 試験実施時の気温：-2.4℃～1.2℃
(試験期間：2021年12月～2022年1月)
- 3) グルタルアルデヒド 低濃度：250ppm
高濃度：1250ppm
次亜塩素酸水 低濃度：20ppm (pH 6.4)
高濃度：50ppm (pH 6.2)
亜塩素酸水 低濃度：200ppm (pH 6.2)
高濃度：400ppm (pH 6.0)

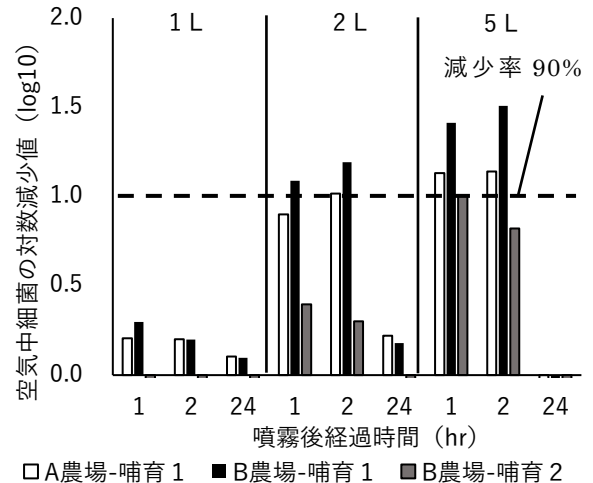


図2 哺育牛舎における噴霧量別の空气中細菌の減少

- 1) 供試資材：グルタルアルデヒド (250ppm)
- 2) 試験実施時の気温：-5.4℃～-1.8℃
(試験期間：2022年2月)
- 3) A農場-哺育1 牛舎面積：200m² 牛舎容積：960m³
B農場-哺育1 牛舎面積：280m² 牛舎容積：1,100m³
B農場-哺育2 牛舎面積：500m² 牛舎容積：2,200m³

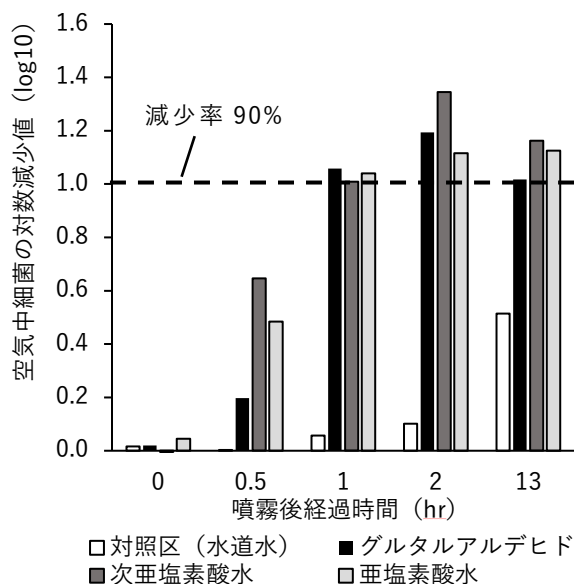


図3 現地哺育牛舎における空气中細菌の減少

- 1) 牛舎面積：280m² 牛舎容積：1,200m³
噴霧量：2.5L
- 2) 試験実施時の気温：-6.7℃～-4.8℃
(試験期間：2023年2月)
- 3) グルタルアルデヒド：250ppm
次亜塩素酸水：200ppm (pH 5.8)
亜塩素酸水：400ppm (pH 6.0)

表1 除菌・消毒剤の安全性とその根拠

除菌・消毒剤	安全性	安全性の根拠
グルタルアルデヒド	△	劇薬指定 ¹⁾ 経口・経皮の急性毒性 ¹⁾
次亜塩素酸水	○	急性・遺伝毒性なし ²⁾ 皮膚・眼刺激性なし ²⁾
亜塩素酸水	○	飲水による反復毒性なし ³⁾

¹⁾厚生労働省 職場のあんぜんサイト

<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/111-30-8.html>

²⁾内閣府 食品安全委員会添加物専門調査会 添加物評価書
次亜塩素酸水 (府食第94 平成19年1月25日)

³⁾内閣府 食品安全委員会添加物専門調査会 添加物評価書
亜塩素酸水 (府食第652 平成24年7月9日)

4 試験結果及び考察

- (1)-1 低濃度においても全ての除菌・消毒剤で空气中細菌数が 90%減少したことから、次亜塩素酸水及び亜塩素酸水はグルタルアルデヒドと同等の殺菌効果が認められた。(図 1)
- (1)-2 噴霧量 1 L では、いずれの牛舎においても顕著な殺菌効果は認められなかった。噴霧量 2 L では A 農場-哺育 1 及び B 農場-哺育 1 において、噴霧 1 時間後に空气中細菌数が 90%減少した。噴霧量 5 L ではすべての牛舎で噴霧 1 時間後に空气中細菌数が 90%減少した(図 2)。噴霧量 1 L 当たり牛舎面積 100~140m²で殺菌効果が認められたことから、煙霧消毒の除菌・消毒剤の噴霧量の基準として、牛舎面積 100m²あたり 1 L と設定した。一方で、噴霧後 24 時間後には空气中細菌数が噴霧前のレベルまで増加したことから、殺菌効果を最大限引き出すためには 1 日の管理作業終了後に煙霧消毒を実施することが有効と考えられた。
- (2) 空气中粒子数の推移から煙霧消毒により噴霧された除菌・消毒剤は、1~2 時間後に空气中から消失することが確認された(データ略)。試験を実施した 7 つの哺育牛舎のうち、グルタルアルデヒド及び次亜塩素酸水は 5 つの牛舎で、亜塩素酸水は 6 つの牛舎で噴霧終了 1~2 時間後に空气中細菌数が減少し殺菌効果が認められたことから、低温下の哺育牛舎においても次亜塩素酸水及び亜塩素酸水はグルタルアルデヒドと同等の殺菌効果が認められた(図 3)。
- 安全性試験等のデータから、本試験で用いた除菌・消毒剤はグルタルアルデヒドと比較して安全性が高く、次亜塩素酸水及び亜塩素酸水は煙霧消毒における代替除菌剤として有効であることが確認された(表 1)。

5 指導参考上の注意事項

- (1) 冬季の哺育牛舎で煙霧消毒を実施する際の知見として活用される。
- (2) 本試験における牛舎内の最低気温は-6.7℃であったことから、当該温度を下回る環境下での効果については追加の検証が必要である。
- (3) 噴霧 24 時間後には空气中細菌数が噴霧前のレベルまで戻っていることから、効果的な衛生管理のためには毎日の煙霧消毒の実施が推奨される。
- (4) 本試験では実際の呼吸器病の低減効果については明らかにできなかったため、煙霧消毒の導入による呼吸器病の予防対策としての有用性については、長期的な追跡調査による検証が必要である。
- ※医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律上の規制により、グルタルアルデヒドを「消毒剤」、次亜塩素酸水及び亜塩素酸水を「除菌剤」と表記し、これらを包括的に表現する場合は「除菌・消毒剤」と表記する。

トールフェスク「Swaj」（補遺）

-耐寒性特性評価と採草利用における生産性評価-（指導参考事項）

酪農試験場草地研究部飼料生産技術グループ

執筆担当者 中村 直樹

ホクレン農業協同組合連合会

採草地においてオーチャードグラス（OG）1 番草の収穫期を早め、40日間隔で計4 回刈取することで、慣行のチモシー2 回刈りよりもNDF及びuNDF240h含量を約10ポイント低減させた高消化性牧草を、イネ科牧草被度を80%以上に維持しながら生産でき、さらに収穫作業の労働分散が可能となる。

1 試験目的

トールフェスク（TF）は、北海道から九州まで栽培できる広域適応性を有し、懸念される気候変動に対応した自給飼料生産での活用が期待される。2022年にTF「スワイ」が北海道優良品種に認定され、2024年から種子の販売が開始されたものの、越冬条件が厳しい地帯での普及に向けて重要な評価項目である耐寒性特性は明らかにされておらず、採草利用における生産性についても知見が乏しいため検討する必要がある。

本試験は、土壌凍結地帯におけるTF品種「スワイ」の耐寒性特性を評価するとともに、採草利用による生産性を明らかにすることを目的として実施した。

2 試験方法

- (1) 土壌凍結地帯におけるトールフェスク「スワイ」の耐寒性特性の評価（R 4～6 年度）

- ・ねらい：土壌凍結地帯における耐寒性特性を明らかにする。
- ・試験項目等：

試験場所；酪農試（中標津）

供試草種・品種；TF「スワイ」、オーチャードグラス（OG）「ハルジマン」、メドウフェスク（MF）「まきばさかえ」、ペレニアルライグラス（PR）「チニタ」を供試し、播種は2022年5月20日に行った。

刈取方法；播種翌年以降は1 番草を出穂始から出穂期で収穫し、その後50 日間隔で、年間3 回刈取を行い、2 番草、3 番草は掃除刈りとした。

試験処理及び調査項目；積雪防除区（対照区）、積雪無防除区（病害区）、除雪防除区（凍害区）を設け「北海道における牧草・飼料作物優良品種選定試験実施の手引き（改定21 版）」に準じて調査した。

- (2) トールフェスク「スワイ」の採草利用における生産性評価（R4～6年度）

- ・ねらい：土壌凍結地帯におけるTF「スワイ」の採草利用における生産性を、単播及び草種間競合力に優れるOGとの混播条件にて評価する。

- ・試験項目等：

試験場所；酪農試（中標津）、ホクレン（訓子府）

試験処理；TF「スワイ」及びOG「パイカル」の単散播区、TF/OGの混散播区（左記と同一品種）を供試し、単播は200 g /a、混播は各草種100 g /aを中標津は2022年5月20日、ホクレンは2021年8月4日に播種した。播種翌年以降は1 番草を出穂始から出穂期で収穫し、その後40 から50 日間隔で、年間3 回収穫を行った。

調査項目；冠部被度、収量、飼料成分など

3 試験成績

表 1 耐寒性特性検定の調査結果

草種	品種名	1番草乾物収量 (kg/a) ¹⁾						判定表 ²⁾					
		2023			2024			耐病性			耐寒性		
		積雪 無防除	積雪 防除	除雪 防除	積雪 無防除	積雪 防除	除雪 防除	2023	2024	総合	2023	2024	総合
TF	スワイ	65.2 (83)	78.2 (100)	60.1 (77)	113.2 (83)	135.9 (100)	61.9 (46)	中	中	中	中	中	中
MF	まきばさかえ	55.5 (81)	68.6 (100)	61.0 (89)	61.2 (91)	67.3 (100)	46.8 (69)	(強)	(強)	(強)	(強)	(強)	(強)
OG	ハルジマン	53.9 (88)	61.4 (100)	59.6 (97)	100.0 (89)	112.9 (100)	61.2 (54)	(中)	(中)	(中)	(中)	(中)	(中)
PR	チニタ	10.0 (31)	32.8 (100)	6.6 (20)	15.3 (37)	41.8 (100)	2.2 (5)	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)
CV (%)		11.8	8.2	7.9	12.7	18.7	17.9						
LSD (5%)		10.62	9.64	7.19	17.94	32.59	15.01						

1) 積雪無防除：病害区、積雪防除：対照区、除雪防除：凍害区、括弧は積雪防除区に対する割合 (%)

2) MF「まきばさかえ」を強、OG「ハルジマン」を中、PR「チニタ」を弱とした場合のTF「スワイ」の判定

なお、本判定基準は、草種間での比較のために設定したものであり、MF、OGおよびPR品種が優良品種に認定されたときの判定
 (「まきばさかえ」：耐病性「強」、耐寒性「やや強」、「ハルジマン」：耐病性「強」、耐寒性「やや弱～中」、「チニタ」
 「やや強」、耐寒性「中」)とは異なる。

表 2 乾物収量 (kg/a、2-3 年目平均値)

表2 乾物収量 (kg/a) の2-3年目平均値

試験場所	処理	1番草			2番草			3番草			合計			対OG比 ¹⁾
		TF	OG	合計	TF	OG	合計	TF	OG	合計	TF	OG	合計	
中標津	TF	37.1	-	37.1	41.2	-	41.2	32.1	-	32.1	110.4	-	110.4	99
	TF/OG	9.3	25.1	34.6	10.1	30.0	40.0	5.6	29.5	35.1	25.0	84.6	109.8	99
	OG	-	41.8	41.8	-	37.3	37.3	-	32.1	32.1	-	111.3	111.3	100
	CV (%)			3.8			4.1			4.9			2.6	
	LSD (5%)			3.9			NS			NS			NS	
訓子府	TF	56.0	-	56.0	52.4	-	52.4	50.0	-	50.0	158.3	-	158.3	119
	TF/OG	14.8	38.4	53.2	9.2	36.0	45.2	7.2	30.7	37.9	31.2	105.0	136.2	102
	OG	-	50.4	50.4	-	45.6	45.6	-	37.2	37.2	-	133.2	133.2	100
	CV (%)			8.8			4.2			3.8			3.0	
	LSD (5%)			NS			5.57			4.42			11.85	

1) OGの年合計乾物収量に対する収量比 (%)、2) OG品種は「パイカル」を供試

表 3 飼料成分 (2 場所の 2-3 年目平均値)

処理	水分 (%)				CP含量 (%DM) ¹⁾				NDF含量 (%DM) ¹⁾				WSC含量 (%DM) ¹⁾			
	1番草	2番草	3番草	平均	1番草	2番草	3番草	平均	1番草	2番草	3番草	平均	1番草	2番草	3番草	平均
TF	77.9	79.3	81.4	79.6	9.1	9.2	11.2	9.8	56.5	61.0	59.9	59.1	17.1	9.9	8.2	11.8
TF/OG	79.0	79.8	81.1	80.0	8.7	9.9	12.1	10.2	58.0	64.0	61.3	61.1	16.2	5.0	5.1	8.7
OG	79.8	80.2	81.5	80.5	8.4	10.3	12.4	10.3	59.2	64.6	61.9	61.9	15.7	4.2	4.4	8.1
CV (%)	0.7	0.6	0.4	0.5	3.0	2.8	2.0	1.6	1.0	0.7	0.9	0.6	3.9	4.1	10.3	2.4
LSD (5%)	1.43	NS	NS	NS	NS	0.76	0.65	0.46	1.5	1.29	1.48	0.93	NS	0.71	1.68	0.64

1) CP：粗タンパク質、NDF：中性デタージェント繊維、WSC：水溶性炭水化物、2) OG品種は「パイカル」を供試

表 4 混播区 (TF/OG) における草丈、冠部被度及び乾物収量割合
(2 場所の 2-3 年目平均値)

草種	草丈 (cm)				冠部被度 (%)								乾物収量割合 (%)							
					2年目				3年目				2年目				3年目			
	1番草	2番草	3番草		早春	1番草	2番草	3番草	秋	早春	1番草	2番草	3番草	秋	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草
TF	75	77	76		37	32	20	12	19	21	18	16	20	18	31	26	14	23	25	21
OG	88	94	87		49	68	80	88	68	48	78	84	80	69	69	74	86	77	75	79

1) OG品種は「パイカル」を供試

4 試験結果及び考察

- (1) 病害区と対照区との差は、雪腐大粒菌核病の菌核着生程度はOGよりも大きく、MF、PRよりも同程度から小さく、萌芽茎数・春の欠株率はMF、OGと同程度、PRと同程度から小さく（表略）、1 番草乾物収量はMF、OGと同程度、PRよりも小さかった。凍害区と対照区との差は、萌芽茎数はMFと同程度、OG、PRと同程度から小さく、春の欠株率はMF、OGと同程度、PRと同程度から小さく（表略）、1 番草乾物収量はMFよりも大きく、OGと同程度からやや大きく、PRよりも顕著に小さかった。以上より、耐病性・耐寒性について総合的に判断した結果、MFを「強」・「強」、OGを「中」・「中」、PRを「弱」・「弱」とした場合のTF「スワイ」の総合判定は「中」・「中」であった（表 1）。

(2) TFの出穂始はOGと比較して5～10日程度遅かった(表略)。年間合計乾物収量(kg/a)は、中標津ではTFで110.4、TF/OGで109.8、OGで111.3であり、同様に、訓子府ではTFで158.3、TF/OGで136.2、OGで133.2であり、総じて年3回の採草利用におけるTFの年間合計乾物収量はOGと同程度から多い(表2)。また、OGと比較したTFの飼料成分値は、水分含量は同程度からやや少なく、CP含量は1番草を除いて低く、NDF含量は低く、WSC含量は1番草を除き高いことから、採草利用による高品質自給飼料の生産が可能と考えられる(表3)。また、混播区の草丈はTFがOGより10～20cm程度低く、TFの冠部被度及び乾物収量割合は概ね10-30%で推移し、低水準ながらもOGに抑圧されず一定の割合で推移した(表4)。以上より、OG単播に比べTFをOGと混播することで収量水準を下げずに飼料成分を改善できると考えられる。

5 普及指導上の注意事項

- (1) 生産者がトールフェスクの導入を判断する際に必要となる、耐寒性特性ならびに採草利用における生産性を知る上で参考になる。
- (2) 本成績は、トールフェスク「Swaj」(令和3年度北海道農業試験会議普及推進事項)の成績の補遺である。
- (3) 本成果は土壌凍結地帯において実施された試験の結果である。

フェストロリウム新品種候補「ノースフェスト（北海1号）」（補遺）

—耐寒性特性評価—（指導参考事項）

酪農試験場草地研究部飼料生産技術グループ

フェストロリウム「ノースフェスト」の雪腐病に対する耐病性は「やや弱」、耐寒性は「やや弱」であり、メドウフェスクよりも劣るが、ペレニアルライグラスよりも優れる。本成果は、特に越冬条件の厳しい道東地域などにおいて、草種、品種選択の参考となる。

1 試験目的

メドウフェスクとペレニアルライグラスの属間雑種であるフェストロリウム「ノースフェスト（北海1号）」が北海道優良品種に認定され（北農研センター、2017）、2024年から種子の販売が開始された。北海道優良品種に認定時の試験において、越冬関連形質の評価の資となる耐寒性特性検定試験による判定結果は冠氷害により判定不能であった。耐寒性特性は、越冬条件が厳しい地帯での普及に向けて重要な評価項目であるため、研究課題「飼料作物品種比較試験（ペレニアルライグラス品種・系統の特性検定試験）」において追加データを取得し、フェストロリウム「ノースフェスト」の耐寒性特性を明らかにする。

2 試験方法

(1) 耐寒性特性検定試験（H26～28、R3～5年度）

検定草種・品種；フェストロリウム「ノースフェスト（北海1号）」、比較草種・品種；メドウフェスク「ハルサカエ」、ペレニアルライグラス「ポコロ」。
試験場所；酪農試（2014-2016、2021-2023）。播種法；単播・条播。播種量；250g/a。1試験区面積；0.75 m²（畦間 0.5m×畦長 1.5m×1畦）。処理；3処理、積雪防除区（対照区）、積雪無防除区（病害区）、除雪防除区（凍害区）。試験区の配置；各処理において、乱塊法5反復。処理方法；積雪防除区（対照区）及び除雪防除区（凍害区）；フルアジナム水和剤（100g/100L 水量/10a）及びチオファネートメチル水和剤（50g/100L/10a）を散布、除雪防除区（凍害区）；適宜除雪処理を行った。耕種概要；表1参照。調査基準等；北海道における牧草・飼料作物優良品種選定試験実施の手引き（改訂21版）に準拠。

3 試験成績

表1 耐寒性特性検定試験の耕種概要

播種日	年次	刈取月日 (下線は収穫調査を実施、その他は掃除刈り)	年間合計施肥量 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O kg/a)
2014/6/4	2014	7/14, 8/4, 9/8, 10/22	1.60-1.60-1.60
	2015	<u>5/26</u>	0.24-0.11-0.24※
2015/7/29	2015	10/16	0.40-2.00-0.80
	2016	<u>5/26</u> , 6/14, 6/30, 7/20, 8/8, 8/19, 9/8, 10/5	1.94-0.91-1.94
2021/5/19	2021	7/14, 8/19, 9/6, 10/6	0.91-2.24-1.31
	2022	<u>5/31</u> , 6/21, 7/8, 7/25, 8/10, 8/29, 9/14, 10/5	1.76-0.80-1.76
	2023	<u>6/13</u> , 7/5, 7/19, 8/15, 9/12, 10/6	1.32-0.60-1.32

※越冬後に試験を中止したため、春の施肥量。

表 2 耐寒性特性検定試験の調査結果

草種 ¹⁾ 品種名	萌芽期(4月の日)			菌核着生程度 ²⁾			萌芽茎数 ³⁾			1番草乾物収量(kg/a)			同左対照区比		
	積雪 無防除	積雪 防除	除雪 防除	積雪 無防除	積雪 防除	除雪 防除	積雪 無防除	積雪 防除	除雪 防除	積雪 無防除	積雪 防除	除雪 防除	積雪 無防除	積雪 防除	除雪 防除
<2016年調査(播種2年目)>															
FL ノースフェスト	33	27	30	1.4	1.2	1.0	6.6	6.4	5.4	7.3	10.1	9.1	72	100	90
MF ハルサカエ	28	29	27	1.0	1.2	1.0	7.0	6.6	5.8	9.7	9.6	9.2	101	100	95
PR ポコロ	41	30	36	2.0	1.6	1.0	2.6	5.8	3.6	1.1	8.6	3.1	13	100	36
<2022年調査(播種2年目)>															
FL ノースフェスト	36	21	25	2.0	1.0	1.0	3.4	5.4	4.6	8.4	18.2	14.0	46	100	77
MF ハルサカエ	38	25	27	1.2	1.0	1.0	4.0	5.0	5.0	7.6	13.1	13.1	58	100	100
PR ポコロ	51	23	23	3.0	1.0	1.0	1.2	6.0	3.8	1.5	16.4	9.1	9	100	55
<2023年調査(播種3年目)>															
FL ノースフェスト	未達	24	32	3.2	1.0	1.0	2.0	6.4	3.6	2.5	24.3	7.0	10	100	29
MF ハルサカエ	29	20	21	2.0	1.0	1.0	4.8	6.0	6.0	10.6	13.9	12.1	76	100	87
PR ポコロ	未達	31	未達	3.8	1.0	1.0	1.0	5.0	1.8	0.0	11.0	1.3	0	100	12

積雪無防除: 病害区、積雪防除: 対照区、除雪防除: 凍害区。

¹⁾ FL: フェストロリウム、MF: メドウフェスク、PR: ペレニアルライグラス。 ²⁾ 雪腐大粒菌核病の菌核着生程度、1:無または極微～9:甚。 ³⁾ 1:極少～9:極多。

表 3 耐寒性特性検定試験における判定結果

草種 品種名	耐病性判定 ¹⁾					耐寒性判定 ²⁾				
	2015年	2016年	2022年	2023年	総合	2015年	2016年	2022年	2023年	総合
FL ノースフェスト	判定不能	中	中	やや弱	やや弱	判定不能	やや強	中	やや弱	やや弱
MF ハルサカエ	(強)	(強)	(強)	(強)	(強)	(強)	(強)	(強)	(強)	(強)
PR ポコロ	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)	(弱)

1) MF「ハルサカエ」を強、PR「ポコロ」を弱とした判定。2) MF「ハルサカエ」を強、PR「ポコロ」を弱とした判定。

なお、本判定基準は、草種間での比較のために設定したものであり、メドウフェスク品種およびペレニアルライグラス品種が優良品種に認定された時の判定(「ハルサカエ」:耐病性「中」、耐寒性「やや強」、「ポコロ」:耐病性「やや強」、耐寒性「中」とは異なる。

4 試験結果及び考察

(1) 2016 年：積雪防除区（対照区）の萌芽期は、「ハルサカエ」（MF）及び「ポコロ」（PR）より早く、積雪無防除区（病害区）及び除雪防除区（凍害区）では、MF より遅く、PR より早かった（表 2）。雪腐大粒菌核病の菌核着生程度は、MF よりやや多く、PR よりやや少なかった。萌芽茎数は、いずれの区においても MF よりやや少なく、PR より多かった。1 番草乾物収量は、対照区では MF 及び PR よりも多かったのに対し、病害区では MF より少なく、PR より極めて多く、凍害区では MF と同程度、PR より極めて多かった。対照区に対する指数は、病害区で-29 ポイント、+59 ポイント（MF との比較、PR との比較、以下同様）と、MF と PR の中間であり、凍害区で-5 ポイント、+54 ポイントと MF に近かった。

2022 年：対照区及び病害区の萌芽期は、MF 及び PR より早く、凍害区では、MF より早く、PR よりも遅かった。雪腐大粒菌核病の菌核着生程度は、MF より多く、PR より少なかった。萌芽茎数は、対照区で MF より多く、PR より少なかったのに対して、病害区及び凍害区で MF より少なく、PR より多かった。1 番草乾物収量は、いずれの区においても MF 及び PR よりも多かった。対照区に対する指数は、病害区で-12 ポイント、+37 ポイント、凍害区で-23 ポイント、+22 ポイントと、MF と PR の中間であった。

2023 年：対照区の萌芽期は、MF より遅く、PR より早く、病害区では PR と同じ未達、凍害区では MF より遅かった。雪腐大粒菌核病の菌核着生程度は、MF より多く、PR より少なかった。萌芽茎数は、対照区で MF より多く、PR より少なかったのに対して、病害区及び凍害区で MF より

り少なく、PR より多かった。1 番草乾物収量は、対照区で MF 及び PR よりも多かったのに対して、病害区及び凍害区で MF より極めて少なく、PR より極めて多かった。対照区に対する指数は、病害区で-66 ポイント、+10 ポイント、凍害区で-58 ポイント、+17 ポイントと、PR に近かった。

以上から、処理の効果が高かった 2023 年の評価を重視し、総合的に判断した結果、メドウフェスク「ハルサカエ」の耐病性・耐寒性を強・強、ペレニアルライグラス「ポコロ」の耐病性・耐寒性を弱・弱とした場合の総合判定は、耐病性「やや弱」、耐寒性「やや弱」であった（表 3）。本成果は、北海道の草地における草種、品種選択の参考となる。

5 普及指導上の注意事項

本成績は、フェストロリウム新品種候補「ノースフェスト（北海 1 号）」（平成 28 年度北海道農業試験会議 普及推進事項）の成績の補遺である。

令和6年度の発生にかんがみ注意すべき病害虫(指導参考事項)

中央農業試験場病虫部予察診断グループ

令和6年に実施した病害虫発生予察調査及び試験研究等の結果から、病害虫の発生状況を新発生病害虫も含めて記録し、次年度に注意すべき病害虫を示した。

1 気象経過と病害虫の発生状況

春季

3月：高気圧に覆われて晴れた日多く、かなりの多照だったが、寒気の影響で気温は平年並。

3月は、高気圧に覆われて晴れた日が多かったが、北からの寒気の影響を受けた日もあったため、北海道地方の平均気温は3月としては7年ぶりに平年並となり、日照時間はかなり多かった。また、オホーツク海側では降水量がかなり少なく、降雪量も少なかった。一方、太平洋側では低気圧の影響で大雨となった日があったため、降水量は平年並となった。

上旬：高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、日照時間は多かった。また、降水量はオホーツク海側で少なかった。一方、北からの寒気の影響を受けやすかったため、気温は低く、日本海側の降雪量は多かった。中旬：低気圧と高気圧が交互に通過し、天気は数日の周期で変わった。日本海側では晴れた日が多く、日照時間は多かった。一方、太平洋側とオホーツク海側では、北海道の南を通過した低気圧の影響を受けやすかったため、降水量は太平洋側で多く、日照時間はオホーツク海側で少なかった。下旬：高気圧に覆われて晴れた日が多く、南から暖かい空気が流れ込む日が多かった。このため、日照時間が多く、気温は高かった。また、北海道地方の降雪量はかなり少なかった。特に、太平洋側及び北海道地方の降雪量の平年比は、1961年の統計開始以降、3月下旬として少ない方から第1位の記録となった。降水量は、オホーツク海側でかなり少なく、旬降水量の平年比は、1946年の統計開始以降、3月下旬として少ない方から第2位の記録となった。太平洋側では、29日に低気圧の影響により広い範囲で大雨となったため、多かった。

4月：暖かい空気に覆われやすく、歴代1位の高温

4月は、月を通して暖かい空気に覆われやすく、中旬と下旬には上空1,500m付近が6月下旬並の暖気に覆われる日もあった。また高気圧に覆われて晴れた日が多く、日本海側を中心に日照時間が多かった。これらの要因により、気温は全道的にかなり高かった。月平均気温の平年差は、日本海側、オホーツク海側、太平洋側及び北海道地方で、1946年の統計開始以降4月として高い方から第1位の記録となった。降水量は、低気圧の影響を受けにくかった日本海側でかなり少なく、オホーツク海側で少なかった。

上旬：高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、日本海側を中心に日照時間がかなり多かった。日本海側の日照時間の平年比は、1961年の統計開始以降、4月上旬として多い方から第1位の記録となった。降水量は日本海側でかなり少なかったが、9日に北海道の南を北東に進んだ低気圧の影響により、太平洋側では多かった。気温は、暖かい空気に覆われやすく、低気圧に向かって南から暖かい空気が流れ込んだ日もあったため、かなり高かった。中旬：高気圧の圏内となることが多く、低気圧の影響を受けにくかったため、降水量は少なかった。また、暖かい空気に覆われやすく、北海道の北を通過する低気圧に向かって南から暖かい空気が流れ込んだ日もあったため、気温はかなり高かった。旬平均気温の平年差は、日本海側、オホーツク海側、太平洋側及び北海道地方で、1946年の統計開始以降4月中旬として高い方から第1位の記録となった。下旬：天気は数日の周期で変

わったが、21日から23日にかけてオホーツク海からの湿った気流の影響を受けたため、オホーツク海側では、曇りの日が多く日照時間はかなり少なかった。24日から25日にかけては低気圧の影響により、太平洋側では局地的に大雨となったため、太平洋側の旬降水量は多かった。気温は、暖かい空気に覆われやすかったため、高かった。特に太平洋側の気温はかなり高く、旬平均気温の平年差は、1946年の統計開始以降4月下旬として高い方から第1位の記録となった。

5月：暖かい空気に覆われた日が多かったが、たびたび寒気が流入し気温の変動大
5月は、中旬を中心に暖かい空気に覆われやすかったため、月平均気温は太平洋側でかなり高く、日本海側や北海道地方で高かった。一方、低気圧の通過後は、北から寒気が流れ込んだ日もあったため、オホーツク海側で平年並となった。降水量は、低気圧の影響を受けやすかった日本海側とオホーツク海側で多くなったが、太平洋側では少なかった。

上旬：高気圧に覆われて晴れた日が多く、日照時間は多かった。降水量は太平洋側で少なかったが、6日から7日にかけて北海道付近を通過した低気圧により、まとまった雨が降ったため、オホーツク海側では多かった。気温は、暖かい空気に覆われた時期もあったが、北から寒気が流れ込んだ影響によりオホーツク海側で低かった。なお、7日21時に稚内の上空1,500m付近で氷点下5.1℃を観測するなど、7日から8日にかけては4月上旬並の寒気が入り、オホーツク海側を中心に雪が降って積雪状態となった所もあった。中旬：高気圧と低気圧が交互に通過し、天気は短い周期で変わったが、高気圧の圏内となった日が多かったため、日照時間は多かった。また、降水量はオホーツク海側で少なかったが、低気圧や前線の影響を受けやすかった日本海側では多かった。気温は、南から暖かい空気が流れ込みやすかったため、かなり高かった。特に、日本海側と太平洋側及び北海道地方では旬平均気温の平年差が、1946年の統計開始以降、5月中旬として高い方から第1位の記録となった。下旬：高気圧に覆われて晴れた日もあったが、低気圧や前線の影響により、曇りや雨の日が多かった。このため、降水量は日本海側と北海道地方で多く、オホーツク海側でかなり多かった。また、日照時間は北海道地方で少なく、日本海側とオホーツク海側でかなり少なかった。気温は、南から暖かい空気が流れ込んだ日もあったが、北から寒気の影響を受けた日が多かったため、日本海側で低かった。なお、25日には寒気の影響により、オホーツク海側を中心に峠や山間部で雪の降った所があった。

3月は晴れた日が多かったことから融雪が順調に進み、秋まき小麦の雪腐病は発生が少なかった。

大豆では土壌水分の高い条件で播種した一部地域でタネバエの被害が目立った。近年多発が続いているりんごの腐らん病は、伝染源が多く残存しており令和6年も多発した。

高温の影響により、早発する病害虫が目立った。秋まき小麦の赤さび病が早発したほか、前年の発生量が多かった春まき小麦のムギキモグリバエは、注意報を発表して注意喚起したものの、初冬まきで多発した。

夏季

6月：南から暖かい空気が流れ込みやすく、晴れた日も多く顕著な高温。

6月は、低気圧が北海道の北を通過することが多く、高気圧に覆われやすかったため、晴れた日が多かった。このため日照時間が多く、降水量は少なかった。さらに、低気圧に向かう南からの暖かい空気が流れ込みやすかったため気温はかなり高く、月平均気温の平年差は、1946年の統計開始以降6月として高い方から第2位となった。一方で、一時的にオホーツク海付近に位置する高気圧から冷たい空気が流れ込み、オホーツク海

側を中心に気温の低い日もあった。

上旬：千島近海や日本の東に位置する高気圧の圏内となることが多く、オホーツク海側では晴れた日が多かったため、日照時間がかかなり多かった。一方で、太平洋側では東からの冷たく湿った気流の影響を受けたため、日照時間は少なかった。また、低気圧の影響を受けにくかったため、太平洋側では降水量が少なかった。中旬：低気圧が北海道の北を通過することが多く、低気圧の影響を受けにくかった。このため降水量は少なく、太平洋側では日照時間は多かった。また、低気圧に向かう南からの暖かい空気が流れ込みやすかったため、気温はかなり高かった。旬平均気温の平年差は、日本海側、太平洋側及び北海道地方で、1946 年の統計開始以降 6 月中旬として高い方から第 1 位の記録となった。下旬：北海道付近を低気圧が通過することが多かったが、旬の後半は高気圧に覆われた日が多かった。このため、低気圧の影響を受けやすかったオホーツク海側では降水量が多く、高気圧に覆われやすかった太平洋側では日照時間が多かった。低気圧に向かう南からの暖かい空気が流れ込みやすかったため、気温は高く、太平洋側ではかなり高かった。

7 月：太平洋側で昨年に次ぐ記録的な高温。下旬は日本海側で顕著な大雨。

7 月は、高気圧に覆われやすい時期があり、太平洋側では湿った気流による低い雲の影響を受けにくかったため、北海道地方と太平洋側で日照時間がかかなり多かった。日照時間の多さに加えて、暖かい空気に覆われやすく、さらに南から暖かい空気が流れ込みやすい時期もあったため、北海道地方と全ての地域で気温はかなり高くなった。太平洋側の月平均気温の平年差は、1946 年の統計開始以降高い方から第 2 位となり、昨年に次ぐ記録的な高温となった。一方で、下旬には低気圧と前線の影響により日本海側を中心に大雨となった日があったため、北海道地方の月降水量は多かった。

上旬：発達した低気圧や上空の寒気の影響でまとまった雨の降った所もあったが、低気圧や湿った空気の影響を受けにくかった。このため、日照時間はオホーツク海側と太平洋側で多かった。気温は、暖かい空気が流れ込みやすかったため、北海道地方、オホーツク海側、太平洋側でかなり高くなった。太平洋側の旬平均気温の平年差は、1946 年の統計開始以降 7 月上旬として高い方から第 1 位となった。中旬：高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、日照時間はかなり多かった。さらに暖かい空気に覆われやすかったため、気温はかなり高かった。太平洋側の旬平均気温の平年差は、1946 年の統計開始以降 7 月中旬として高い方から第 1 位となった。また、低気圧や湿った空気の影響を受けにくかったため、北海道地方と日本海側の降水量は少なく、太平洋側ではかなり少なかった。下旬：低気圧や前線の影響を受けやすく、日本海側と太平洋側西部を中心に広い範囲で大雨となった日があった。特に 24 日は旭川市江丹別で日降水量が 180.5mm と、1977 年の統計開始以降多い方から第 1 位を観測した。このため、北海道地方と全ての地域で降水量はかなり多く、特に、日本海側の旬降水量の平年比は、1946 年の統計開始以降 7 月下旬として多い方から第 2 位となった。気温は、低気圧に向かって南から暖かい空気が流れ込みやすかったため、太平洋側でかなり高かった。

8 月：暖かい空気に覆われやすく高温。低気圧や前線の影響で多雨・寡照。

8 月は、暖かい空気に覆われやすかったため気温は高く、太平洋側ではかなり高かった。太平洋側の月平均気温の平年差は、1946 年の統計開始以降、高い方から第 2 位の記録的な高温となった。一方でオホーツク海側では、たびたび北海道の北に位置する高気圧からの冷涼な空気の影響を受け、平年を下回る気温となる日もあり、気温の変動が大きかった。また、低気圧や前線の影響を受けやすかったため、北海道地方の日照時間は少なく、下旬は大雨となった日もあり、北海道地方と太平洋側で降水量は多かった。上旬：低気圧や前線の影響を受けやすかったため、曇りや雨の日が多く、日照時間は北海道地方及び日本海側とオホーツク海側で少なかった。気温は、暖かい空気に覆われやすかったため、太平洋側でかなり高く、北海道地方及び日本海側で高かった。中旬：11 日から 15 日にかけては、台風第 5 号が南から近づき、熱帯低気圧に変わって北海道を通

過したが、その後は北海道の北に位置する高気圧からの冷涼な空気の影響を受けやすかった。このため東からの湿った気流により雨となることが多く、山影となった日本海側では降水量が少なかった。気温は、暖かい空気に覆われやすかったため、太平洋側でかなり高く、北海道地方と日本海側で高かった。下旬：低気圧や前線の影響を受けやすかったため曇りや雨の日が多く、日降水量として 27 日には胆振地方厚真で 122.5 mm、31 日には釧路地方標茶で 104.0 mm を観測するなど、太平洋側を中心に大雨となった日があった。このため、降水量は北海道地方及び日本海側と太平洋側でかなり多く、オホーツク海側で多かった。また、日照時間は北海道地方及び太平洋側で少なかった。気温は、低気圧に向かって暖かい空気が流れ込みやすかったため、かなり高かった。

前年に引き続き、夏季高温が、多くの病虫害の発生に影響した。

病害では、6 月の高温で水稻のいもち病、てんさいの褐斑病が早発し、注意報を発表して注意喚起した。水稻のいもち病は、近年発生が少なく一次伝染源が少なかったことや適切な防除が実施されたことにより、平年並の発生にとどまった。てんさいの褐斑病は初期防除の適切な実施などにより被害が少なく抑えられた地域もあったものの、全道的に発生量は多くなった。また、高温に加えて雨の少ない期間があったことにより、秋まき小麦の赤さび病、ばれいしょのそうか病の発生量が多くなった。特に秋まき小麦の赤さび病では、通常は被害の少ない道東地域での被害が目立った。

虫害では、春季から続く高温経過により発生が早まったり、急激な増殖が認められる害虫が目立った。水稻のアカヒゲホソミドリカスミカメ、小豆のマメアブラムシ、アブラナ科のコナガで注意報を発表したが、7 月下旬に記録的大雨があったことなどから増殖が抑制され、被害に至る地域は少なかった。水稻のアカヒゲホソミドリカスミカメでは追加防除が適切に実施されたため、被害を抑制することができた。

秋季

9 月：高気圧に覆われやすく記録的な多照。太平洋側では記録的な少雨。

9 月は、高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、日照時間はかなり多かった。北海道地方と日本海側の日照時間の平年比は 1946 年の統計開始以降、それぞれ多い方から第 1 位と第 2 位の記録となった。また、低気圧や前線の影響を受けにくかったため、降水量はかなり少なく、特に太平洋側の降水量の平年比は 1946 年の統計開始以降、少ない方から第 2 位の記録となった。暖かい空気に覆われやすく、日照時間も多かったため、日本海側とオホーツク海側の気温は高く、太平洋側ではそれらに加えて海面水温が高いこともあり、気温はかなり高かった。このため、北海道地方でもかなり高かった。上旬：高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、日照時間はかなり多く、北海道地方の旬日照時間の平年比は 1946 年の統計開始以降、多い方から第 1 位の記録となった。また、降水量は太平洋側でかなり少なく、北海道地方及び日本海側とオホーツク海側で少なかった。気温は、晴れた日が多く、暖かい空気に覆われやすかったため、太平洋側でかなり高く、北海道地方及び日本海側とオホーツク海側で高かった。中旬：太平洋側では、低気圧や前線の影響を受けにくかったため、降水量は少なかった。気温は、暖かい空気に覆われやすかったため太平洋側でかなり高く、北海道地方及び日本海側とオホーツク海側で高かった。下旬：高気圧に覆われやすく日本海側を中心に晴れた日が多かった。このため、降水量は北海道地方と日本海側でかなり少なく、オホーツク海側、太平洋側では少なかった。また、日照時間は日本海側でかなり多くオホーツク海側でも多かったが、気圧の谷や湿った空気の影響を受けやすかった太平洋側では少なかった。気温は、21 日から 24 日にかけて寒気の影響を受けて平年を下回ったが、その後は暖かい空気に覆われて平年を上回り、旬平均気温としては北海道地方、日本海側、太平洋側で高かった。

10 月：暖かい空気に覆われやすく、歴代 1 位の記録的な高温。中旬・下旬の大雨により多雨。

10月 は、暖かい空気に覆われやすく、寒気の影響を受けることが少なかった。また、高気圧に覆われて晴れた日が多く、日照時間が多かった。これらの要因により北海道地方とすべての地域で気温がかなり高く、月平均気温の平年差は、1946年の統計開始以降10月として、高い方から第1位の記録となった。中旬と下旬には、太平洋側を中心に広範囲に大雨となった日があり、日本海側、太平洋側、及び北海道地方の月降水量は多かった。

上旬：太平洋側では低気圧や前線、湿った空気の影響で曇りの日が多かったため、日照時間は少なく、北海道地方としても少なかった。気温は、暖かい空気に覆われやすく寒気の影響を受けにくかったため、かなり高かった。太平洋側の旬平均気温の平年差は、10月上旬として1946年の統計開始以降、高い方から第1位の記録となった。中旬：高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、日照時間はオホーツク海側でかなり多く、その他の地域は多かった。一方、19日には発達した低気圧の影響により、日本海側や太平洋側で大雨となった。このため、降水量は日本海側と太平洋側、北海道地方で多かった。気温は、暖かい空気に覆われやすかったため太平洋側でかなり高く、その他の地域で高かったが、19日から20日にかけては低気圧の通過後に強い寒気が流入し、各地で初雪を観測した。下旬：高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、日照時間は太平洋側でかなり多く、日本海側と北海道地方で多かった。一方、23日には前線を伴う低気圧の通過により、えりも町目黒では日降水量221.0mmを観測し、1978年の統計開始以降10月として多い方から第1位の記録となるなど、太平洋側を中心に大雨となった。このため、降水量は太平洋側で多く、北海道地方としても多かった。気温は、暖かい空気に覆われやすかったため北海道地方とすべての地域でかなり高く、オホーツク海側と太平洋側では、旬平均気温の平年差が、1946年の統計開始以降10月下旬として高い方から第1位の記録となった。

令和6年の農耕期間の天候と農作業経過の特徴としては、気温は春季から秋季まで高温に経過した。作物の生育は早まり、播種から収穫までの農作業は期間を通して順調に進んだ。

高温経過により、病虫害の発生・飛来や増殖が早くから認められた。特に、前年の発生量が多かった春まき小麦のムギキモグリバエやてんさいの褐斑病では初発が大幅に早く、その後の発生も多かったため被害が多発した。

主要病虫害で多発となったのは、秋まき小麦の赤さび病、大豆のタネバエ及びりんごの腐らん病であった。やや多発となったものは、水稻の縞葉枯病、斑点米カメムシ類、秋まき小麦の眼紋病、大豆のわい化病、ばれいしょのそうか病、てんさいのヨトウガであった。

一方、低温や湿潤条件下で発生しやすい病害の発生は少なかった。小豆・菜豆の菌核病や灰色かび病、ばれいしょの疫病、小麦の赤かび病、積雪期間が長い年に被害が目立つ小麦の雪腐病では少発生にとどまった。

なお、これら以外に飛来性の害虫による被害が多発した。前年に道内初確認されたトマトキバガは、令和6年も全道各地で飛来が確認された。ハウス内で越冬したと考えられる発生により春季から加害が確認されるとともに、夏季には全道各地のトマト・ミニトマトで被害が確認され、二度の注意報発令による注意喚起を行った。前年、道南・道央を中心に全道各地域で認められた小豆のマメノメイガは、令和6年も発生し加害が認められた。

また、高温性の病害であるぶどうの晩腐病が多発した。

以上のように令和6年は、本州では被害が大きいもののこれまで道内では発生が少なかった病害による被害や、各種病虫害の早発、ヨトウガの秋季の発生期間が長引くなど、気象の高温化を反映する発生様相の変化が認められるようになってきている。

各月の気象は札幌管区气象台発表「北海道地方気象速報」3～10月より引用

表1 令和6年に多発～やや多発した病害虫

作物名	多発～やや多発した病害虫名
水稲	縞葉枯病、アカヒゲホソミドリカスミカメ
秋まき小麦	赤さび病、眼紋病
春まき小麦 (初冬まき)	ムギキモグリバエ
大豆	わい化病、タネバエ
ばれいしょ	そうか病
てんさい	褐斑病、ヨトウガ(第2回)
りんご	腐らん病

注1) 下線は多発した病害虫を示す。

2 令和7年度に注意を要する病害虫

(1) 小麦の赤さび病

近年、秋まき小麦主要品種の「きたほなみ」の他、「キタノカオリ」などの品種でも赤さび病の多発事例が認められ、赤さび病の発生が少ないとされる「ゆめちから」でも防除が実施される状況となっている。令和6年度は、これまで発生が比較的少なかったオホーツク地域や太平洋側地域でも秋まき小麦の赤さび病が多発するとともに、道央地域では春まき小麦「春よ恋」でも多発した。近年の多発要因として越冬菌量の増加が考えられており、令和6年産小麦における多発や令和6年秋まき小麦は種後も高温に経過したことなどから令和7年春の越冬菌量は多くなると推測されるので、令和7年度の発生に注意が必要である。

本病に対する防除対策は、発生リスクが高いほ場では、1回目の散布を次葉展開期から止葉期に効果が高く残効の長いインピルフルキサム水和剤Fあるいはフルキサピロキサド水和剤Fで行い、開花始に2回目の散布として赤かび病にも効果的なキャプタン・テブコナゾール水和剤あるいはプロチオコナゾール水和剤Fを用いることで効率的に防除できる。令和7年度は、令和6年度の発生に応じて、これまで発生リスクが高くなかった地域でも前述の防除を検討する必要がある。また、前述のとおり病原菌の越冬量が多いと考えられる地域では、初発が早まることも想定される。本病は散布タイミングが遅れると、十分な防除効果が得られないので、防除適期を失しないようにする。

なお、1回目散布の薬剤選定に当たっては、フルキサピロキサド水和剤Fは散布時に発病が認められる葉には効果が劣るため、散布時に次次葉(止葉の2葉位下の葉)に発病が認められる場合はインピルフルキサム水和剤Fを使用する。

(2) トマト・ミニトマトのトマトキバガ

侵入警戒有害動植物であるトマトキバガについては、道内では令和5年に初めて飛来が確認された。令和6年度は、フェロモントラップによる調査において全道各地で前年を上回る成虫の誘殺を認め、道内各地のハウス栽培トマトで葉や果実の食害が確認された。特に、令和5年度に本種の発生が認められた地域の越冬ハウスでは、育苗期間中から葉の食害が確認された。令和7年度も早期から発生する可能性があるため、注意が必要である。

本種の幼虫は、終齢で約8mm程度と小さく、葉や果実に穿孔侵入する。葉の被害の特徴として、薄皮を残した大ぶりの袋状潜葉痕となり、糞が端に蓄積される。また、幼虫は潜葉痕から脱出後に生長点付近を好んで加害する傾向がある。本種の発生が疑われた場合は、速やかに最寄りの農業改良普及センター、農業試験場、病害虫防除所に連絡し、発生種の確認を行う。

冬期間も展張しているハウス内で越冬する可能性があることから、ハウス内の残さやイヌホオズキを含むナス科雑草などの寄主植物の除去を徹底する。育苗中からハウス内の観察に努め、葉に特徴的な被害を認めたら速やかに薬剤防除を行うとともに、育苗期後半または定植時に灌漑剤や粒剤による防除を行う。本種は飛来性害虫であるため前年発生が認められていなかった地域でも今後の発生に注意し、被害が認められた場合には薬剤散布を行うとともに、被害葉や被害果実はほ場に放置せず、速やかに土中に深く埋没するなどし

て死滅させ、適切に処分する。薬剤防除にあたっては、最新の農薬登録情報を確認し、薬剤抵抗性の発達を防ぐため系統が異なる薬剤のローテーション防除を行う。

(3) ぶどうの晩腐病

ぶどうの晩腐病は主に成熟期の果房に発生し、果実を腐敗させ、収穫直前に降雨が多いと発生が急激に拡大する。病原菌は高温を好み、近年の気象条件下で発生は増加傾向にあり、令和6年、道内の生食加工用や醸造用ぶどうにおいて収穫直前に本病による果実の腐敗が多発し、一部の地域では収量が大きく減少した。本病の病原菌はぶどうの結果母枝や巻きひげに潜伏して越冬し、翌春の降雨時に分生子が分散して第一次伝染が起こる。その後、花穂、幼果、成熟果、及び葉でも発病し、これらの病斑上に形成された分生子によって第二次伝染が起こる。多くの場合は潜伏感染しているため症状は認められず、着色期に発病が認められるようになる。令和6年の発生状況から越冬後の一次伝染源が多くなることが推測されることから令和7年は発生に注意する必要がある。

本病による被害を軽減するためには、園地内の越冬病原菌の密度低下を目的とした、巻きひげや前年果梗の切り残し部分などの除去と、第一次伝染源となる結果母枝上の分生子の形成を抑制する休眠期（発芽前）及び新梢や果実への感染を防ぐ生育期の防除を実施する事が重要である。本病に対する道内の防除試験事例はないが、休眠期防除においても本病を対象とした薬剤散布が推奨される。府県では6月上旬から8月上旬にかけて生育期散布が行われており、重要な防除時期は落花期及び落花10日後頃（果粒がアズキ粒大頃）とされ、多発園地では展葉6～8枚期に本病にも効果の期待できる薬剤を選択するよう指導されている。ただし、降雨が連続する場合には追加散布が必要となり、使用時期に制限がある薬剤も多いことから、本病は薬剤だけで対処する事が困難である。したがって被覆栽培や果実への早めの袋かけ、笠かけ、袋かけはしっかりと口を留めること、こまめな新梢管理、二番成りの除去、排水対策など耕種的防除も含めた総合的な対策が重要となる。

3 新たに発生を認めた病虫害

令和6年度に、北海道内において、次に示す病虫害の発生が新たに確認された。なお、病虫害名の後に記したかつこ内表記の凡例は次のとおりである。

○新称：これまで正式な名称（病名、害虫の和名）のなかった新たな病虫害の名称提案。

○国内新発生：これまで国内での発生事例がなかった病虫害

○新発生：道内での発生事例がなかった病害、道内に分布が確認されていなかった害虫

○新寄主：道内に分布することが既知である害虫の、新たな作物への加害記録

○病原菌の同定：未同定だった病原菌の種名の確定

○病原の追加：既知病害と病徴に違いのない新たな病原の追加

(1) 小麦及び大麦のクビアカクビホソハムシ（国内新発生）

令和5年6月上旬、北海道内の秋まき小麦及び大麦ほ場において、ほ場全体に止葉を中心としてかすり状の短い食痕が認められ、被害葉には体長が2～4mmの洋なし型、泥状の物質を背負った虫が確認された。これらの個体を採集し、室温で飼育したところ体長が4～6mmで前胸が褐色、鞘翅が光沢のある青黒色の成虫が羽化した。本個体及び当該ほ場で7月中旬に再度採集した成虫について、横浜植物防疫所に同定を依頼した結果、7月24日に国内未発生のクビアカクビホソハムシ *Oulema melanopus* (Linnaeus) であることが確認された。海外では本種は穀類及び牧草の重要な害虫であり、とうもろこし、ライムギ、エンバク及びチモシーなどでも発生が報告されている。令和6年においては、5月中下旬から越冬成虫がほ場に飛来し、長径1mm弱の長卵形の卵を葉身に数粒ずつ産卵、幼虫の加害は5月下旬から7月上旬まで継続することが確認された。近縁種で小麦の害虫となるムギクビボソハムシは成虫の前胸の色が鞘翅と同じ青黒色である点で本種と識別可能だが、幼虫の形態から両種を識別することは困難である。

（北見農試）

(2) 大豆のダイズクロハモグリバエ（新発生）

令和6年7月下旬に、石狩地方の大豆栽培ほ場において、大豆の葉の内部を幼虫が食害し、白色袋状の潜葉痕を形成する被害が発生した。被害は散発的ながらほ場内の広い範囲

に認められた。潜葉痕は最大時の幅が2～3 cm程度で、時間の経過に伴って褐色に変色した。内部には一潜葉痕あたり1頭の双翅（ハエ）目幼虫が認められた。幼虫は老齢時の体長3 mm程度で、体色は乳白色である。発育を完了した幼虫は、葉から脱出して土中で蛹化し、蛹（囲蛹）は全長2 mm程度の俵状で色は赤褐色である。これらの蛹からは、8月下旬に体長2 mm程度の成虫が羽化した。成虫は体色が全体黒色で、平均棍は黒色で末端のみが僅かに白色を呈する。加害種は成・幼虫及び囲蛹の形態からダイズクロハモグリバエ *Japanagromyza tristella* (Thomson) と同定された。本種は、本州以南では関東地方を含め比較的普通に発生が認められ、くずや大豆などへの寄生が知られている。

（北海道植物防疫協会・中央農試）

（3）らっかせいのアズキノメイガ（新寄主）

令和6年7月下旬に、石狩地方のビニールハウスにおいて、らっかせいの生長点が萎凋する症状が発生した。当該症状は、ハウス内の一カ所に集中していた。萎凋茎は、地上10 cm付近の側面に径2 mm程度の穴が開き、ここから褐色の喰いクズや黒褐色の糞粒が排出されていた。茎内には、体長1.5 cm程度の鱗翅目の中齢幼虫が認められた。幼虫は、頭部及び前胸背楯が黒色で、胸部、腹部は淡褐色を呈した。加害幼虫を被害茎ごと15℃で飼育したところ、8月上旬には体長が2 cm程度に達して老齢となり、その後蛹化を経て9月上旬に雄成虫が羽化した。この成虫は、翅の模様や中脚脛節が肥大しているという特徴からアズキノメイガ *Ostrinia scapulalis* (Walker) と同定された。本種は道内では小豆や菜豆を食害することが知られている。発生地では、近接する小豆ほ場において7月中旬以降にアズキノメイガ成虫、8月以降には同種幼虫による小豆莢や茎の被害が認められており、このことから7月中旬にハウス内に入り込んだ雌成虫がらっかせいに産卵したものと推察された。

（北海道植物防疫協会・中央農試）

（4）大豆、小豆、べにばないんげんのホソヘリカメムシ（新寄主）

令和6年8月から9月にかけて長沼町の大豆、小豆及びべにばないんげん、石狩地方の大豆において、ほ場全体の葉上に多数のカメムシ類成虫及びアリに酷似したカメムシ類の幼虫が確認された。当該ほ場で採取した成虫の外部形態によりホソヘリカメムシ *Riptortus pedestris* (Fabricius) と同定された。また、それぞれの作物で確認されたアリに酷似したカメムシ類の幼虫を採取し大豆及び小豆で飼育した結果、ホソヘリカメムシの成虫が得られた。本種は子実を加害し、収穫後の子実に吸汁痕が生じた。大豆では、吸汁された部分が褐変する症状が確認され、被害粒率は約10%から40%であった。本種は本州においては大豆で問題になっており、防除対象となっている害虫である。北海道においては、令和4年に後志地方において菜豆で初めて作物の被害が報告されており、近年の温暖化にともなって、北海道内において分布域を拡大している可能性がある。

（中央農試・北海道植物防疫協会）

（5）べにばないんげんのマメノメイガ（新寄主）

令和6年7月下旬に中央農業試験場（長沼町）で栽培していたべにばないんげんの花房及び莢にノメイガ類幼虫の寄生が確認された。また、9月中旬には十勝地方のべにばないんげんほ場で、莢に寄生するノメイガ類幼虫が確認され、いずれも羽化成虫の形態からマメノメイガ *Maruca vitrata* (Fabricius) と同定された。本種は道内では越冬しないと考えられる。

道内で莢を食害するノメイガ類にはアズキノメイガが知られるが、本種とアズキノメイガを食害痕のみから区別することは困難であり、令和6年に寄生が確認されたほ場では両種が混発していた。

（中央農試・十勝農試・十勝農業改良普及センター十勝東部支所）

（6）小豆のマイコセントロスポーラ斑点病（新称）

平成30年7月、十勝地方の複数のほ場において、小豆の葉に褐色に縁取られた淡褐色不整形の病斑が多数認められた。病斑上には倒棍棒状で先端糸を有する特徴的な形態の分生子を形成した。分離菌を小豆に接種したところ、原病徴が再現され、接種菌が再分離された。分離菌はV8培地上で、倒棍棒状で先端糸を有する分生子及び黒色亜球形で複数個連鎖

する厚壁胞子を形成し、これらの形態的特徴は *Mycocentrospora acerina* (R. Hartig) Deighton と一致した。分離菌の rDNA-ITS 領域の塩基配列は *M. acerina* と 99-100% 一致し、rDNA-ITS 領域及び TEF-1 α の塩基配列を用いた系統解析から、既知の *M. acerina* と同一のクレードを形成した。以上のことから、病原菌を *M. acerina* と同定し、病名をマイコセントロスポーラ斑点病（英名：Mycocentrospora leaf spot）とした。病原菌は多犯性であり、本道ではにんじんの黒色根腐病の病原菌として知られている。小豆分離菌は人工接種によりにんじんの他、ささげ、大豆、菜豆、ばれいしょ、てんさい、だいこん、はくさい、及びキャベツに病原性を示した。

（北大院農、十勝農試）

（7）小豆の茎腐細菌病（病原菌の同定）

Pseudomonas sp. とされていた本病の病原細菌について、平成 19 年及び 21 年に分離した菌株が所属する分類学的位置の検討を行った。分離細菌はハウスキーピング遺伝子の塩基配列に基づいた系統解析により、ダイズ斑点細菌病の病原細菌である *P. savastanoi* pv. *glycinea* と遺伝的に近縁であることが示唆された。両者は *P. syringae* 群細菌の *hrp* group IA に所属するが、rep-PCR のバンドパターンに差異があり遺伝的に異なった。さらに、小豆及び大豆に対する病原性がそれぞれ異なることから、分離細菌は *P. syringae* 群細菌の新しい病原型とするべきであると結論した。以上のことから、小豆の茎腐細菌病の病原細菌を *P. amygdali* pv. *adzukicola* pv. nov. Todai, Takahashi, Yasuoka, Sato, Abe, Takikawa & Kondo と命名した。

（十勝農試・静岡大学）

（8）かんしょのヒルガオハモグリガ（新寄主）

令和 6 年 9 月、道内の露地かんしょほ場において、葉に斑状潜孔を伴う虫害が確認された。葉肉内部には体長 8 mm 程度の幼虫が確認され、九州大学の広渡博士へ同定依頼した結果、ヒルガオハモグリガ *Bedellia somnulentella* (Zeller) と判明した。

本種の 1～2 齢幼虫はヒルガオ科植物の葉に線状の潜孔を作り、3 齢になると葉外に脱出して他の場所に淡褐色半透明の斑状潜孔を作る。幼虫は裏面から葉内に侵入し、糸状の糞を葉外に排出する。摂食時以外は、葉裏に張った糸上で静止している。繭は作らず、蛹は葉裏に張った糸に尾突起をかけてぶら下がる。成虫は体長 6.6～7.5 mm で、前翅は茶褐色で細長く、後翅は被針形で長い縁毛を持つ。

（中央農試）

（9）ピーマンのガンマキンウワバ（新寄主）

令和 6 年 8 月に石狩地方のハウス栽培のピーマンで葉の食害が確認され、当該箇所には体長約 3 cm 程度のチョウ目の幼虫を確認した。当該個体を採取及び室温で飼育したところ、ウワバ類の成虫が得られた。羽化した個体の前翅の銀紋が Y 状であり、後翅の外縁部の黒褐色部と内側の明るい部分の境界が明瞭で翅脈が黒いなどの外部形態の特徴から、ガンマキンウワバ *Autographa gamma* (Linnaeus) と同定された。本種はてんさい、キャベツ、レタス、にんじんなどの作物や野菜、アルファルファ、アカクローバなどの牧草等、様々なものを食害する。道内においては、成虫は年 3 回発生し、ピークは 6 月、8 月、9～10 月であるとされている。

（中央農試・住友化学（株））

（10）ねぎの苗立枯病（病原の追加）

平成 30 年 3 月、渡島地方のハウス栽培ねぎ（育苗期・地床育苗・播種 1 ヶ月後）で、不出芽及び出芽後の立ち枯れ症状が発生した。病変部から分離した糸状菌の菌糸幅は 7.2～10.4（平均 8.7） μ m、核数は 4～14 個、菌糸は分岐を有し、分岐部がくびれ、分岐部付近に隔壁を有した。分離菌は *Rhizoctonia solani* Kühn AG-1～5 の標準菌株のうち AG-2-1 と高頻度、AG-2-2 IV と低頻度で融合した。分離菌は 5～30℃で生育し、25℃及び 30℃における菌糸伸長は 11.6～11.7 mm/24 時間及び 0.4～0.6 mm/24 時間であった。分離菌の DNA からは AG-2-1 特異的プライマーを用いた PCR 法で DNA 断片が増幅された。また、分離菌の rDNA-ITS 領域の塩基配列を解析し系統解析を行った結果、分離菌株は *R. solani* AG-2-1・Subset1（培養菌叢に基づく分類では培養型 II）に所属することが明らかとなった。地床育

苗を想定して分離菌を播種と同時にネギに接種したところ、不出芽及び出芽後の立ち枯れ症状が再現された。一方、チェーンポット育苗を想定して、分離菌を播種1ヶ月後のねぎに接種したところ、葉鞘部の腐敗が生じたものの立ち枯れ症状は発生しなかった。接種による発病部からは接種菌が再分離された。以上のことから本症状をネギ苗立枯病と同定した。接種試験の結果から本症状は、地床育苗でのみ発生すると考えられた。我が国では、ネギ苗立枯病の病原としてAG未同定の*R. solani*が報告されているのみであり、*R. solani* AG-2-1・Subset1による同病の発生は国内・道内で確認されていない。

(道南農試・(株)ホクサン)

(11) キヌアの苗立枯病 (新称)

令和3年10月、養液栽培ハウスのキヌアに、胚軸が細くなり徒長し、地際から倒伏枯死する苗立ち枯れが発生した。栽培中のキヌアの約10%に発生が認められたが、同ハウス内の同じ養液で栽培されていたあぶらな科やキク科の作物では本症状は見られなかった。病斑部の細胞内には多数の卵胞子が形成され、卵菌類が分離された。PDA培地等での培養形態や生育温度、リボゾーム遺伝子ITS領域の塩基配列により、*Aphanomyces cochlioides* Drechsler 及び *Aphanomyces* sp. と同定された。養液栽培条件及び育苗土を使用したポット栽培でキヌアを播種し分離菌株を接種したところ、原病徴が再現されるとともに罹病部分に卵胞子形成が確認され、接種菌が再分離された。*Aphanomyces* 属菌によるキヌアの病害は国内外の養液栽培及び土耕栽培のいずれでも報告がないことから、本病をキヌア苗立枯病 (新称) として提案した。

(道総研・大阪公立大学大学院農学研究科)

(12) せんきゅうのナミハダニ (新寄主)

令和6年8月、十勝地方の露地栽培のせんきゅうにおいて葉がかすり状に退色する症状が発生した。中には葉が褐変・枯死したり、クモの巣のような糸で覆われる株も見られた。葉裏には黄緑色のハダニ類の寄生が認められ、成虫の体色と形態から本種をナミハダニ *Tetranychus urticae* Koch 黄緑型と同定した。本種は各種果樹、野菜、花卉など多数の植物に寄生することが知られている。

(十勝農試)

なお、新たに発生を認めた病虫害の画像は北海道病虫害防除所のHP上で令和7年2月に公開する。

テンサイ褐斑病抵抗性極強品種における褐斑病の省力防除法（指導参考事項）

十勝農業試験場研究部生産技術グループ
中央農業試験場病虫部予察診断グループ
北見農業試験場研究部生産技術グループ

テンサイ褐斑病抵抗性極強品種は、褐斑病の防除期間を短縮した省力防除が可能である。発病株率が50%に達する前に防除を開始し、8月下旬まで継続する。発病株率が50%に達する前に散布を開始するには、初発日が7月5日以前の場合は7月20日、7月6日以降の場合は初発日の15日後を目安とする。

1 試験目的

病虫害防除をはじめ農薬の散布回数の多いてんさい栽培を持続可能にするためには、省力的な防除技術が求められており、テンサイ褐斑病抵抗性極強品種を活用した省力的な褐斑病防除技術を確立する。

2 試験方法

(1) テンサイ褐斑病抵抗性極強品種における褐斑病発生の特徴（R4～6年度）

「カーベ8K839K」（褐斑病抵抗性極強）における褐斑病の発生の特徴を明らかにするため、ポット試験における初発日及び病斑数、及び、無防除の圃場試験における初発日及び発病推移を調査した。

(2) テンサイ褐斑病抵抗性極強品種における褐斑病に対する防除期間（R4～6年度）

「カーベ8K839K」における褐斑病防除の開始時期、終了時期を明らかにするため、マンゼブ水和剤の400倍液14日間隔散布主体で初発直後から開始し、8月末～9月上旬まで散布する試験区を対照区とし、7月下旬以降に散布を開始した試験区、あるいは、8月下旬までに散布を終了した試験区の発病の推移、発病度の罹病経過曲線下面積（AUDPC）及び、収量を比較し、褐斑病抵抗性極強品種における褐斑病に対する防除期間を設定した。

(3) テンサイ褐斑病抵抗性極強品種における褐斑病に対する防除期間短縮の効果（R5～6年度）

「カーベ8K839K」における防除期間の短縮（発病株率50%前に散布開始、8月下旬に終了）による防除効果及び収量に与える影響を明らかにするため、防除期間を初発直後から概ね9月上旬までとした「カーベ2K314」（抵抗性強）（標準区）及びそれと同じ防除期間とした「カーベ8K839K」（対照区）と防除効果及び収量を比較した。さらに、帯広市現地圃場の「カーベ8K839K」において、慣行防除との比較により短縮防除の効果を実証した。

3 試験成績

表1 テンサイ褐斑病抵抗性の差異（ポット試験）

品種	褐斑病抵抗性	初発確認の 接種後日数	接種17日後病斑数 平均値±標準偏差
カーベ8K839K	極強	10	56.3 ± 59.5
カーベ8K860	強	10	2816.3 ± 264.3
バピリカ	やや弱	10	5396.3 ± 975.3

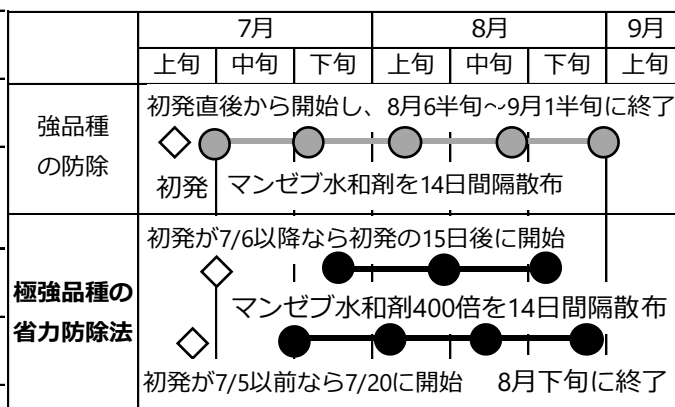
供試ポット数：3

年次	散布	発病	最終調査時	糖量 kg/10a
場所	開始	株率	AUDPC	平均値±標準偏差
R5	7/28	49%	2403 (37)	991 ± 74 [98] ns
十勝	6/30 (対照)		2109 (44)	1015 ± 78 [100]
R6	7/31	9%	1377 (44)	1781 ± 106 [93] ns
中央	7/18 (対照)		905 (63)	1919 ± 107 [100]
R6	8/1	88%	2488 (41)	801 ± 122 [90] ns
十勝	6/22 (対照)		1576 (62)	891 ± 168 [100]
R6	8/6	100%	2772 (28)	1125 ± 24 [87] **
北見	7/9 (対照)		1085 (72)	1295 ± 72 [100]

nsは5%水準で有意差なし、**は1%水準で有意差あり(t検定)。

年次	散布	最終調査時	糖量 kg/10a
場所	終了	AUDPC	平均値±標準偏差
R5	8/11	2683 (29)	917 ± 98 [90]
十勝	9/15 (対照)	2109 (44)	1015 ± 78 [100]
R5	8/10	1424 (63)	1256 ± 47 [99]
北見	8/24	1109 (71)	1273 ± 64 [100]
	9/8 (対照)	803 (79)	1274 ± 65 [100]
R6	8/28	762 (69)	1797 ± 37 [94]
中央	9/11 (対照)	905 (63)	1919 ± 107 [100]
R6	8/22	1932 (54)	866 ± 84 [97]
十勝	8/29 (対照)	1576 (62)	891 ± 168 [100]
R6	8/20	1256 (67)	1309 ± 21 [101]
北見	9/3 (対照)	1085 (72)	1295 ± 72 [100]

R6十勝は干ばつにより7月中～下旬に菱刈が発生。



年次 場所	品種	初発 日	発病 株率	開始 時期	終了 時期	散布 回数	最終調査時 AUDPC	根重 t/10a	根中 糖分%	糖量kg/10a 平均値± 標準偏差	
R5	カーベ8K839K	7/18	約50%	7/28	8/24	3	1609 (58)	8.17	15.62	1276 ± 52 [100]	ns
北見	カーベ8K839K			7/14	9/8 (対照)	5	803 (79)	8.16	15.61	1274 ± 65 [100]	
	カーベ2K314			7/14	9/8 (標準)	5	1747				
R6	カーベ8K839K	7/2	20%	7/24	8/20	3	1542 (53)	7.39	13.33	985 ± 43 [98]	ns
帯広現地	カーベ8K839K			7/10	9/3 (慣行)	5	855 (74)	7.42	13.63	1011 ± 11 [100]	

nsはt検定で5%水準で有意差なし。

4 試験結果及び考察

- (1) 褐斑病抵抗性の異なる品種をポットで栽培し、褐斑病菌を接種した結果、接種から病斑形成に要する日数に品種間差は認められなかったが、極強品種に形成された病斑数は強品種よりも著しく少なかった（表1）。
- (2) 圃場における抵抗性極強品種の褐斑病の初発日はかなり強、強、及びやや強品種よりも概ね遅かった。その差はそれぞれ9日、8日、及び14日以内であった（データ省略）。
- (3) 極強品種の無処理区では初発後の褐斑病の進展は緩慢で、強品種及びかなり強品種よりも発病度が低く推移した。しかし、9月以降に甚発生となり、大きく減収する事例があった（データ省略）。
- (4) 極強品種における褐斑病防除の散布開始時期を検討した結果、発病株率が100%に達してから散布開始した場合、防除効果は著しく劣った（表2）。一方、発病株率が50%に達する前に散布開始した場合、発病度は初発直後から散布した場合と同様に推移し、最終的な防除効果が劣る事例があったものの、対照区との間に糖量の有意な差はなかった（表2）。
- (5) 散布終了時期を検討した結果、終了時期が早いほど対照区（8月末～9月上旬に散布終了）と比較して防除効果が低くなる傾向があり、8月11日以前に散布を終了した場合、防除効果は顕著に低下し、糖量が10ポイント低下する事例があった（表3）。また、複数試験を統合して解析した結果、8月11日以前に散布を終了した場合の糖量は対照区と比較して有意に低下した。一方、8月20日以降に散布終了とした場合、対照区と比較して、防除効果は概ね同等であり、同程度の糖量が得られた（表3）。
- (6) 以上のことから、抵抗性極強品種では、散布開始を発病株率が50%に達する前、散布終了を8月下旬として、防除期間を短縮することにより、省力的に褐斑病を防除できると判断した。
- (7) 抵抗性極強品種では、(6)の期間の防除によるAUDPCが強品種の標準区よりも低かった（表4）。極強品種の対照区と比較して、防除効果は劣る傾向であったが、収量は同程度であった（表4）。
- (8) 現地圃場における(6)の期間の防除による防除効果は慣行防除よりも劣ったものの、同程度の収量が得られ、抵抗性極強品種で省力的に褐斑病を防除できることが実証された（表4）。
- (9) 発病株率50%に達する日は、初発日から15日以降であり、初発が早い場合でも概ね7月20日以降であった（データ省略）。このことから、発病株率が50%に達する前に散布を開始するには、初発日が7月5日以前の場合は7月20日、7月6日以降の場合は初発日の15日後を目安とする。
- (10) マンゼブ水和剤400倍液を14日間隔散布する場合のテンサイ褐斑病抵抗性極強品種における褐斑病の省力防除法のイメージ図を図1に示す。

5 普及指導上の注意事項

- (1) 本成果は、「カーベ8K839K」並の抵抗性を有するテンサイ褐斑病抵抗性極強品種の省力的な褐斑病防除技術として活用する。
- (2) 省力的防除法に用いる殺菌剤はマンゼブ水和剤（400倍液の14日間隔散布）あるいはそれと同等の防除効果を有するものを選択する。